ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİNDE ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER - II

ARALIK 2021

EDİTÖRLER

PROF. DR. KORAY ÖZRENK

DR. İLHAMİ TOZLU

gece kitaplığı

İmtiyaz Sahibi / Publisher • Yaşar Hız

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel

Editörler / Editors • Prof. Dr. Koray ÖZRENK

Dr. İlhami Tozlu

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Gece Kitaplığı

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2021

ISBN • 978-625-8075-44-1

© copyright
Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin
almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Gece Kitaplığı.
Citation can not be shown without the source, reproduced in any way
without permission.

Gece Kitaplığı / Gece Publishing
Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1.
Sokak Ümit Apt. No: 22/A Çankaya / Ankara / TR
Telefon / Phone: +90 312 384 80 40
web: www.gecekitapligi.com
e-mail: gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume
Sertifika / Certificate No: 47083

Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler - II

Aralık 2021

Editörler
Prof. Dr. Koray ÖZRENK
Dr. İlhami TOZLU

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

BATI AKDENİZ BÖLGESİNDE TARIMSAL ORMANCILIK ÜRETİM SİSTEMLERİ II: AGRİSİLVİKÜLTÜREL ÜRETİM SİSTEMİ VE ÖZELLİKLERİ

Ahmet TOLUNAY & Türkay TÜRKOĞLU & Duygu KAŞIKÇI & İrfan DAŞKIRAN & Mehmet ÖZMIŞ 1

Bölüm 2

ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ ATAMA VE YER DEĞİŞTİRME UYGULAMALARININ KURUMSAL ETKİLERİ

Ufuk COŞGUN 19

Bölüm 3

TÜRKİYE MOBİLYA SANAYİNİN DURUMU VE FASON ÜRETİM

Abdullah İSTEK & İsmail ÖZLÜSOYLU 31

Bölüm 4

TOPRAK ORGANİK MADDESİ VE KARASAL HUMUS ÇEŞİTLERİ (FORMLARI)

İlyas BOLAT 49

Bölüm 5

MİKROKAPSÜLASYON TEKNİĞİ VE AHŞAP ESASLI LEVHALARIN FORMALDEHİT EMİSYONU ÜZERİNE KULLANIM OLANAKLARI

İsmail ÖZLÜSOYLU 77

Bölüm 6

SALEP ORKİDELERİ

Kürşad DUYAR & Fisun G. ÇELİKEL 97

Bölüm 7

YAĞDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN BALIK BESLEMEDEKİ ROLÜ

Boran KARATAŞ 119

Bölüm 8

CEVİZ YAPRAK ÖZÜTLERİ VE JUGLONUN KAVUNUN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Hasan Basri KARAYEL 139

Bölüm 9

ÇİNKO SÜLFAT VE FE-EDDHA GÜBRELEMESİNİN BAZI ÇELTİK ÇEŞİTLERİNDE GELİŞMEYE, KLOROFİL KAPSAMINA VE SPAD METRE DEĞERLERİNE ETKİSİ

Güney AKINOĞLU & Ahmet KORKMAZ & Ayhan HORUZ & İlkay ÇOKA.....149

Bölüm 10

KARADENİZ BÖLGESİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN ÇALI, AĞAÇ VE ÇALI VEYA KÜÇÜK AĞAÇ FORMLU BİTKİLER VE IUCN RİSK KATEGORİLERİ: SAMSUN İLİ ÖRNEĞİ

Ömer SARI & Fisun Gürsel ÇELİKEL.....169

Bölüm 11

BAYBURT İLİ EKOLOJİK KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN ÇÖREK OTU (NİGELLA SATİVA L.) BİTKİSİNİN ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

Betül GIDIK & Zehra CAN.....187

Bölüm 12

BİYOKÜTLE ENERJİSİ VE EKOLOJİ

Tuğçe Zülbiye GÖNÜL & Gül Ebru ORHUN 199

Bölüm 13

GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ BİTKİLERE GENEL BİR BAKIŞ: DÜNYA VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMU

Ramazan DILMEN & Özlem AYDIN 217

Bölüm 14

TİNGİDAE FAMİLYASI (HEMİPTERA) TÜRLERİNİN İSTİLACI YABANCI OTLARLA BİYOLOJİK MÜCADELEDE KULLANIMI

Hasan MARAL.....239

Bölüm 15

KIRSAL ALANDA KAHVEHANELER

Esen ORUÇ & Aysel ERGÜN.....253

Bölüm 16

KOOPERATİFÇİLİK İLKELERİ

Ahmet Semih UZUNDUMLU & Seval KURTOĞLU.....269

Bölüm 17

ENTEGRE HAVZA YÖNETİMİ VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARI

Nilüfer YAZICI & Ahmet Alper BABALIK & İbrahim DURSUN 279

Bölüm 18
ÜZÜMSÜ MEYVE YETIŞTIRICILIĞINDE NANOMATERYALLERIN KULLANIMI
Sevinç ŞENER 299
Bölüm 19
TURUNÇGİL UZUN ANTENLİ BÖCEĞİ (ANOPLOPHORA CHİNENSİS (FORSTER, 1771) (COLEOPTERA; CERAMBYCİDAE))'İN MORFOLOJİSİ, BİYOLOJİSİ VE MÜCADELE ÇALIŞMALARI
Temel GÖKTÜRK & Çoskun KUTUROĞLU 317
Bölüm 20
KEMİKLERİN SİLİSYUM VE KALSİYUM İHTİYACI, DOĞAL KAYNAKLAR, SİLİSYUM, KALSİYUM, BİKARBONAT ÇÖZÜNÜRLÜĞÜNDE PH-DANSİTE İLİŞKİSİ
Başar ALTINTERİM & Önder AKSU 337
Bölüm 21
TOHUM BÜYÜKLÜĞÜ VE BAZI ÖNİŞLEMLERİN SUMAK (RHUS CORİARİA L.) TOHUMLARININ ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİ
Zafer ÖLMEZ & Erhan UZUN 351
Bölüm 22
KENT İÇİ YOL AĞAÇLANDIRMALARI
İbrahim TURNA & Deniz GÜNEY 363
Bölüm 23
TÜRKİYE İLE İSPANYA, İTALYA, FRANSA, PORTEKİZ VE YUNANİSTAN ARASINDA SEBZELER VE MEYVELERDE AÇIKLANMIŞ MUKAYESELİ/REKABETÇİ ÜSTÜNLÜĞÜN İNCELENMESİ
Hasan VURAL 391
Bölüm 24
POLİFENOL OKSİDAZ ENZİMİNİN FARKLI BİTKİLERLE İNHİBİSYONU ÜZERİNE ÇALIŞMALAR
Dudu DEMİR & Ümran ALAN 405

Bölüm 1

BATI AKDENİZ BÖLGESİNDE TARIMSAL ORMANCILIK ÜRETİM SİSTEMLERİ II: AGRİSİLVİKÜLTÜREL ÜRETİM SİSTEMİ VE ÖZELLİKLERİ

Ahmet TOLUNAY[1]

Türkay TÜRKOĞLU[2]

Duygu KAŞIKÇI[3]

İrfan DAŞKIRAN[4]

Mehmet ÖZMIŞ[5]

1 Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, ahmettolunay@isparta.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9028-9343

2 Doç. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz Meslek Yüksekokulu, Ormancılık ve Orman Ürünleri Programı, Köyceğiz, Muğla, turkayturkoglu@mugla.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-2011-0410

3 Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Isparta, duyguince@isparta.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4574-3660

4 Doç. Dr., TAGEM-Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Üniversiteler, Dumlupınar Bulvarı, 06800 Çankaya, Ankara, irfandaskiran@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3431-2745

5 Orman Yüksek Mühendisi, Isparta Orman Bölgee Müdürlüğü, Kuzukulağı Orman İşletme Şefi, Aksu, Isparta, mehmetozmis@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6672-2274

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artması ile beraber insan ihtiyaçlarının da çeşitlenerek çoğalması, kaynaklar ve ihtiyaçlar arasındaki dengenin kurulmasını zorlaştırmaktadır. Özellikle insan ihtiyaçlarının karşılanması için yapılan üretim, su, hava, ormanlar ve diğer doğal kaynaklar üzerinde, koruma kullanma dengesinin kurulmasını güçleştirmektedir (Filiz ve Tolunay, 2003). Dünyada artan nüfus sonucu tarım, sanayi ve yerleşim alanlarına gereksinim duyulmaktadır. Tarım ve mera alanlarının sınırlarına dayanıldığından, bu gereksinimi orman alanları tarafından karşılanmak istenmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde büyüyen sanayi ve yerleşim alanları verimli tarımsal alanlar üzerinde kurulurken, yeni tarımsal alan arayışı da ormanlar üzerindeki bir baskı oluşturmaktadır (Ayberk, 1992). Toprağa dayalı üretimlerde, iki temel üretim alanı bulunmaktadır. Birincisi; " tarımsal üretim", ikincisi ise; "ormancılık üretimi" dir. Her iki üretim dalı için toprak (doğa), büyük önem taşıyan üretim faktörü ve girdisidir. Diğer yandan, kullandıkları üretim girdilerinde de benzerlikler vardır. Fakat aralarında üretilen ürünlerin niteliği, üretimin şekli ve süresi gibi konularda, teknik farklılıklar vardır. Örneğin, ormancılık üretimi; doğal ya da yapay gençleştirme veya ağaçlandırma çalışmaları ile meşçerelerin tesisinden, belirlenen idare süresi sonuna kadar silvikültürel işlemlerin uygulanmasını gerektirmekte ve belli bir orman ürünü elde edilmesi için, tarımsal üretime göre daha uzun bir üretim dönemini gerekli kılmaktadır. Tarımsal üretimde ise, üretim süresi ormancılığa göre daha kısadır. Hatta aynı yıl içerisinde birden fazla tarımsal ürünün elde edilmesini olanaklı kılan üretim teknikleri de bulunmaktadır (Tolunay, 1998).

Günümüzde gelişmekte olan ülkelerde özellikle az gelişmiş ülkelerde tarımsal üretim ve ormancılık üretim dallarının, çeşitli kısıtları ve sorunları vardır. Bunların bazıları şu şekildedir;

(1) Sürekli olarak aynı üretimin yapılması nedeniyle, topraklar yorgun ve fakir düşmektedir. Örneğin tarımsal üretimin, her yıl aynı ürün ve aynı üretim tekniği ile yapılması ve günden güne artan oranda suni gübre ve tarımsal ilaç kullanımı, toprakların yapısını bozmakta ve tarımsal verimliliği azaltmaktadır.

(2) Kırsal yörede, bu üretimleri gerçekleştirmek için yeterli miktarda kapital bulunamadığından, yüksek oranda işgücü kullanılmaktadır. Bu durum tarımsal verimliliğin düşük düzeylerde kalmasına neden olmaktadır.

(3) Hayvancılık üretiminin önemli girdisi olan yem, bunun sağlandığı otlak ve mera alanları az ya da sınırlıdır. Bu nedenle, orman alanları otlatma amacıyla kullanılmaktadır.

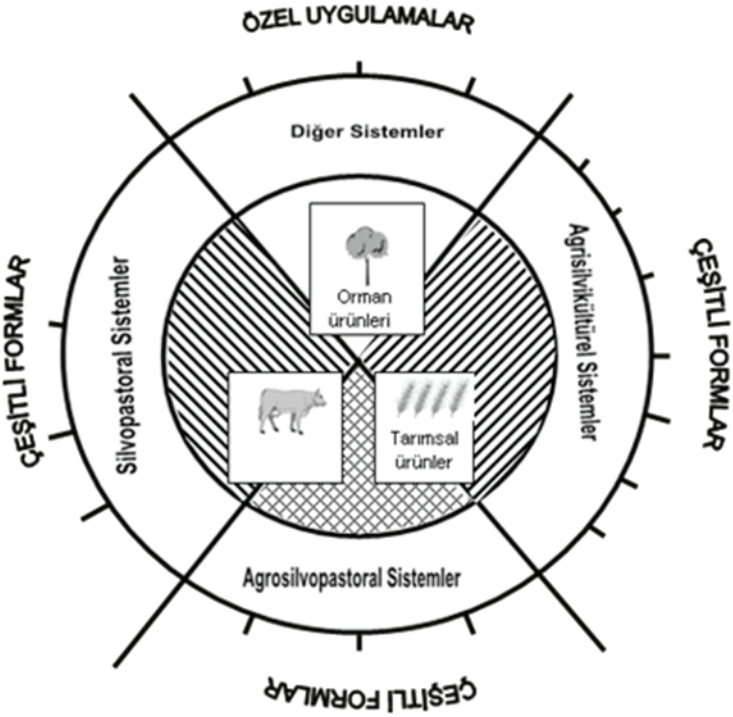
(4) Ormancılık üretiminin yetersiz kalması durumunda, kırsal yörede

yaşayan insanların yapacak ve yakacak odun ihtiyaçları karşılanamamakta ve darboğazlara düşülebilmektedir.

(5) Gerek tarımsal üretim, gerekse ormancılık üretimi için kullanılabilecek arazi kıttır. Özellikle kırsal yörede, sınırlı araziye sahip insanlar, sınırsız ihtiyaçlarını karşılamakta zorlanmaktadır.

(6) Kırsal yörede toprağa dayalı üretimlerle geçimlerini sağlayan insanların temel ihtiyaçlarının karşılanması gerekmektedir (Tolunay vd., 2003).

Toprak kullanımına ilişkin sorunlar, "Tarımsal Ormancılık" (Agroforestry) olarak bilinen üretim tekniğinin doğmasına neden olmuştur. Yani, tarımsal üretim ile ormancılık üretimi arasında yer alan, ara bir üretim tekniği ortaya çıkmıştır (Geray ve Görcelioğlu, 1983; Nair, 1993 b). Şekil 1'de bu üretim tekniğinin, temel sistemleri verilmiştir.



Şekil 1. Agroforestry Sistemlerinin Bileşim Şekillerine Göre Sınıflandırılması (Nair, 1993a)

Agrisilvikültürel Sistemler; Tarımsal ürünler ve ağaçların yetiştirildiği sistemdir.

Silvopastoral Sistemler; Otlak & hayvansal ürünler ve ağaçların üretildiği sistemdir.

Agrosilvopastoral Sistemler; Tarımsal ürünler, otlak & hayvansal ürünler ve ağaçların yetiştirildiği sistemdir.

Tarımsal Ormancılık üretim teknikleri ile;

(1) Yapı ve şekil açısından bozulmuş ya da bozulmakta olan araziler ıslah edilebilmektedir.

(2) Aynı arazi üzerinde, hem tarımsal üretimin ve hem de çeşitli orman ağacı türlerinin yetiştirilmesi ile kırsal yörede yaşayan insanların çeşitli gereksinimleri (yapacak ve yakacak odun, hayvan yemi, çeşitli gıda ürünleri) karşılanabilmektedir.

(3) Tampon zon orman yönetimi (buffer zone forest management) uygulamaları, ancak tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile yapılabilmektedir.

(4) Çiftlik ormancılığı (farm forestry) uygulamalarını yapmak olanaklı hale gelmektedir. Örneğin; tarımsal üretim yapan bir aile, sadece tarımsal ürünleri elde edildiği bir uğraş içerisindeyken, Tarımsal Ormancılık uygulamaları ile çeşitli orman ve ağaç ürünlerinin de elde edildiği, bir uğraş içerisine girebilmektedir.

(5) Tarımsal ormancılık üretim teknikleri ile toprak koruma ve arazi ıslah çalışmaları (canlı çitler, rüzgâr perdeleri, azot fikse eden türler, gibi çalışmalar) yapılabilmektedir.

(6) Tarımsal ormancılık uygulamalarının kendine özgü teknik detayı ve bilimsel bilgi birikimini dikkate alarak, birçok özel uygulamayı (plantation cropping system, integrated production system, homegarden, non-forestry trees) düzenlemek ve geliştirmek olanaklıdır.

Sonuç olarak agroforestry; "Aynı yönetim ve üretim biriminde ekonomik ve ekolojik etkileri ve ilişkileri dikkate alarak tarımsal ve hayvansal üretimlerle birlikte ormancılık üretiminin gerçekleştirildiği bir arazi kullanma sistemi ya da pratiğidir" şeklinde tanımlanabilir (Nair, 1993 b).

Tarımsal Ormancılık (Agroforestry); belirli özellikler taşıyan toprak kullanım sistemlerine ve teknolojilerine topluca verilen addır. Sistemin içinde yer alan ağaç, ağaççık ve çalı gibi çok yıllık bitkiler, tarım ve/veya hayvancılık üretiminin de yapıldığı toprak parçasında, belirli bir düzen ve sıra içinde kullanılmaktadır. Böylece Tarımsal Ormancılık (Agroforestry) sistemlerinde, sistemin değişik bileşenleri arasında hem çevresel hem de ekonomik etkileşim bulunmaktadır (Tolunay vd, 2003).

Geniş bir çeşitliliğe sahip tarımsal ormancılık sistemlerinin, ortak bir paydada birleştikleri bir nokta; aynı alandan daha çok sayıda ürün ya da yarar sağlamak amacıyla, odunsu ağaç türlerinin tarımsal ürünlerle ve/veya hayvanlarla karşılıklı etkileşim getirecek bileşimlerde bilinçli olarak yetiştirilmesidir.

Tarımsal ormancılık üretim sistemleri; agrisilvikültürel (tarımsal ürünler ile ağaç, ağaççık ve çeşitli odunsu bitkilerin bir arada yetiştirildikleri üretim sistemi), silvopastoral (çayır, mera ve yem bitkileri ile ağaç, ağaççık ve çeşitli odunsu bitkilerin bir arada yetiştirildikleri üretim sistemi) ve agrosilvopastoral (tarımsal ürünler; çayır, mera ve yem bitkileri ile ağaç, ağaççık ve çeşitli odunsu bitkilerin bir arada yetiştirildikleri üretim sistemi) üç ana sisteme ayırmaktadır.

Bu çalışmada, Batı Akdeniz Bölgesi'nde geleneksel olarak yapılan Agrisilvikültürel üretim sistemi ve özellikleri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Toprak kullanım sistemlerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla geliştirilen çeşitli metotlar bulunmaktadır. Bu konuda uluslararası literatür incelendiğinde Tarımsal Sistem Araştırma Metodu (Farming System Research/Extension, FSR/E; Shaner vd., 1982; Hildebrand, 1986) ile Arazi Değerlendirme Metodu 'nun (Land Evaluation Methodology, LEM; FAO, 1976) öne çıkan metotlardır. Fakat bu metotlar, sadece tarımsal uygulamaların incelenmesi ve değerlendirilmesi için geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Metotların tarımsal ürün sistemlerini esas alması ve üretim sistemlerini giren ağaç, ağaççık, çalı, vb gibi odunsu türleri kapsam dışı bırakması nedeniyle, Tarımsal Ormancılık (Agroforestry) uygulamalarının incelenmesi değerlendirilmesinde kullanışsız olmaktadır. Tarımsal Ormancılık, geçmişten günümüze geleneksel olarak yapılan toprak kullanım uygulamalarının incelenmesi ve değerlendirilmesi sonucunda, tarım ve ormancılık üretimlerinden farklı arazi kullanım şekli olarak nitelendirilmiş ve tanımlanmıştır. Bu nedenle herhangi bir bölgede Tarımsal Ormancılık (Agroforestry) konusunda yapılacak ilk araştırmalara, Geleneksel Tarımsal Ormancılık üretim tekniklerinin incelenmesi ile başlanması zorunludur. Nitekim bu çalışmada araştırma alanı olarak seçilen Batı Akdeniz Bölgesi'nin benzer özellikleri bulunmaktadır (Tolunay vd., 2003).

Bu çalışmada araştırma tekniği olarak "Uluslararası Agroforestry Araştırma Konseyi (International Council for Research in Agroforestry, ICRAF)" tarafından geliştirilen "Agroforestry Tanıma, Değerlendirme ve Geliştirme Tekniği (ATDG)" kullanılmıştır. Bu teknikte arazi kullanım sistemlerinin tanımlanması (*üretim sistemlerinin tanımlanması; tarım, ormancılık ve agroforestry üretim sistemi ya da agroforestry üretim sistemi içinde girdiği ana üretim sistemi-örneğin; agrisilvikültürel, silvopastoral veya agrosilvopastoral*) ve üretim tekniklerinin incelenmesinde kullanılmaktadır. Tekniğin bu ilk aşaması "tanıma" olarak belirtilmektedir. Diğer yandan teşhis edilen ve tanımlanan herhangi bir arazi kullanım sistemindeki sorunlar, yine bu teknik ile belirlenebilmekte ve sorunların çözümüne yönelik öneriler geliştirilebilmektedir. Yani üretim sistemi tekrar ele alın-

makta ve planlanmaktadır. Tekniğin bu ikinci aşaması "değerlendirme" olmaktadır. Üçüncü aşamada ise üretim sisteminin sorunlarının çözümüne yönelik uygulamalar yapılmakta olup, bu aşamaya "geliştirme" aşaması denilmektedir. Geliştirme aşamasından elde edilen deneyimler "planlama" aşamasına ulaştırılmaktadır. Son aşama ise geliştirilen ve planlanan üretim tekniğinin "uygulama" aşaması olmaktadır. Çizelge 1'de Agroforestry Tanıma, Değerlendirme ve Geliştirme Tekniği'nin işleyişi aşama aşama gösterilmiştir (Raintree, 1984, 1987, 1990).

Çizelge 1. Tarımsal Ormancılık (Agroforestry) Tanıma&Değerlendirme ve Geliştirme Tekniği (ATDG) (Raintree, 1984, 1987, 1990)

UYGULAMA AŞAMALARI	YANITLANACAK SORULAR	DİKKATE ALINACAK KONULAR	ARAŞTIRMA ŞEKLİ
I. Aşama: TANIMA	• *Hangi arazi kullanım sistemi (tarım, ormancılık ya da agroforestry) kullanılmaktadır? Bu arazide bu sistem niçin seçilmiştir?* • *Kullanım amaçlarına ulaşmak için sistemin nasıl çalıştığı ve hangi fonksiyonları yerine getirdiği incelenmelidir.*	• *Mevcut kaynakların miktarı, arazi kullanım teknolojisinin düzeyi ve arazi kullanım amaçları* • *Sistemi oluşturan bileşenlerle amaçlanan üretim çıktıları ve bu bileşenlerin birlikteliği ve birbirlerine uyumu*	• *Farklı arazi kullanımsistemleri karşılaştırılmalı* • *Sisteme ait üretim tekniği araştırılmalı, temel üretim teknikleri ile karşılaştırılmalı ve benzerlikler ortaya konulmalı*
II. Aşama: DEĞERLENDİRME	• *Üretim sistemi nasıl işlemektedir? Sorunlar varmıdır? Varsa nelerdir? Sisteme hangi noktalardan müdahale edilmelidir?*	• *Sistemin kullanım amaçlarına ulaşılmasını engelleyen sorunlar, özellikle üretim miktarlarındaki düşüklükler, sistemin sürdürülebilirliği*	• *Arazi gözlemleri, ürün verimlerinin düzeyi (tarımsal ürünler, odun ve yem bitkileri, vb gibi)*
III. Aşama: GELİŞTİRME	• *Üretim sistemi nasıl geliştirilmelidir? Sistemin iyi bir şekilde işlememesi için neler yapılmalıdır?*	• *Sistemin sorunlarını çözecek ve geliştirilecek müdahale konuları (yeni tür eklemesi, sulama, budama, vb gibi)*	• *Alternatif müdahale konuları belirlenmeli ve karşılaştırılmalı*
IV. Aşama: PLANLAMA	• *Geliştirilecek ve yenilenecek olan üretim sistemi için belirlenen müdahale konuları zaman, mekân ve finansal açıdan nasıl planlanmalıdır?*	• *Sistemi geliştirmek üzere belirlenen ve zaman, mekân ve finansal açıdan planlanacak konular hakkında mevcut bilgi ve veriler*	• *Mevcut bilgi ve verilerin analizi ve incelenmesi*

IV. Aşama: UYGULAMA	• *Hazırlanan planlar kim tarafından ve nasıl uyarlanacak ve uygulanacaktır?*	• *Sistem hakkında uygulamalardan elde edilen yeni verilerin analizi ve değerlendirilmesi*	• *Elde edilen yeni bilgiler çerçevesinde sistemin tekrar gözden geçirilmesi*

3. BULGULAR

3.1. Batı Akdeniz Bölgesi Tarımsal Ormancılık Üretim Sistemleri ve Bölgesel Dağılımı

Araştırmanın giriş kısmında agroforestry sistemleri 3 ana başlık altında sınıflandırılmıştır. Bunlar; (1) Agrisilvikültürel, (2) Silvopastoral ve (3) Agropsilvopastoral sistemler olarak belirtilmiştir. Bu sınıflandırma temeli ile yapılan arazi incelemelerinde alley ürün yetiştirme, çok tabakalı ağaç bahçeleri, tarımsal arazilerde çok amaçlı ağaç yetiştirilmesi, kırsal ev bahçesi yönetimi, toprak koruma amaçlı ağaçlandırmalar ve rüzgâr perdeleri uygulamaları agrisilvikültürel sistemlerin içinde yer alan üretim teknikleri olarak tespit edilmiş olup bölgede yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Nair (1993a) tarafından yapılan sınıflandırmalarda agrisilvikültürel sistemlerin içerisinde "dönüşümlü arazi kullanımı" ve "taungya" üretim teknikleri yer almaktadır. Arazide yapılan incelemelerde bu üretim tekniklerinin bölge ve Türkiye Ormancılığı için uygulanamayacağı ve bir üretim tekniği olarak alınamayacağı gözlenmiştir. Zira "dönüşümlü arazi kullanımı" orman alanlarının tarımsal üretim amacıyla kullanımına yönelik olarak yapılan bir yasa dışı faaliyet olup, tarımsal üretimden sonra (3-5 yıl) tekrar ormancılık üretimine geçilmemektedir. Bu nedenle gerek Batı Akdeniz Bölgesi gerekse Türkiye ölçeğinde bir Tarımsal Ormancılık (Agroforestry) üretim tekniği olarak değerlendirilmesi mümkün değildir. Aynı durum "Taungya" için de söz konusudur. Ormanların doğal ya da yapay gençleştirilmesi esnasında, aynı arazi üzerinde çeşitli tarımsal ürünlerin üretimine yer vermek gençleştirmenin başarısını olumsuz etkileyecektir. Zaten, 1980'li yılların sonlarında Türkiye'nin değişik yörelerindeki ağaçlandırma çalışmalarında, toprak işçi ya da makine ile yapılan toprak işlemesi yapılan alanlarda çeşitli tarımsal ürünler ile tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştirilmesine izin verilmiş, fakat üretimden beklenen sonuç alınamadığı gibi yapılan ağaçlandırmalar da başarısız olmuştur. Bu nedenle "dönüşümlü arazi kullanımı" ve "taungya" üretim teknikleri Bölgeye ve Türkiye'ye uygun üretim teknikleri değildir. Diğer yandan yine agrisilvikültürel sistemler içerisinde yer alan "ürün bileşimli karışık plantasyon yönetimi", "yakacak odun üretimi" başlıklı üretim tekniklerinin çeşitli uygulama örnekleri bulunmasına rağmen diğer üretim teknikleri ile çok yakın benzerlikleri olduğundan ayrıca teşhis ve tanımlaması yapılmamıştır. Agrisilvikültürel Sistemler;

Alley Ürün Yetiştirme Tekniği: Ağaç, ağaççık, çalı, vb gibi odunsu türler belirli mesafe bırakılarak dikilmekte. Dikilen alan üzerinde gelişerek

büyüyen ve belirli sıra ya da canlı çit oluşturan odunsu türlerin arasında tarımsal ürünler, birlikte yetiştirilmektedir.

Çok Tabaklı Ağaç Bahçeleri: Ağaç, ağaççık, çalı, vb gibi çeşitli odunsu türlerin, planlanmış bir dikim düzeni olmaksızın ratgele dikilerek, çok tabakalı bir ağaç bahçesi oluşturulması ve işletilmesi yapılmaktadır.

Tarımsal Arazilerde Çok Amaçlı Ağaç Yetiştirilmesi: Monokültür şeklinde tarla bitkilerinin yetiştirildiği tarımsal arazilerin içinde ve kenarında meyve ya da yapacak ve yakacak odun üretimine yönelik ağaç yetiştirilmesidir. Ağaçlar tarla içerisinde seyrek ve dağınık vaziyette, tarla kenarlarında ise düzenli sıralar halinde yetiştirilmektedir.

Kırsal Ev Bahçesi Yönetimi: Kırsal yöredeki hanelerin avlusunda yer alan arazi parçalarında, öncelikle hane halkının gıda ihtiyacının karşılanması amacıyla meyva ağaçları, sebze bitkileri ile diğer gereksinimler için (yapacak ve yakacak odun, gölge, vb gibi) odunsu türlerin ve estetik görünüm için çeşitli süs bitkilerinin yetiştirildiği üretim tekniğidir.

Toprak Koruma Amaçlı Ağaçlandırmalar: Toprak kaymaları ve toprak erozyonunun önlenmesi için yol şevleri, eğimli araziler ve teras kenarlarında çeşitli ağaç, ağaççık ve çalı gibi türlerle yapılan ağaçlandırma çalışmalarıdır.

Rüzgâr Perdeleri: Tarımsal arazilerin uygun noktalarına ya da tarlaların kenarlarına, perde vazifesi gören ağaç türlerinin dikilerek, rüzgâr zararının önlenmesine yönelik uygulamalardır.

Çizelge 2. Agroforestry Üretim Sistemleri İçerisinde Yer Alan Agrisilvikültürel Sistemlerin Değerlendirilmesi (Nair,1993a)

ÜRETİM TEKNİĞİNİN ADI	GENEL TANIMI	UYGULANAN YERLERİN ÖZELLİKLERİ
Dönüşümlü Arazi Kullanımı	Doğal vejetasyonunun (ağaç, ağaççık, çalı, vb gibi) kesilmesi ve yakılması ile elde edilen arazi üzerinde bir dönem sadece tarımsal ürünlerin (monokültür olarak) her yıl yetiştirilmesi (genellikle 3-5 yıl), daha sonra hızlı büyüyen ağaç, ağaççık gibi odunsu türlerin plantasyon olarak tesisi ile bir idare süresinde (genellikle5-15 yıl) yetiştirilmesi ve bu arazi kullanımının dönüşümlü olarak devam etmesi	Nüfus yoğunluğu az olan, tropikal bölgelerin, nemli iklimine sahip, derin topraklı, eğimsiz düz kısımları
Taungya	Ağaç ve ağaççık, vb gibi odunsu türler dikilerek tesis edilen bir ağaçlandırma sahasının veya kurulan plantasyonun ilk büyüme ve gelişme yıllarında, çeşitli tarımsal ürünlerin (yıllık olarak yetişen) bir arada (genellikle 2-3 yıl) yetiştirilmesidir.	Tarımsal arazilerin yetersiz ve nüfusun yoğun olduğu tropikal bölgeler

Alley Ürün Yetiştirme Tekniği	Ağaç, ağaççık, çalı, vb gibi odunsu türler belirli mesafe bırakılarak dikilmekte. Dikilen alan üzerinde gelişerek büyüyen ve belirli sıra ya da canlı çit oluşturan odunsu türlerin arasında tarımsal ürünler, birlikte yetiştirilmektedir.	Toprakların verimsiz ve erozyonunu var olduğu, yoğun nüfuslu bölgeler
Çok Tabakalı Ağaç Bahçeleri	Ağaç, ağaççık, çalı, vb gibi çeşitli odunsu türlerin, planlanmış bir dikim düzeni olmaksızın ratgele dikilerek, çok tabakalı bir ağaç bahçesi oluşturulması ve işletilmesi	Aşırı nüfuslu, dolayısıyla işgücünün fazla olduğu, derin ve verimli topraklı bölgeler
Tarımsal Arazilerde Çok Amaçlı Ağaç Yetiştirilmesi	Monokültür şeklinde tarla bitkilerinin yetiştirildiği tarımsal arazilerin içinde ve kenarında meyve ya da yapacak ve yakacak odun üretimine yönelik ağaç yetiştirilmesidir. Ağaçlar tarla içerisinde seyrek ve dağınık vaziyette, tarla kenarlarında ise düzenli sıralar halinde yetiştirilir.	Tarımsal üretimden geçimini sağlayan tüm bölgeler
Ürün Bileşimli Karışık Plantasyon Yönetimi	Belirli bir yöreye özgü endüstriyel nitelikli ürünler ile (kahve, kakao, hindistan cevizi, palmiye yağı, vb gibi) çeşitli meyve ağaçları ve tarımsal ürünlerin, çeşitli bileşimler halinde bir arada yetiştirildikleri sistemdir.	Geçimini tarımsal üretimden sağlayan ve endüstriyel nitelikli ürünlerin yetiştirilebildiği nemli taban arazilerin bulunduğu bölgeler.
Kırsal Ev Bahçesi Yönetimi	Kırsal yöredeki hanelerin avlusunda yer alan arazi parçalarında, öncelikle hane halkının gıda ihtiyacının karşılanması amacıyla meyva ağaçları, sebze bitkileri ile diğer gereksinimler için (yapacak ve yakacak odun, gölge, vb gibi) odunsu türlerin ve estetik görünüm için çeşitli süs bitkilerinin yetiştirildiği üretim tekniğidir.	Nüfus yoğunluğu fazla, tarımsal üretimden geçimini sağlayan tüm bölgeler
Toprak Koruma Amaçlı Ağaçlandırmalar	Toprak kaymaları ve toprak erozyonunun önlenmesi için yol şevleri, eğimli araziler ve teras kenarlarında çeşitli ağaç, ağaççık ve çalı gibi türlerle yapılan ağaçlandırma çalışmaları	Yukarı havzalarda toprak kayması ve erozyon tehlikesi bulunan, eğimli yamaç arazilerin bulunduğu bölgeler ile kumul hareketlerinin görüldüğü alçak araziler
Rüzgâr Perdeleri	Tarımsal arazilerin uygun noktalarına ya da tarlaların kenarlarına, perde vazifesi gören ağaç türlerinin dikilerek, rüzgar zararının önlenmesine yönelik uygulamalar	Tarımsal alanların sınırları
Yakacak Odun Üretimi	Tarımsal alanların üzerine ya da çevresine yakacak odun olarak kullanılacak türlerin dikilerek yetiştirilmesi	Baltalık ormanları, kısa idare süreleri hızlı gelişen türlerin yetiştirilebildiği alanlar

Çizelge 3. Agrisilvikültürel Sistemler (Tarımsal ürünler; ağaç, ağaççık ve odunsu bitkiler yetiştirilmesi)

ÜRETİM TEKNİĞİNİN ADI	GENEL TANIMI	ÜRETİM SİSTEMİNİN GİRDİLERİ
Alley Ürün Yetiştirme Tekniği	Ağaç, ağaççık, çalı, vb gibi odunsu türler belirli mesafe bırakılarak dikilmekte. Dikilen alan üzerinde gelişerek büyüyen ve belirli sıra ya da canlı çit oluşturan odunsu türlerin arasında tarımsal ürünler, birlikte yetiştirilmektedir.	***Odunsu Türler:*** Alle sırası ya da çit oluşturulabilen ve hızlı büyüyen ağaç, ağaççık, vb gibi odunsu türler. ***Tarımsal Bitkiler:*** Yöresel yetişme ortamına uygun olan çeşitli tarla ve bahçe bitkileri.
Çok Tabakalı Ağaç Bahçeleri	Ağaç, ağaççık, çalı, vb gibi çeşitli odunsu türlerin, planlanmış bir dikim düzeni olmaksızın ratgele dikilerek, çok tabakalı bir ağaç bahçesi oluşturulması ve işletilmesi yapılmaktadır.	***Odunsu Türler:*** Büyüme hızı, gelişim formu ve ışığa duyarlılıkları farklı ve çok tabakalı bir yapı oluşturabilecek şekilde yaşama toleransı olan türler ***Tarımsal Bitkiler:*** Genelde bulunmamakla birlikte, bazen gölgeye dayanıklı tarımsal bitkiler katılabilmektedir.
Tarımsal Arazilerde Çok Amaçlı Ağaç Yetiştirilmesi	Monokültür şeklinde tarla bitkilerinin yetiştirildiği tarımsal arazilerin içinde ve kenarında meyve ya da yapacak ve yakacak odun üretimine yönelik ağaç yetiştirilmesidir. Ağaçlar tarla içerisinde seyrek ve dağınık vaziyette, tarla kenarlarında ise düzenli sıralar halinde yetiştirilmektedir.	***Odunsu Türler:*** Çok amaçlı kullanımı olan, odunsu ağaç, ağaççık, vb gibi türler ile çeşitli meyve ağacı türleri ***Tarımsal Bitkiler:*** Yöreye uygun nitelikte, monokültür olarak yetiştirilebilecek tarla bitkileri
Kırsal Ev Bahçesi Yönetimi	Kırsal yöredeki hanelerin avlusunda yer alan arazi parçalarında, öncelikle hane halkının gıda ihtiyacının karşılanması amacıyla meyva ağaçları, sebze bitkileri ile diğer gereksinimler için (yapacak ve yakacak odun, gölge, vb gibi) odunsu türlerin ve estetik görünüm için çeşitli süs bitkilerinin yetiştirildiği üretim tekniğidir.	***Tarımsal Bitkiler:*** Gıda üretimine yönelik mevsimlik sebze bitkileri ***Odunsu Türler:*** Ağırlıklı olarak meyva ağaçları, çit ve gölge vazifesi gören orman ağacı türleri, üzüm asmaları.
Toprak Koruma Amaçlı Ağaçlandırmalar	Toprak kaymaları ve toprak erozyonunun önlenmesi için yol şevleri, eğimli araziler ve teras kenarlarında çeşitli ağaç, ağaççık ve çalı gibi türlerle yapılan ağaçlandırma çalışmalarıdır.	***Odunsu Türler:*** Çok amaçlı kullanımı olan ağaç, ağaççık ve çalı gibi odunsu türler ve çeşitli meyve ağacı türleri ***Tarımsal Bitkiler:*** Yöreye uygun ve monokültür olarak yetiştirilen tarımsal ürünler
Rüzgâr Perdeleri	Tarımsal arazilerin uygun noktalarına ya da tarlaların kenarlarına, perde vazifesi gören ağaç türlerinin dikilerek, rüzgâr zararının önlenmesine yönelik uygulamalardır.	***Odunsu Türler:*** Rüzgâra dayanıklı, boylanma ve dallanma kabiliyeti yüksek ağaç türleri **Tarımsal Bitkiler:** Yöresel olarak yetiştirilen tarımsal bitkiler

Agrisilvikültürel Sistemler

Alley Ürün Yetiştirme Tekniği: En önemli örneği Isparta ve Burdur İllerinin gül tarımının yapılmakta olduğu yöreleridir. Ayrıca alle ağacı olarak meyve ağacı türlerinin (Elma, Kiraz, Ceviz) tesis edildiği ve aralarında tarımsal ürün olarak Mısır ve çeşitli sebze ürünlerinin yetiştirildiği uygulama örnekleri de bulunmaktadır.

Çok Tabaklı Ağaç Bahçeleri: Isparta İli Keçiborlu, Uluborlu, Senirkent, Gönen, Atabey, Eğirdir, Gelendost İlçelerinde çeşitli meyve ağacı türleri ile (elma, kiraz, ceviz, şeftali, kayısı) meyve bahçeleri kurulmuştur. Ticari amaçlı ve tek türe dayanan meyve bahçelerinin dışında küçük alanlarda çok tabakalı ağaç bahçelerine rastlanılmaktadır. Burdur İlinin Yeşilova, Karamanlı, Tefenni, Kemer, Çeltikçi, Ağlasun ve Bucak İlçelerinde de uygulama örnekleri bulunmaktadır. Antalya İlinin Kumluca'dan Finike' ye kadar uzanan sahil kesiminde, sera üretiminin yapılmadığı taban arazilerde yer yer rastlanılmaktadır.

Tarımsal Arazilerde Çok Amaçlı Ağaç Yetiştirilmesi: Bu uygulama örneği, sulama olanağının bulunmadığı ve kuru tarım yapılan (buğday, arpa, vb gibi ürünlerin yetiştirildiği) yukarı havza arazilerinde yaygın olarak görülmüştür. Kullanılan odunsu ağaç türleri; kavak, söğüt, iğde, badem gibi türlerdir. İğde özellikle Burdur Gölü havzasındaki arazilerin sınırlarına yaygın olarak dikilmiştir. Karakavak türü ile yapılan sınır ağaçlandırmaları Isparta İlinde yaygındır. Söğüt türü ile yapılan sınır ağaçlandırmaları, İç Anadolu geçiş zonunda bulunan Yalvaç, Gelendost ve Aksu ilçelerinde yaygındır. Bu arazilerde bulunan ağaçlardan yakacak ve yapacak odun temini, çeşitli kabuklu meyve elde edilmesi, sınır tespiti ve gölge amaçlı faydalanma söz konusudur.

Kırsal Ev Bahçesi Yönetimi: Bölgenin kırsal yörelerindeki tüm yerleşim birimlerinde yaygın olarak rastlanılmaktadır. Başarılı uygulama örnekleri olduğu gibi, başarısız örnekler de görülmüştür. Bahçelerde odunsu türlerden meyve ağacı türleri ağırlıklı olarak tercih edilmiştir. Mevsimlik olarak sebze türleri ekilmektedir. Üretim asli olarak hane halkının gereksinimlerini karşılamak amacıyla yapılmaktadır. Üretim fazlasını yöresel pazarlarda satılmaktadır.

Toprak Koruma Amaçlı Ağaçlandırmalar: Bölgede özellikle yukarı havzaların toprak erozyonuna maruz kısımlarında yaygın örnekleri bulunmaktadır. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolu Genel Müdürlüğü tarafından, erozyon kontrolu amaçlı birçok uygulamaya rastlanılmıştır. Uluborlu İlçesi 'nde Pupa Çayı Erozyon Kontrolu Projesi uygulamalarında ve Senirkent İlçesi 'nde yamaç tahkimi için yapılan bentler ve yol şevlerinde özellikle yalancı akasya türü yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Ayrıca, Sütçüler İlçesi (Kasımlar Kasabası) karayolunun muhtelif noktalarında kavak, çınar ve yalancı akasya türleri ile sınır ağaçlandırmaları yapılmıştır. Burdur ve Antalya İllerinin yukarı havzalarında yaygın örnekler bulunmaktadır.

Rüzgâr Perdeleri: Isparta ve Burdur İllerinin düzlük taban arazilerinde piramidal kavak ve Antalya İli 'nin sahil kesimindeki tarımsal arazilerin sınırlarında servi türü ile yapılan örnekler bulunmaktadır.

*Çizelge 4. Batı Akdeniz Bölgesinde Agrisilvikültürel Sistem Örnekleri**

ÜRETİM TEKNİĞİNİN ADI	UYGULAMA YAPILAN YERLER
Alley Ürün Yetiştirme Tekniği	En önemli örneği Isparta ve Burdur İllerinin gül tarımının yapılmakta olduğu yöreleridir. Ayrıca alle ağacı olarak meyve ağacı türlerinin (elma, kiraz, ceviz) tesis edildiği ve aralarında tarımsal ürün olarak mısır ve çeşitli sebze ürünlerinin yetiştirildiği uygulama örnekleri de bulunmaktadır.
Çok Tabakalı Ağaç Bahçeleri	Isparta İli Keçiborlu, Uluborlu, Senirkent, Gönen, Atabey, Eğirdir, Gelendost İlçelerinde çeşitli meyve ağacı türleri ile (elma, kiraz, ceviz, şeftali, kayısı) meyve bahçeleri kurulmuştur. Ticari amaçlı ve tek türe dayanan meyve bahçelerinin dışında küçük alanlarda çok tabakalı ağaç bahçelerine rastlanılmaktadır. Burdur İlinin Yeşilova, Karamanlı, Tefenni, Kemer, Çeltikçi, Ağlasun ve Bucak İlçelerinde de uygulama örnekleri bulunmaktadır. Antalya İlinin Kumluca'dan Finike' ye kadar uzanan sahil kesiminde, sera üretiminin yapılmadığı taban arazilerde yer yer rastlanılmaktadır.
Tarımsal Arazilerde Çok Amaçlı Ağaç Yetiştirilmesi	Bu uygulama örneği, sulama olanağının bulunmadığı ve kuru tarım yapılan (buğday, arpa, vb gibi ürünlerin yetiştirildiği) yukarı havza arazilerinde yaygın olarak görülmüştür. Kullanılan odunsu ağaç türleri; kavak, söğüt, iğde, badem gibi türlerdir. İğde özellikle Burdur Gölü havzasındaki arazilerin sınırlarına yaygın olarak dikilmiştir. Karakavak türü ile yapılan sınır ağaçlandırmaları Isparta İlinde yaygındır. Söğüt türü ile yapılan sınır ağaçlandırmaları, İç Anadolu geçiş zonunda bulunan Yalvaç, Gelendost ve Aksu ilçelerinde yaygındır. Bu arazilerde bulunan ağaçlardan yakacak ve yapacak odun temini, çeşitli kabuklu meyve elde edilmesi, sınır tespiti ve gölge amaçlı faydalanma söz konusudur.
Kırsal Ev Bahçesi Yönetimi	Bölgenin kırsal yörelerindeki tüm yerleşim birimlerinde yaygın olarak rastlanılmaktadır. Başarılı uygulama örnekleri olduğu gibi, başarısız örnekler de görülmüştür. Bahçelerde odunsu türlerden meyve ağacı türleri ağırlıklı olarak tercih edilmiştir. Mevsimlik olarak sebze türleri ekilmektedir. Üretim asli olarak hane halkının gereksinimlerini karşılamak amacıyla yapılmaktadır. Üretim fazlasını yöresel pazarlarda satılmaktadır.
Toprak Koruma Amaçlı Ağaçlandırmalar	Bölgede özellikle yukarı havzaların toprak erozyonuna maruz kısımlarında yaygın örnekleri bulunmaktadır. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolu genel Müdürlüğü tarafından, erozyon kontrolu amaçlı birçok uygulamaya rastlanılmıştır. Uluborlu İlçesi 'nde Pupa Çayı Erozyon Kontrolu Projesi uygulamalarında ve Senirkent İlçesi 'nde yamaç stabilizasyonun için yapılan bentler ve yol şevlerinde özellikle yalancı akasya türü yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Ayrıca, Sütçüler İlçesi (Kasımlar Kasabası) karayolunun muhtelif noktalarında kavak, çınar ve yalancı akasya türleri ile sınır ağaçlandırmaları yapılmıştır. Burdur ve Antalya İllerinin yukarı havzalarında yaygın örnekler bulunmaktadır.
Rüzgâr Perdeleri	Isparta ve Burdur İllerinin düzlük taban arazilerinde piramidal kavak ve Antalya İli 'nin sahil kesimindeki tarımsal arazilerin sınırlarında servi türü ile yapılan örnekler bulunmaktadır.

* Batı Akdeniz Bölgesi'nde tespit edilen tarımsal ormancılık üretim sistemleri ve yöresel dağılımları (Tolunay vd., 2003 'den yararlanılarak hazırlanmıştır)

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Klasik tarım ve ormancılık uygulamaları kırsal yöre insanlarının gereksinimlerini karşılayamamaktadır. Bu nedenle kırsal yöre insanlarının

gıda ve gelir güvenliğinin sağlanmasında yeni arazi kullanım şekillerinin incelenmesine ve araştırılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu inceleme ve araştırmalar, yeni bir arazi kullanım şeklinin klasik tarım ve ormancılık üretimlerinin eksikliklerinin giderilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Sonuç olarak Tarımsal Ormancılık (Agroforestry) üretim tekniği ortaya çıkmıştır.

Tarımsal Ormancılık (Agroforestry) üretim teknikleri geleneksel uygulamalar şeklinde gelişmekte olan ya da az gelişmiş ülkelerde (AGÜ) ortaya çıkmış ve üretim tekniklerinin ilk sınıflandırmaları bu ülkeler dikkate alınarak yapılmıştır. Fakat bugün gelişmiş ya da az gelişmiş ülke ayrımına bakılmaksızın, dünyanın farklı coğrafi ve ekolojik özellikteki bütün yörelerinde agroforestry uygulamalarına rastlanılmaktadır. Oysa 40 yıl önce böyle bir durumu görebilmek mümkün değildir. Çünkü AGÜ'ler zorunlu olarak kırsal yöre insanlarının gereksinimlerinin karşılanmasında önemli yeri olan Tarımsal Ormancılık üretim tekniklerinin uygulanması ve geliştirilmesine önem verirken, gelişmiş ülkeler (GÜ) ticari amaçlı ve monokültüre dayalı endüstriyel tarım ürünlerinin (pamuk, buğday, tütün, şeker pancarı, vb gibi) yetiştirilmesine yönelik tarımsal politikalar izlemişlerdir (Tolunay vd., 2003; 2004).

Bugün gelişmiş ülkelerin bu politikalardan uzaklaştığı, doğal dengeye zarar vermeyen ve özellikle insan sağlığına zararlı maddeleri içermeyen tarımsal ürünlerin üretildiği yeni üretim tekniklerine ilgi gösterdikleri görülmektedir. İyi tarım uygulamaları bunlardan biri olarak gösterilebilir. Bu açıklamalar tüm dünyada, klasik tarım anlayışından hızla uzaklaşıldığını ve genellikle Tarımsal Ormancılık olarak adlandırılan toprağa dayalı yeni üretim teknikleri üzerinde yoğunlaşıldığını işaret etmektedir. Bu nedenle Tarımsal Ormancılık üretim sistemlerine her geçen gün yeni üretim teknikleri eklenmekte, daha önce yapılan sınıflandırmalar gözden geçirilmektedir.

Bu araştırmada, Nair (1993b) tarafından geliştirilen ve çeşitli ölçütlere (yapısal, işlevsel, sosyoekonomik) dayalı olarak yapılan sınıflandırmanın elverişli ve kullanışlı olduğu görülmüştür (Tolunay vd., 2003). Bu sınıflandırma temeli ile yapılan arazi incelemelerinde alley ürün yetiştirme, çok tabakalı ağaç bahçeleri, tarımsal arazilerde çok amaçlı ağaç yetiştirilmesi, kırsal ev bahçesi yönetimi, toprak koruma amaçlı ağaçlandırmalar ve rüzgâr perdeleri uygulamaları agrisilvikültürel sistemlerin içinde yer alan üretim teknikleri olarak tespit edilmiş olup bölgede yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Nair (1993a) tarafından yapılan sınıflandırmalarda agrisilvikültürel sistemlerin içerisinde "dönüşümlü arazi kullanımı" ve "taungya" üretim teknikleri yer almaktadır. Arazide yapılan incelemelerde bu üretim tekniklerinin bölge için uygulanamayacağı ve bir üretim tekniği olarak alınamayacağı gözlenmiştir. Zira "dönüşümlü arazi kullanımı" orman alanlarının tarımsal üretim amacıyla kullanımına yönelik olarak yapılan bir yasa

dışı faaliyet olup, tarımsal üretimden sonra (3-5 yıl) tekrar ormancılık üretimine geçilmemektedir. Bu nedenle gerek Batı Akdeniz Bölgesi gerekse Türkiye ölçeğinde bir agroforestry üretim tekniği olarak değerlendirilmesi mümkün değildir. Aynı durum "Taungya" için de söz konusudur. Ormanların doğal ya da yapay gençleştirilmesi esnasında, aynı arazi üzerinde çeşitli tarımsal ürünlerin üretimine yer vermek gençleştirmenin başarısını olumsuz etkileyecektir. Bu nedenle "dönüşümlü arazi kullanımı ve taungya" üretim teknikleri Bölgeye ve Türkiye'ye uygun üretim teknikleri değildir.

Isparta'da İlinde iklimin, arazi yapısı ve koşullarına uygun olarak tarımsal üretimler yapılmaktadır. İl genelinde geleneksel tarımsal uğraşlar içinde tarımsal ormancılık çalışmaları da görülmektedir. Isparta İli bünyesindeki köylerde çok sayıda ağaç ve bitki türü tarımsal üretime katılmaktadır. Ev bahçelerinde en çok kavak türü dikilmiştir. Kavaklar rüzgâr perdesi ve sınır belirtme amaçlı tesis edilmiştir. Kavak ağaçlarından gölge, yakacak ve yapacak odun ihtiyaçları da karşılanmaktadır. Köylerin tarımsal üretim yapılan bahçelerinde Kavak (*Populus* L.), *Populus canadensis,* Söğüt (*Salix alba* L.), akasya (*Acacia* L.) ve İğde (*Elaegnus angustifolia var. orientalis* (L.) Ktze.) türleri dikilmiştir. Aksöğüt (*Salix alba* L. köy yollları boyunca yolunun her iki tarafında ve tarlaların sınırlarına tesis edilmiştir. Yalancı iğde türünden gölge amaçlı yararlanıldığı gibi zamanla ağaçlar budanarak dallarından da yararlanılmaktadır. Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) türü bahçelerde dekoratif amaçlı dikilmiştir. Ev bahçelerinde ve tarla sınırlarında belirtilen ağaç türlerinin yanında meyve ağaçları da dikilmektedir. Meyve ağaçlarından Elma, Kiraz, Ceviz, Muşmula ve İncir yetiştirilen ağaçlardandır. Meyve üretiminde bağcılığın da önemli yeri bulunmaktadır. Ev bahçelerinde ve tarım alanlarında ağaç türleriyle birlikte mevsimlik sebzeler yetiştirilmektedir. Yetiştirilebilen sebzeler; Bamya, Biber, Su Kabağı, Fasulye, Domates ve Mısır olmaktadır. Yetiştirilen meyve ve sebzeler daha çok hane halkı tarafından tüketilmektedir. Ancak bahçelerde yetiştirilen kızılcık türünün meyveleri civar pazarlarda da satılmaktadır. Isparta İlinde özellikle orman köyü niteliğinde olan köylerde ormanlık alanlar bulunmaktadır. Bu köyler ormanlık alanlarından Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün izinleri çerçevesinde yararlanılmaktadır. Köylerde ağaç türlerinin mevsimlik sebzelerle birlikte yetiştirildiği ev bahçeleri bulunmaktadır. Yine tarımsal ormancılık sistemleri içinde bulunan rüzgâr perdesi tesisi ve sınır ağaçlandırmaları görülmektedir. Bu sistemlerde kullanılan ağaç türleri Meşe (*Quercus* L.), Kavak (*Populus* L.), Servi (*Cupressus* L.), Ceviz (*Juglans regia* L.), meyve ağaçları ve süpürge çalısı (*Calluna vulgaris* L.) olmaktadır. Alley üretim sistemine örnek olabilecek bir arazi kullanımında Ceviz (*Juglans regia* L.) fidanı dikilen araziler üzerinde ara ürün olarak Kavun ve Karpuz yetiştirilmektedir. Ayrıca köylerdeki bahçelerin ön kısmı mevsimlik sebze üretimine ayrılmıştır.

Mevsimlik sebzelerden Mısır, Kabak, Biber, Bamya, Turp, Soğan türleri yetiştirilmektedir. Bu arazi kullanım modelinde meyve ağaçları da dikilmiştir. Uygulanan Alley Ürün Sistemi bilinçli olarak uygun aralık mesafelerde yapılan bir üretim sistemi değildir. Kuru tarımın yapıldığı alanlarda arazinin yapısına uyabilen ağaç türleri bulunmaktadır. Kuru tarım yapılan tarım alanları sınırında seyrek olarak Ardıç türü bulunmaktadır. İlin diğer kuru tarım yapılan alanlarında sınır ağacı olarak Badem türüne sıkça rastlanmaktadır. Gül yetiştiriciliği yapılan arazilerin sınır boylarında meyve ağaçları yanında Söğüt (*Salix* L.), Ardıç (*Juniperus excelsa* L.), İğde (*Elaeagnus* L.), Servi (*Cupresus sempervirens* var. *pramidalis* Nym.) türleri dikilmiştir. Alley ürün sisteminde gül üretilen sıraların yanında meyve açlarının yetiştirildiği sıraların bulunduğu arazi kullanım modelleri de bulunmaktadır. Isparta Eğridir ilçesi meyve özellikle elma üretiminde önemli gelişmeler kaydetmiş bir ilçedir. Üretici elma ağacı sıraları arasında domates yetiştirmektedir. Elma ağaçları belirli bir aralık mesafeye göre dikilmiştir. Bu arazi kullanım modeli "Alley Üretim Sistemine" güzel bir örnektir. Isparta Yöresinde meyve yetiştiriciliğinde en çok Elma, Kiraz, Şeftali, Erik ve Armut kullanılmaktadır. Yalvaç ve Senirkent İlçelerinde de yoğun olarak kayısı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yörede üzümsü meyve türleri çok az miktarda yetiştirilmektedir. Gül yetiştirilen alanların zamanla daralması nedeniyle bu alanlarda üzümsü meyvelerin yetiştirilmesi söz konusu olmuştur. Yöre için yetişme muhitine uygun ve ekonomik getirisi olan Frenk Üzümü, Ahududu ve Böğürtlen türleri yetiştirlmeye başlanmıştır. Diğer yandan Isparta İlinde Kozluca ve Kuyucak köylerinde tarımsal alanlarda lavanta yetiştirilmektedir. Lavanta (*Lavandula angustifolia* L.) yetiştirilen alanlarda gölge amaçlı ya da sınır teşkil amaçlı olarak badem ve meyve ağaçları dikilmiştir (Filiz, 2003).

Burdur İlinde ekonomik değere sahip olan türlerin başında Ceviz, Kapari ve Kavak gelmektedir. İlin ilçelerinde iklim ve arazi özelliklerine bağlı olarak farklı birçok bitki türü görülebilmektedir. Bu türler şöyle sıralanabilir. Ilgın (*Tamarix* L.) türü yörede doğal olarak bulunmakta ve tarla ve bahçelerin sınırlarında çit bitkisi olarak kullanılmaktadır. Doğal olarak bulunan böğürtlen türünden meyvelerinin toplanması şeklinde veya çit bitki olarak yararlanılmaktadır. Münferit olarak Söğüt (*Salix caprea* L., *Salix viminalis* L., *Salix alba* L.) ve Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.), türlerine bahçelerde rastlanabilmektedir. Yörede görülen diğer türler Çiçekli Dişbudak (*Fraxinus ornus* L.) Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), Dut (*Morus alba* L.), Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), Sedir (*Cedrus libani* A.Rich.), Doğu Çınarı (*Platanus orientalis* L.), Korunga, Kekik ve Kapari olmaktadır. Burdur İlinde hayvansal yem ihtiyacını karşılamak için Sivopastoral Üretim Sistemleri içinde Adi Yonca (*Medicago sativa* L.) yetiştirilmektedir (Filiz ve Tolunay, 2003).

Antalya ilinde Akdeniz iklimi altında Burdur ve Isparta İllerinde görünmeyen tarımsal bitkileri ve ağaç türlerini görmek mümkündür. Tarımsal üretimin en büyük bölümünü Korkuteli ve Elmalı ilçeleri sağlamaktadır. Antalya turunçgillerin üretiminde önemli bir yere sahiptir. Özellikle Antalya Merkez, Alanya ve Finike ilçeleri önemli merkezlerdir. Antalya muz üretiminde de önem arz etmektedir. Yetiştirilen tarla ürünlerinden, tahıllardan en fazla Buğday, Arpa, Yulaf, baklagillerden Nohut, endüstriyel bitki olarak Şeker Pancarı, Pamuk ve Susam gelmektedir. Akdeniz İklimine uygun aynı zamanda ekonomik getirisi olan, Antalya İli için ekonomik değeri olan türler; Zeytin (*Olea europaea* L.), Defne (*Laurus nobilis* L.), Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.), Demir Ağacı (*Casuarina equisetifolia* L.), Akdut (Morus alba L.), Kıbrıs Akasyası (*Acacia cyanophylla* Lindl.), Yabani Mersin (*Myrtus communis* L.), Derici Sumağı (*Rhus coriaria* L.), Boyacı Sumağı (*Rhus continus* L.), Kırmızı Ahududu (*Rubus idaeus* L.), Frenk Üzümü (*Ribes* L.), Kapari (Ca*pparis spinosa* L., C*apparis ovata Desf.*), Mercan Köşk (*Origanum* L.), Meyan Kökü (*Glycyrhiza glabra* L.), Adi Oğulotu (*Melissa officinalis* L.), Adaçayı (*Salvia* L.), Sakız Ağacı (*Pictacia lenticus* L.), Kekik (*Thymus* spp.), lavanta (*Lavandula* L.), Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) olmaktadır (Filiz, 2002).

Teşekkür

Bu çalışma, 117O549 nolu proje kapsamında Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir. Bu desteklerinden dolayı proje ekibi olarak teşekkürlerimizi ve şükranlarımızı sunarız.

Kaynaklar

Ayberk, S., 1992. Tarımsal Ormancılığın Tanımı, Önemi, Uygulama ve Araştırmalardan Örnekler. *Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü Dergisi*, Yıl: 1992, Cilt: 1, Seri No: 18, İzmit, Türkiye.

Filiz, S., 2002. Batı Akdeniz Bölgesinde Agroforestry (Tarımsal Ormancılık) Uygulamalarında Kullanılabilecek Uygun Türler. (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.

Filiz, S., Tolunay, A. 2003. Isparta İlinde Agroforestry Uygulamaları ve Bu Uygulamalarda Kullanılabilecek Bitki Türleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı:2, ISSN: 1302-7085, Isparta, Türkiye.

Geray, U., ve Görcelioğlu, E., 1983. Tarım ve Orman Arazileri Kullanımında Karma Sistemler, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, Cilt: 33, Sayı: 1, İstanbul, Türkiye.

Nair, N.P.K., 1993a. *An Introduction to Agroforestry*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holland.

Nair, N.P.K., 1993b. Agroforestry Issues in Community Forestry, A Note of Sixty Certificate Course in Community Forestry at RECOFTC (Unpublished), Bangkok, Thailand.

Raintree, J.B., 1984. A Systems Approach to Agroforestry Diagnosis and Design: ICRAF"s Experience whit an Interdisciplinary Methodology, Paper to The IV. World Congress on Rural Sociology, 15-21 December 1984, Manila, Philippines.

Raintree, J.B. 1987. The State of The Art of Agroforestry Diagnosis and Design. *Agroforestry Systems* 5, 219-250 s.

Raintree, J.B. 1990. Theory and Practice of Agroforestry Diagnosis and Design. In: MacDicken, K.G. and Veergara, N.T. (eds.). *Agroforestry: Clarification and Management*, 58-97 s, New York, USA.

Tolunay, A., 1998. Sosyal Ormancılık ve Türkiye Açısından Önemi. (Basılmamış Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Ekonomisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.

Tolunay, A., Korkmaz, M., ve Alkan, H. 2003. Batı Akdeniz Bölgesinin Agroforestry (Tarımsal Ormancılık) Üretim Potansiyeli, Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma Projeleri Yönetim Birimi, SDÜ Araştırma Projesi, Proje No: 275, Isparta.

Tolunay, A., Korkmaz, M., ve Alkan, H. 2004. "Classification of Traditional Agroforestry Practices in West Mediteranean Region of Turkey", 1st World Congress of Agroforestry, 27 June-02 July 2004, Orlando, Florida, USA.

Bölüm 2

ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ ATAMA VE YER DEĞİŞTİRME UYGULAMALARININ KURUMSAL ETKİLERİ

Ufuk COŞGUN[1]

1 Doç. Dr., Karabük Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Ormancılık Politikası ve Yönetimi Anabilim Dalı Başkanı Karabük. ufukcosgun@karabuk.edu.tr

1-GİRİŞ

Son günlerde ülkemizde çok önemli doğa olayları yaşanmaktadır. Önce Akdeniz havzasındaki orman yangınlarıyla yurdumuzun dört bir yanı alevler içinde kalmıştır. Daha bu yangınların külleri sönmemişken bir de kuzey bölgelerimizde kısa sürede yoğun yağışların neden olduğu sel felaketi yaşanmıştır. Güneyde ve kuzeyde oluşan hasarların yaraları sarılmaya çalışılırken bir taraftan da nedenleri sorgulanmaya başlanmıştır. Yangınlardaki eksikliklerimiz ile sel felaketine yönelik yetersizliklerimiz tüm yurttaşlarımızı derinden üzmüştür.

Tüm bu olumsuzlukların yaşanmasının temelinde birkaç sorun yatmaktadır. Bunların başında; yaşanacak bu felaketlerin geldiğine yönelik ip uçları görülürken gerekli önlemlerin alınması yönünde ilgililerin duyarlı davranmaması gelmektedir. Yaşanan süreçlerde krizlerin iyi yönetilememesi bir başka neden olarak karşımıza çıkmaktadır. Her iki doğa olayı için de son yıllarda orman alanlarına yönelik vurdum duymaz talan anlayışı en büyük neden olarak görülmektedir. Orman alanlarının amaç dışı kullanımlarının bir sonucu olan, orman alanlarının orman dışına çıkarılması yani; "2/b" olgusuyla başlamak gerekmektedir. Yıllardır küçük çıkarlar için orman alanlarının ormancılık dışı amaçlarla yararlanma anlayışına göz yumulmuştur. Bunun bir sonucu olarak milyar dolarlar kazanılacağı gerekçesiyle bu alanların yasa dışı yollarla kullananlara satılması anlayışı ortaya çıkmıştır. Yapılan uygulamalarla da orman alanları ormancılık dışı amaçlarla kullanımlar için yok edilmiştir. Orman alanlarının "2/b" uygulamalarıyla satışından beklenen gelirin elde edilemediği görülmektedir. Ancak, yüksek gelir elde edilecek yaklaşımıyla karar merkezlerini yanlış yönlendirenlerle bu konunun değerlendirilmesi yapılamamıştır. Uygulama orman alanlarıyla halkın daha fazla iç içe olmasına neden olmuştur. Orman yangınlarının çıkma nedenlerini ilgili kurum ne kadar farklılaştırarak istatistiklerle konuyu örtmeye çalışsa da ülkemizdeki orman yangınlarının %90 üzerinde bir oranla insan kökenli olduğu bilinmektedir. Doğru teşhis doğru çözümler üretilmesini sağlayacaktır. İnsan faktörlü yangınları değerlendirme dışı tutuğunuzda %10 ve daha az oran da yangınların doğal yangın (yıldırım vb. nedenler) olduğu görülmektedir. Orman yangınlarıyla ilgili süreçte üç aşamalı olarak değerlendirilmelidir. Birincisi yangın öncesi önlemler, ikincisi yangın sırasında, yangınla mücadele önlemleri, üçüncüsü ise, yangın sonrası yanan alanların rehabilitasyonu/restorasyonuna yönelik süreçlerdir. Bu süreçlere yönelik teknik analizler bir başka makale konusu kapsamındadır. Ancak burada üzerinde durulması gereken konu yetişmiş bilgi çalışanlara yönelik atama ve yer değiştirmelerdir. Çünkü yangınla mücadele aşamasında yangınların çıktığı havzalarda ve mikro havzalarda rüzgârın yönü ve şiddeti oldukça önemlidir. Bu alanlarda hangi saatlerde rüzgâr hangi yönde eseceği, mücadelede çalışılan ekibin tanınması hem

söndürme işlerinde hem de can güvenliği açısından önem taşımaktadır. Belirtilen konularda deneyimli olmak ise zaman gerektirmektedir. Yangına hassas alanlardaki Orman Bölge Müdürlüğü kapsamında hizmet verenlerin böyle deneyim kazanmaları kolay olmamakta ve zaman gerektirmektedir. Oysa yapılan atama ve yer değiştirme iş ve işlemleri bu anlayışı ne yazık ki, görmezden gelmektedir.

Benzer bir durum sel felaketinin yaşandığı alanlar için de geçerlidir. Bu yörelerimizde havzalar eğimli suyun hızla aşağı alanlar inme riski yüksektir. Bu havzalarda yapılacak teknik müdahalelerin şekli ve şiddeti iyi ayarlanmalıdır. Mikro hazlardaki derelerin ıslahı önemlidir. Bu konuda alana yönelik uzmanlık gerektirmektedir. Ülkemizde yaşanan her iki konu için de görev almış olan orman mühendisleri teknik olarak gerekli standart bilgi donanımına sahiptir. Ancak yöresel olarak alan özelinde bu bilgilerin ne yönde ve nasıl daha etkin kullanılabileceği alanda çalışmış olmakla deneyim kazanmakla doğrudan ilgilidir. Bu ise zaman gerektirmektedir. İşte büyük eksiklikte bu aşamada karşımıza çıkmaktadır. Orman Genel Müdürlüğü'nde (OGM) çalışanlar rotasyon nedeniyle tam da çalıştıkları alanlar konusunda bilgili ve yeterli olmaya başladığı bir süreçte atama ve yer değiştirme uygulaması ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Yapılan uygulamayla kurumdaki birimlerin hafızaları silinmekte hatta yok edilmektedir.

Bir başka kök nedeni ise kamuda yönetim birimlerinde görev alan çalışanlar arasında liyakatten hızla uzaklaşılması oluşturmaktadır. Görev yaptıkları süre içerisinde konularında bilir kişi haline gelmiş çalışanlar liyakate dikkat edilmeden yerlerinden edilmektedir. Yasal süreçlerin işlerliği ortadan kaldırılarak yapılan atamalardan geri dönüşlerinin büyük oranda önü kesilmiştir. Yaşanılan güçlüklerin karşılığı tazminat uygulamaları liyakate aykırı atamaları yapanlardan değil kamunun sorumluluğuna yönlendirilmektedir. Dolayısıyla atama ve yer değiştirmeler giderek politik bir yapı kazanmaktadır.

İlk kez 13.10. 2013 tarih ve 28794 sayılı resmî gazetede yayınlanan **"Orman Genel Müdürlüğü Personelinin Atama ve Yer Değiştirme Esaslarına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik"** ile OGM'de başlatılan **"Rotasyon"** uygulaması, yukarıda bahsedilen şekilde birçok çalışanı bulundukları alanlardan, tanımaya başladıkları alandan uzaklaştıran bir nitelik kazanmıştır. Yasal süreçlerle yapılan atamalarda geri dönüşler olması nedeniyle yönetmelik, 05.09.2014 tarihinde, 06.02.2015 tarihinde 30.10 2016 ve son olarak da 31.10.2019 tarihinde değişikliklere uğramıştır (Anonim, 2013, 2014,2015,2016, 2019). Bu değişikliklerin yanısıra bir başka dikkati çeken önemli noktayı ise aynı bakanlık çerçevesinde aynı meslek dalındaki çalışanlardan sadece OGM'de çalışanlar için böyle bir rotasyon uygulamasının söz konusu olmasıdır.

Aynı bakanlık içerisindeki diğer Genel Müdürlükler dışında sadece OGM'de ortaya çıkan bu uygulama için süreç içerisinde çeşitli çalışmalar ortaya konmuştur (Coşgun,2012,2015; Daşdemir, 2017)

2- MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın materyalini, OGM rotasyon uygulamasıyla karşı karşıya kalmış orman mühendislerinin yasal itiraz başvuru dosyalarının incelenmesi, bu konuyla ilgili yapılmış bilimsel çalışmaların incelenmesiyle elde edilen verilerden oluşmaktadır. Ayrıca atama ve yer değiştirmeye maruz kalan orman mühendisleriyle yüz yüze yapılan görüşmelerden elde edilen bilgi ve görüşlerde materyal olarak değerlendirilmiştir.

3- BULGULAR ve TARTIŞMA

OGM'nin rotasyon olarak bilinen **Orman Genel Müdürlüğü Personelinin Atama ve Yer Değiştirme Esaslarına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik**" ile ortaya çıkan yasal olumsuzluklar başlıca üç başlık halinde irdelenmiştir. Bunlar;

1. Anayasaya Doğrudan Aykırılıklar,
2. 657 Sayılı Devlet Memurları Yasasına Aykırılık,
3. "Devlet Memurlarının Yer Değiştirme Suretiyle Atanmalarına İlişkin Yönetmelik" Hükümlerine Aykırılık, şeklindedir.

3.1. Anayasaya Doğrudan Aykırılıklar

Anayasamızın 10 maddesi "Kanun Önünde Eşitlik" konusunu içermektedir. Anayasanın bu maddesi "***Madde 10 –*** *Herkes, dil, ırk, renk, cinsiyet, siyasi düşünce, felsefi inanç, din, mezhep ve benzeri sebeplerle ayırım gözetilmeksizin kanun önünde eşittir.* ***(Ek fıkra: 7/5/2004-5170/1 md.)*** *Kadınlar ve erkekler eşit haklara sahiptir. Devlet, bu eşitliğin yaşama geçmesini sağlamakla yükümlüdür.* ***(Ek cümle: 7/5/2010-5982/1 md.)*** *Bu maksatla alınacak tedbirler eşitlik ilkesine aykırı olarak yorumlanamaz.* ***(Ek fıkra: 7/5/2010-5982/1 md.)*** *Çocuklar, yaşlılar, özürlüler, harp ve vazife şehitlerinin dul ve yetimleri ile malul ve gaziler için alınacak tedbirler eşitlik ilkesine aykırı sayılmaz.*

Hiçbir kişiye, aileye, zümreye veya sınıfa imtiyaz tanınamaz.

Devlet organları ve idare makamları bütün işlemlerinde (...) kanun önünde eşitlik ilkesine uygun olarak hareket etmek zorundadırlar." şeklindedir (Anonim, 1982).

3.1.1. Anayasaya Aykırılık Yönetmelik Madde 3

Orman Genel Müdürlüğü Personelinin Atama ve Yer Değiştirme Esaslarına İlişkin yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmeliğin

Madde 3 değiştirilmiştir. Bu değişikliğe göre; *"**MADDE 6 –** (1) Orman Genel Müdürlüğü merkez ve taşra teşkilatında yer alan Şube Müdürü, etüd proje başmühendisliklerindeki ve araştırma enstitü müdürlüklerinde görev yapan Başmühendisler, Müdür, Müdür yardımcısı, Şef (Teknik) görevini yürüten personel, amenajman rehberlik ve denetim, orman amenajman ve orman kadastro başmühendisliklerinde görev yapan mühendisler hariç olmak üzere Mühendis, Mimar ve Sayman zorunlu yer değiştirmeye tabidir."* şeklinde belirtilmiştir. Burada belirtilen Sayman ve Mimar mesleğine sahip olan çalışanlar dışında kalan tüm çalışanlar **"Mühendis"** unvanına sahiptir. Orman Mühendisi mesleğini yapan orman fakültelerden mezun **"Orman Mühendisi**" unvanı ile mezun olan mühendisler eşit haklara sahip olmalıdır. 2019 yılında çıkarılan ve önceki yönetmeliklerde yapılan bu değişiklik Anayasa'nın 10. Maddesine aleni olarak aykırılık içermektedir.

3.1.2. Anayasaya Aykırılık Yönetmelik Madde 10 "ç" ve "d" Bentleri

Aynı yönetmeliği **Madde 10'da da değişiklikler gerçekleştirilmiştir**. Buna göre "**MADDE 6 –** Aynı Yönetmeliğin 10 uncu maddesinin başlığı "Hizmet birimlerinde en fazla çalışılabilecek süreler" şeklinde değiştirilmiş, birinci fıkrasının (a), (b), (ç), (d) bentleri ile ikinci fıkrası aşağıdaki şekilde değiştirilmiş ve aynı maddeye aşağıdaki fıkra eklenmiştir." Şeklindedir burada yer alan "ç" ve "d" bentlerinde ise;

"ç) Bölge Müdür Yardımcıları aynı bölge müdürlüğü bünyesinde aynı görevde 5 yıldan fazla,"

"d) Enstitü müdür ve müdür yardımcıları aynı müdürlükte aynı unvanda 10 yıldan fazla,"

ibarelerine yer verilmiştir. Bu ifadelerden söz konusu yönetim görevlerinden vazgeçildiğinde aynı birimlerde görev yapılabilme olanağı sağlanmaktadır. Bu yaklaşım da Anayasa'mızın madde 10'daki "Kanun Önünde Eşitlik" ilkesine açıkça aykırı bir hükümdür.

3.1.3. Anayasaya Aykırılık Yönetmelik Madde 10/2

Yönetmelikte yer alan Madde 10 üzerinde yapılan bir diğer değişiklik ise; *"(2) Merkez teşkilatı birimlerinde şube müdürleri ile saymanlar aynı müdürlükte aynı görevde 7 yıldan fazla görev yapamazlar ve bunlar diğer birimler arasında yer değişikliğine tabi tutulurlar. Mühendisler ve mimarlar ise aynı daire başkanlığı bünyesinde 10 yıldan fazla görev yapamazlar."* şeklindedir. Bu yaklaşımla, **Anayasa Madde 10'daki "Kanun Önünde Eşitlik" ilkesi ağır bir biçimde ihlal edilmektedir.** Aynı unvana sahip orman mühendislerinin Genel Müdürlük Merkezinde ayrı bir atama ve yerleştirmeye tabii tutulduğunu göstermektedir. Mesleğinin 5. Veya 6. Yılında Ankara'da Genel Müdürlük Merkezinde görev almış bir orman

mühendisi 10'ar yıl olmak üzere üç farklı Daire başkanlığı bünyesinde çalışarak Ankara dışına çıkmadan emekli olabilecektir. Taşrada ise Antalya Orman Bölge Müdürlüğünden Erzurum Orman Bölge Müdürlüğüne, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğünden Artvin Orman Bölge Müdürlüğüne kadar geniş bir alanda her 5 ya da 10 yılda bir yer değiştirecektir. Belirtildiği gibi bu madde Anayasa'nın ilgili maddesini çok açık ve net bir şekilde ihlal etmektedir.

3.2. 657 Sayılı Devlet Memurları Yasasına Aykırılık

3.2.1. 657 Sayılı Devlet Memurları Yasası Madde 72 Yer Değiştirmeye Aykırılık

13.10.2013 tarih ve 28794 sayılı Resmî Gazetede yayınlanan ve en son olarak 31.10.2019 tarih ve 30934 sayılı Resmî Gazete yayınlanarak yürürlüğe giren "Orman Genel Müdürlüğü Personelinin Atama ve Yer Değiştirme Esaslarına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" 657 sayılı Devlet Memurları Yasasına da aykırılıklar içermektedir. İlgili yasanın "Yer Değiştirmeler" konusunu içeren maddesi, *"Madde 72: Kurumlarda yer değiştirmek suretiyle atanmalar, hizmetlerin gereklerine, özelliklerine, Türkiye'nin ekonomik, sosyal, kültürel ve ulaşım şartları yönünden benzerlik ve yakınlık gösteren iller gruplandırılarak tespit edilen bölgeler arasında adil ve dengeli bir sistem içinde yapılır"* şeklindedir (Anonim, 1965).

Yasa kapsamında değerlendirilebilecek ormancılık iş ve işlemlerine yönelik konu başlıkları Amenajman, Kadastro ve Araştırma Enstitü Müdürlükleri ile sınırlandırılamamalıdır. Ormancılık hizmetleri bölgelere ve buralardaki yörelere özgülük içermektedir. Özellikle yangın ve ağaçlandırma, Fidanlık vb. gibi hizmetler bu kapsamda yer almaktadır. Dolayısıyla, çalışanların belirli sürede edindikleri deneyimler göz önünde tutulmamaktadır. Bir bölgedeki çalışma süresinin 5 ve/veya10 yılın dolmasını takiben başka bir birimde yer alması sağlanmaktadır. Bu da mesleğin kendine özgülüğüne gölde düşürmektedir. Bu nedenle de ilgili yönetmelik yasaya aykırılık içermektedir.

3.2.2. 657 Sayılı Devlet Memurları Yasası Madde 72 Hizmet Özelliklerine Aykırılık

657 sayılı Devlet Memurları Yasasının "*Yer Değiştirme Suretiyle Atanma"* başlığı altında 72. Maddesinin *"Kurumlarda yer değiştirmek suretiyle atanmalar, hizmetlerin gereklerine, özelliklerine, Türkiye'nin ekonomik, sosyal, kültürel ve ulaşım şartları yönünden benzerlik ve yakınlık gösteren iller gruplandırılarak tespit edilen bölgeler arasında adil ve dengeli bir sistem içinde yapılır"* ilkesine de aykırılık içermektedir. İlgili maddede yer alan bu yaklaşımından hizmet bölgelerinin oluşturularak bu bölgeler

arasında **ADİL ve DENGELİ** bir atamanın uygulanması anlaşılmaktadır.

"Orman Genel Müdürlüğü Personelinin Atama ve Yer Değiştirme Esaslarına İlişkin Yönetmelik" 7. Maddesinde yer alan, "Ek-1 Hizmet Bölgesi" Örneğin; Ormancılık Araştırma Enstitüleri için iki hizmet bölgesi sınıfı oluşturmuştur. Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Erzurum, Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Elazığ ve Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bolu ikinci hizmet sınıfı grubunda yer almıştır. Diğer tüm Ormancılık Araştırma Enstitüleri ise tek bir grupta yani birinci hizmet sınıfı grubunda yer almıştır. Trabzon, Mersin-Tarsus, Ankara, İstanbul, Eskişehir, İzmir, Antalya, İzmit illerinde yer alan Ormancılık Araştırma Enstitü Müdürlüklerinin tümünün aynı grupta yer almıştır. Bu kapsamda yapılan atamalar adillik ve dengelilik ilkeleri ile uyuşmamaktadır.

Ülke Orman Bölge Müdürlüklerinin "Ek-1 Hizmet Bölgesi" olarak sınıflandırılması da belirsizlikler içermektedir. Orman Bölge Müdürlükleri ile bağlı Orman İşletme Müdürlükleri ve Orman İşletme Şefliklerinin sınıflandırmalarında kullanılan ölçütlerin neler olduğu bilinmemektedir. Yapılan sınıflandırmalarda tutarsızlıklar görülmektedir. Yasada belirtilen "*… hizmetlerin gereklerine, özelliklerine, Türkiye'nin ekonomik, sosyal, kültürel ve ulaşım şartları yönünden benzerlik ve yakınlık gösteren iller gruplandırılarak tespit edilen bölgeler arasında adil ve dengeli bir sistem içinde yapılır"* hükmü dikkate alındığında Orman Bölge Müdürlüklerinin yer aldığı iller bu illerdeki ilçeler ve bu ilçelere bağlı alanlardaki orman işletme şefliklerinin hangi kısıtlar dikkate alınarak nasıl bir hizmet sınıfı oluşturulduğu bilinmemektedir. Oysa bu ölçütler ormancılık kamuoyu tarafından genel kabul gören bir önceliklendirmeyle puanlanmalıdır. OGM yönetmeliğinde hangi yaklaşımlarla hizmet sınıflarının puanlandığı bilinmemektedir.

3.2.3. 657 Sayılı Devlet Memurları Yasası Madde 72 Hizmet Bölgeleri ve Çalışma Süreleri Özelliklerine Aykırılık

OGM'nin 13.10.2013 tarih ve 28794 sayılı Resmî Gazetede yayınlanan ve en son olarak 31.10.2019 tarih ve 30934 sayılı Resmî Gazete yayınlanarak yürürlüğe giren "Orman Genel Müdürlüğü Personelinin Atama ve Yer Değiştirme Esaslarına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" yasada yer alan *"… Türkiye'nin ekonomik, sosyal, kültürel ve ulaşım şartları yönünden benzerlik ve yakınlık gösteren iller gruplandırılarak tespit edilen bölgeler arasında **adil ve dengeli bir sistem içinde yapılır**"* ilkesine de aykırılık içermektedir. Çünkü yönetmelikte yer alan Ek 2 "**Yer Değiştirme Başvuru Değerlendirme Formu"** dur. Atama zamanı gelen çalışanlar bu formu doldurarak OGM Personel Daire Başkanlığına iletmek durumundadırlar. Burada yer alan değerlendirme kriterlerinin nasıl belirlen-

diği de bilinmemektedir. Atamanın bu aşamasında en önemli noktanın yapılan puanlamanın ve buna göre oluşturulan atama yer taleplerinin nasıl değerlendirildiğinin bilinmemesidir. Bu sistem açık ve şeffaf değildir. Aynı görevi talep eden kaç personelin bulunduğu puanlarının ne olduğu bilgisi atamaya konu personele kapalıdır. Burada ne gibi iş ve işlemlerin yürütüldüğü bilinmemektedir. Dolayısıyla ADİL ve DENGELİ BİR SİSTEM İÇERİSİNDE atama yapılır hususuna tamamen aykırılık içermektedir.

Orman Genel Müdürlüğü Personelinin Atama ve Yer Değiştirme Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin 9. Maddesi "Bölgelerde çalışma süreleri kadrolar ve hizmet bölgeleri itibarıyla" dört bölge için belirlemiştir. Mühendis, şef, müdür yardımcısı, müdür, başmühendis için hizmet bölgelerine göre çalışma süreleri belirlemiş bulunmaktadır. Ormancılık Araştırma Enstitülerinde çalışacak teknik elemanların üçüncü ve dördüncü sınıf hizmet bölgelerinde çalışma süreleri belirli değildir böyle bir süre yoktur. Ancak, "Ek-2 Yer Değiştirme Başvuru Formu"na göre hizmet puanlamasında üçüncü derece ve dördüncü derece hizmet bölgesinde çalışanlar için kat sayı mevcuttur. Dolayısıyla ormancılık araştırma enstitülerinde çalışan teknik elemanlar tüm hizmet bölgelerinde hizmet verdikleri halde herhangi bir atama istemi söz konusu olduğunda diğer meslektaşları ile aynı koşullarda yer alamamaktadırlar. Hazırlanan yönetmelik teknik olarak OGM personeli içindir. Ormancılık Araştırma Enstitülerinde çalışan teknik personele uygun olmaktan uzaktır. Bu yönüyle yapılan atamaların da adillik ve dengelilik ilkesine uygunluğundan bahsedilemez.

3.3. Devlet Memurlarının Yer Değiştirme Suretiyle Atanmalarına İlişkin 83/6525 Sayılı Yönetmelik Hükümlerine Aykırılık

3.3.1. 83/6525 Sayılı Yönetmelik Hükümleri Madde 4/a Fıkrasına Aykırılık

OGM tarafından yapılan atamalar, 83/6525 sayılı yönetmeliğin 4. Maddesinde belirtilen temel ilkelere aykırı olarak gerçekleştirilmiştir (Anonim, 1983). Yönetmeliğin; 4/a fıkrası *"Yer değiştirme suretiyle atamalarda kadro imkânları göz önünde bulundurulur."* şeklindedir. Bu hükme göre OGM sahip olduğu "Norm Kadro" olanakları dikkate alınarak atamaları gerçekleştirmelidir. Oysa başta; Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinin kadrolarının konu uzmanı elemanlarca desteklenmesi şeklinde olması gerekmektedir. Orman Genel Müdürlüğü tarafından "norm kadro" uygulaması Enstitü Müdürlükleri için de ilan edilmiştir. Yapılan atamalarda kadroda; atama tarihine kadar bir kadro fazlalığı veya kadroda herhangi bir sıkışıklık bulunup bulunmadığı belirlenmemektedir. **"Kadro İmkanları"** başlığı altında; kadronun gerekleri ile kadronun özellikleri konusu değerlendirilmelidir. Bu açıdan incelendiğinde; yapılan atamalar, 83/6525 sayılı yönetmeliğin 4. Maddesi (a) fıkrasına aykırıdır.

3.3.2. 83/6525 Sayılı Yönetmelik Hükümleri Madde 4/b Fıkrasına Aykırılık

4/b. fıkrası *"Yer değiştirme suretiyle atamalar, ekonomik, sosyal, kültürel ve ulaşım şartları yönünden benzerlik ve yakınlık gösteren iller gruplandırma suretiyle oluşturulan bölgeler arasında yapılır."* şeklindedir. Yapılan atamalarda yukarıda da belirtildiği gibi Orman Bölge müdürlüklerinin hizmet sınıflarının kriterleri bilinmemektedir. Yapılmış olan puanlamaya göre de sınıflandırmalarda ciddi eksiklikler bulunmaktadır. Bu nedenle de 83/6525 sayılı yönetmelik 4. Maddesi (b) bendine aykırı olduğunu göstermektedir.

3.3.3. 83/6525 Sayılı Yönetmelik Hükümleri Madde 4/c Fıkrasına Aykırılık

4/c Fıkrası "Bu atamalarda, memurların bölgeler arasında adil ve dengeli dağılmasını sağlamak esastır." şeklindedir. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerine yönelik yapılan atamaların tümünün bulunduğu norm kadrolar tam olarak dolu değildir. Yapılan atamaların çoğunluğu ise diğer **Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde başka Bölüm Başmühendisliklerine şeklinde olmuştur.** Tüm bu göstergeler 83/6525 sayılı yönetmeliğin 4. Maddesi (c) bendine aykırı olduğunu göstermektedir.

3.4. Örnek Vaka

OGM tarafından uygulanan bu atama (rotasyon) işlemlerine maruz kalmış olan personel yaşadıkları haksız uygulamalara karşı yargı yoluna başvurma seçeneğini de kullanmıştır. Bu kapsamda yargıya yapılan başvuru dosyasından bir örnek vaka olarak paylaşılmaktadır. Kayseri I. İdare Mahkemesi 2021/1073 Esas Nolu yürütme durdurma amaçlı başvurudan önemli görülen birkaç bölüm davalının izni doğrultusunda burada paylaşılmaktadır. Dosyanın tam olarak ifşa edilmemesine de özen gösterilmiştir. Davacı tarafından ***"2020 yılı Zorunlu Atama Döneminin bir (1) yıl süreyle ertelenmesi nedeniyle, 2020 ve 2021 yılı Zorunlu Atama Döneminde rotasyona tabi 345 personelin, 01.01.2020 –31.12.2020 tarihleri arasında ve talepleri doğrultusunda, <u>kamu yararı gözetilmeden</u> davalı idare tarafından atamaları yapılmıştır."*** şeklinde belirleme yapılarak bu yöndeki atamalardan örnekler kişiler bazında sunulmuştur. Diğer bir uygulamaya ilişkin olarak davalı ***"Merkezde rotasyona girmesi gereken bazı personellerin kadroları dolu gösterilerek tercihe konu edilmemiştir."*** şeklinde bir başka konuyu yine örnek kişi atamaları belirtilerek örneklemiştir.

Ayrıca; ***"Tarım ve Orman Bakanlığının; yirmi (20) merkez, beş (5) bağlı ve beşte (5) ilgili olmak üzere toplam otuz (30) biriminin içerisinde sadece <u>OGM'nin zorunlu rotasyon yapması ise ayrıca değerlendiril-</u>***

mesi gereken bir husus olarak ortaya çıkmaktadır." saptaması yapılarak OGM'nin nedenli anlamsız bir işle uğraştığının altı çizilmektedir.

4- SONUÇ VE ÖNERİLER

OGM'nin 13.10.2013 tarih ve 28794 sayılı Resmî Gazetede yayınlanan ve en son olarak 31.10.2019 tarih ve 30934 sayılı Resmî Gazete yayınlanarak yürürlüğe giren "Orman Genel Müdürlüğü Personelinin Atama ve Yer Değiştirme Esaslarına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" süreç içerisinde çeşitli değişikliklere uğramıştır.

Zaman içerisinde yaşanan olumsuzluklar dikkate alınarak değişiklikler yapılmıştır. Bu değişikliklerin temel iki kaynağı bulunmaktadır. Bunlardan ilkini yapılan atamaların temel hukuk ilkelerine aykırılıklar nedeniyle oluşan davalardan alınan sonuçlar oluşturmaktadır. İkinci kaynağını ise bu yönetmelik kapsamı yeni göreve başlayacaklara yönelik iş ve işlemlere de yer vermesidir. Yeni göreve başlayacaklar için sözlü sınav ve/veya mülakat uygulamalarının işleyişine de bu yönetmelik kapsamında yer verilmiştir. Bu nedenle de son değişiklikler bu konuları kapsamıştır.

Yeni göreve başlayacak personel için uygulanacak mülakat sınav uygulamasına yönelik uygulamaların değerlendirilmesi ayrıca incelenmesi gereken bir konudur.

OGM 2013 yılında başlattığı atama ve yer değiştirme yönetmeliğini yürürlüğe koymuştur. Bu uygulamayla birçok mühendis ve hatta muhafaza memuru çalışma alanlarını değiştirmek zorunda kalmıştır. 657 sayılı yasa ve bağlı olarak çıkarılan "**Devlet Memurlarının Yer Değiştirme Suretiyle Atanmalarına İlişkin 83/6525 Sayılı Yönetmelik"** atama ve yer değiştirme iş ve işlemlerini yeterli düzeyde düzenlemektedir. Kurumların kendi atama yönetmeliklerini çıkarılmasına da olanak tanımıştır.

Çıkarılacak Yönetmelik başta Anayasa, Yasa ve yasalara göre oluşturulmuş Yönetmeliklere aykırı olmamalıdır. Bu Normlar Hiyerarşisine aykırıdır. Oysa yukarı bazı temel aykırılar ana hatlarıyla vurgulandığı gibi OGM'nin bu yönetmeliği ciddi aykırılıklar içermektedir. Ne yazık ki, bu haliyle de ısrarla yürütülmek istenmektedir. Etkin ve verimli bir çalışma ortamı personelin yaptığı iş ve işlemleri severek ve isteyerek yapması ile doğrudan ilgilidir. OGM personeli bu uygulamayla birlikte kuruma olan **aidiyet duygusunu** kaybetmiştir. Kurumda kimliğini ve **hafızasının kaybıyla** karşı karşıya kalmıştır.

Atama ve yer değiştirmeye yönelik bu yönetmelik çıkarılırken hakkında ormancılık kamuoyunun birlikteliği sağlanmamıştır. Yönetmeliği çıkarıldığı yıldan itibaren geçerliliği sağlanmamıştır. Yani belirtilen çalışma alanlarındaki sürelerin yönetmelik çıktıktan sonra işlemesi gerektiği ortaya konulmamıştır. Ciddi bir acelecilik gözlemlenmiştir. Bu nedenle de ciddi

atama hataları yaşanmıştır. Böylece kurum çalışanlarının yönetmeliğe ve uygulamalarına yönelik güvenirliği sarsılmıştır. Yönetmelik gereği yapılması gereken atamalardan önce ve/veya sonrasında da atamalar yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu ise OGM karar vericilerine yönelik güvenirliğin giderek zayıflamasına neden olmuştur.

Yönetmeliğe göre yapılacak puanlama kriterlerin açık ve şeffaf olması sağlanmalıdır. Çok daha önemlisi atama için personelin puanları ile atama için yaptıkları taleplerin bilinirliğinin ve görünürlüğünün sağlanması mutlaka yerine getirilmelidir. Böylece açık ve şeffaf bir uygulama yapılabilmesi için; Anayasa, Yasa ve ile ilgili üst yönetmelikler de dikkate alınarak aykırılıklar hakkında hukuki düzenlemeler yapılmalıdır. Tüm bu aşamalar ormancılık kamuoyu ile paylaşılmalıdır.

Ülke orman alanlarının %47'nin bozuk karakterli bir yapıda olduğu bilinmektedir. Ayrıca, temel ormancılık ulusal amaçlarından birisinin de **"orman alanlarının geliştirilmesi"** konusu dikkate alınarak, orman alanlarında birlik ve beraberlik içerisinde huzurla çalışma ortamı yaratılarak tüm personelin ülke ormanlarına sahip çıkılmasının sağlanması gerekmektedir. Oysa OGM örneğin bozuk ormanlarının iyileştirilmesi yerine personellerinin psiko-sosyal yapılarını bozacak nitelikteki uygulamalarla uğraşmaktadır. Bu hiçbir "Yönetim" bilimsel anlayışıyla örtüşmemektedir.

KAYNAKLAR

Anonim, 1982. T. C. Anayasa'sı, 18.10.1982 tarih ve 7863 sayılı resmi gazete (mükerrer sayısı)

Anonim, 1983. Devlet Memurlarının Yer Değiştirme Suretiyle Atanmalarına İlişkin Yönetmelik, Bakanlar Kurulu Kararının Tarihi: 19/4/1983 No: 83/6525, Dayandığı Kanunun Tarihi: 14/7/1965 No: 657, Yayımlandığı R. Gazetenin Tarihi: 25/6/1983 No:18088, Yayımlandığı Düsturun Tertibi: 5 Cilt: 22 S.: 3222, Ankara.

Anonim, 2013. Orman Genel Müdürlüğü Personelinin Atama ve Yer Değiştirme Esaslarına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 13.10.2013 tarih ve 28794 sayılı Resmî Gazete.

Anonim, 2014. Orman Genel Müdürlüğü Personelinin Atama ve Yer Değiştirme Esaslarına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 05.09.2013 tarih ve 20110 sayılı Resmî Gazete.

Anonim, 2015. Orman Genel Müdürlüğü Personelinin Atama ve Yer Değiştirme Esaslarına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 06.02.2015 tarih ve 29259 sayılı Resmî Gazete.

Anonim, 2016. Orman Genel Müdürlüğü Personelinin Atama ve Yer Değiştirme Esaslarına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 30.10.2016 tarih ve 29873 sayılı Resmî Gazete.

Anonim, 2019. Orman Genel Müdürlüğü Personelinin Atama ve Yer Değiştirme Esaslarına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 31.10.2019 tarih ve 30934 sayılı Resmî Gazete.

Coşgun, U., 2012. Kamu Kesiminde Verimlilik Yaklaşımlarının Ormancılık Araştırma Müdürlükleri Açısından İrdelenmesi, Kuruluşunun 60. Yılında Ormancılık Araştırma Enstitüleri; Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, Sayfa: 391-402, 5-7 Kasım, Bolu

Coşgun, U., 2015. OGM Personel Atamalarının Ormancılık Araştırma Enstitü Müdürlüklerindeki Hukuksal ve Teknik Boyutlarının Değerlendirilmesi, IV. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 15-17 Ekim, TRABZON

Daşdemir İ., Çakmak G., 2017. Orman İşletme Şefliklerinin Temel Sorunları ve Çözüm Önerileri, Türkiye Ormancılar Derneği Orman ve Av Dergisi, Sayı: 6, Ankara.

Bölüm 3

TÜRKİYE MOBİLYA SANAYİNİN DURUMU VE FASON ÜRETİM

Abdullah İSTEK[1]
İsmail ÖZLÜSOYLU[2]

1 Abdullah İSTEK (Prof. Dr.) Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, ORCID ID: 0000-0002-3357-924, aistek@bartin.edu.tr
2 İsmail ÖZLÜSOYLU (Arş. Gör.) Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, ORCID ID: 0000-0002-0391-4794, ismailozlusoylu@gmail.com

1. Giriş

Mobilya imalatının tarihi 5000 yıldan daha eskidir. Tarım çağı, ardından sanayi çağı ve şu anda bilgi teknolojisi çağından bu yana, insanın yaşam tarzı sürekli olarak değişmektedir. Buna paralele olarak ev mobilyası kavramı da değişmiştir. Önceleri yalnızca işlevsel amaçlara hizmet eden tefrişat, artık yaşam tarzının ve hane kimliğinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Ayrıca, mobilya bir moda haline gelmiş ve potansiyel müşteriler, mobilya satın almadan önce diğer maddi olmayan değerlerle birlikte estetik çekicilik, yapısal dayanıklılık ve performans güvenilirliği sunmasını beklemektedir (Ratnasingam, 2003). İnsanlık tarihinde kentleşmeyle birlikte mobilya kültürünün yaygınlaştığı ve zorunlu ihtiyaca dönüştüğü görülmektedir. Mobilya sosyal konum belirleme, insanların beğenilerini ortaya koyma ve gelişmişlik ölçütü gibi işlevleri de yerine getirmektedir (ESA, 1997; Ateş, 2014). Mobilya; kendine özgün tasarım, modaya uygunluk, konfor, ergonomi gibi unsurları barındıran ve zamanla kendi modasını oluşturan, kullanıcıların beğenisine sunulan endüstriyel bir üründür. Teknoloji ve tasarımı birlikte kullanarak, farklı tarz ve standartlara uygun üretilmektedir. Ahşap kompozit levha, kereste veya diğer ahşap malzemelerin, metal ve montaj araçlarıyla birleştirilerek elde edilen, koruyucu, güzelleştirici üst yüzey işlemleri yapılarak veya çeşitli tekstil, sentetik deri, yapay sünger ve diğer tamamlayıcı gereçlerle döşemesi, birleştirilmesi ile üretilen, işlevsel ve estetik özelliklere sahip, sabit ya da hareketli, dayanıklı tüketim malzemelerine mobilya denir. Mobilyalar konut, büro, otel, lokanta, okul gibi kullanım yerine uygun tasarımlar oluşturacak şekilde üretilmektedir (Malkoçoğlu,1989; Özdemir, 1996). Mobilya imalat sanayi; her çeşit mobilyayı ana ve yan sanayi kollarıyla birlikte üretip, konutlar ve bunun haricinde binalar içinde de kullanan bir sanayidir. Mobilya sanayi de bütün mobilya, oturma takımları, mutfak, ofis mobilyaları vb. üreticileriyle, bu üreticilere makine, diğer yatırım malzemelerini, hammadde sağlayan sanayi kuruluşlarını, yan sanayicileri ve fason üretim yapanları kapsayan bir bütünün adıdır (Araz ve Yaşar, 2020).

Mobilya endüstrisi tasarım, planlama, üretim, stok kontrol ve pazarlama süreçlerini barındırmakta ve bu süreçlerin bütünleşmiş çalışmasını gerektirmektedir. Mobilya, zorunlu ve/veya lüks bir tüketim ürünü olup yaşam alanlarının vazgeçilmez, değiştirilebilir ürünler kategorisinde yer almaktadır. Bu özelliğiyle mobilya değiştirilen, kolay ulaşılabilen, taleplere göre üretilen, modaya göre değişken özelliklere sahip bir ürün grubudur. Bununla birlikte kişilerin yaşam alanlarında kolaylık, rahatlık ve konfor sağlamakta ve yaşam koşullarına bağlı olarak eskime ve ihtiyaç gibi normal nedenlerin dışında estetik kaygısı, moda eğilimleri gibi nedenlerle değiştirilmektedir (Oğuz, 2021).

Rekabetçi piyasa şartlarında işletmelerin sürdürülebilir olması ve ayakta kalabilmesi için üretilen mal ve hizmetlerde müşteri memnuniyeti, modaya uygunluk, ürün geliştirme, talepleri karşılayabilme, standartlara uygunluk ve kaliteli üretim gibi koşulların yerine getirilmesi zorunluluktur. İşletmeler sipariş miktarı, maliyet analizleri, güvenilir mühendislik yetkinliği, işin teslim süresi gibi nedenlerle ürünlerin bir kısmını veya tamamını fasoncu diye tabir edilen fason üretim yöntemiyle yetkin firmalara kendi marka adıyla ürettirmektedir (İrmiş, 2003; Hizay, 2012). Günümüz mobilya sektöründe birçok mamul ve ara mamul ürünler fason üretim yöntemi kullanılarak üretilmektedir (Oğuz, 2021). Bu çalışmada Türkiye mobilya sanayi analizi ve fason mobilya imalatı ve sorunları araştırılmıştır. Bu amaçla mobilya üretiminde ülkemizin durumu, mobilya üretim çeşitleri, sınıflandırılması, fason üretim hakkında bilinmesi gereken hususlar açıklanmıştır.

2. Mobilya Çeşitleri ve Sınıflandırılması

Ahşap, geleneksel mobilya yapım hammaddesi olmasına rağmen, plastik, metal vb. diğer ahşap dışı malzemeler, pazarda güçlü alternatif mobilya yapım hammaddeleri olarak ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, güvenilirlik, çevre dostu, estetik çekicilik ve değer gibi ahşabın özelliklerinin alternatif hammaddelerle karşılaştırılamayacağı ve dolayısıyla ahşabın mobilya yapımında baskın hammadde olmaya devam edeceği bildirilmiştir (Ratnasingam, 2003). Kültürel yapı ve gelenekler ile yaşam biçimi, beğeni ve tüketim arasında sıkı ilişki olması tercih ya da eğilimleri değiştirmektedir. Beğeni, toplumsal sınıfı ve ayrımı ortaya koyan bir öğedir ve yaşam alanının gösterge sistemlerine göre farklılık göstermektedir (Yücel, 2017). Mobilya üretiminde tasarım ve imalat; kültürel yapı, tüketici talepleri, moda, yapım tekniği, üretim teknolojisi ve ergonomi dikkate alınarak yapılmaktadır. Mobilyanın hangi amaçla kullanılacağı, hangi faydaları sağlayacağı, fonksiyonelliği, beklentileri karşılama yeteneği, beğeni, yaşam biçimi, doku, renk, çizgi vb. hususlar tasarım ve sanatla birleşerek ürüne yansımaktadır. Bu bağlamda mobilyalar eylem ve mekâna göre değişen mobilyalar olarak sınıflandırılmaktadır (Engin, 2011; Oğuz, 2021).

Eyleme göre değişen mobilyalar;

- Yatak, kanepe, çek-yat gibi yatma-uyuma eylemi için üretilenler.
- Masa sandalye, tabure gibi yemek yeme eyleminde kullanılanlar.
- Banyo dolapları, çamaşır dolapları, duşa kabin gibi temizleme-boşaltım eyleminde kullanılanlar.

Mekâna göre değişen mobilyalar;

- Salon mobilyaları,

- Mutfak mobilyaları,
- Yatak odası mobilyaları.
- Çalışma odası mobilyaları:
- Banyo mobilyaları gibi sınıflandırılmaktadır.

3. Türkiye'de Mobilya Sanayiinin Durumu

Mobilya sanayii ülkemizde en eski ve gelişen sektörler arasında yer almakta olup son on yıllarda büyük ölçekte üretim yapan, dünya standartlarında işletmeler kurulmuştur. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de sanayi ve teknolojinin gelişimine bağlı olarak kentleşme ve nüfusun hızla artması konut ihtiyacını arttırmıştır. Bu durum inşaat sektörünün ve buna bağlı olarak da mobilya üretiminin hızlı bir şekilde büyümesini sağlamıştır. Bu gelişmeler ülkemizi mobilya üretiminde iç piyasayla birlikte dış pazarlarda da yerini almasını sağlamıştır. Türkiye'de ulusal ve uluslararası pazarlara yönelen MDF, yonga levha gibi levhalardan üretilen panel mobilyalar başta olmak üzere ahşaptan üretilen masif mobilya, mobilya aksamı ve aksesuarları üretilmektedir. Mobilya sanayii yerli kaynaklarla üretim yapan ve dışa bağımlılığı en az olan sektörlerindendir. Ayrıca, mobilya imalat sektörü son 10 yıldır cari açık vermeyen nadir sektörler arasında yer almaktadır (İstek vd., 2017; URL-1, 2021). Türkiye mobilya imalat sanayii genellikle çalışan sayısının 250 kişiden az olan mikro, küçük ve orta ölçekli (KOBİ) işletmelerden oluşmaktadır. Modüler mobilya, panel mobilya, masif mobilya, ev, ofis ve bahçe mobilyaları, okul, hastane, otel ve taşıt mobilyaları gibi mobilya çeşitlileri yaygın olarak üretilmektedir (Serin vd., 2014; Serin vd., 2013; Oğuz 2021).

Türkiye mobilya işletmeleri çoğunluğunun küçük ve mikro işletmelerden oluşması, kayıt dışılık ve verimsiz üretim, nitelikli çalışan sayısının düşüklüğü, finansmana erişim zorluğu, satış sonrası sorunların zamanında çözülememesi gibi önemli sorunları bulunmaktadır. Son on yıllarda kurulan orta ve büyük ölçekli işletmelerin sayısının artmasıyla birlikte ulusal çapta markalar oluşmuş iç ve dış pazarda yerini almıştır (İnal ve Toksarı, 2006; Şahin ve Serin 2018). Mobilya üretiminde öngörücü bakım tekniklerinin yeterince uygulanamaması üretim maliyetlerini arttırmaktadır. Diğer taraftan sektörde E-ticaretin beklenen seviyeye ulaşamaması, satış sonrası ürünün kurulumu ve karşılaşılan soruların zamanında çözülememesi ve yeterince güvenli satıcı profili oluşturulamamasından kaynaklanmaktadır (Kurt, 2019).

Türkiye'de endüstriyel mobilya imalatının 1970 yıllarda başladığı ve yaklaşık 44,6 milyar TL üretim değerine sahip olduğu belirtilmektedir. Sektör ülke ekonomisinde yarattığı katma değer, stratejik önemi ve yüksek istihdam potansiyeli nedenleriyle önem arz etmektedir. Dünya

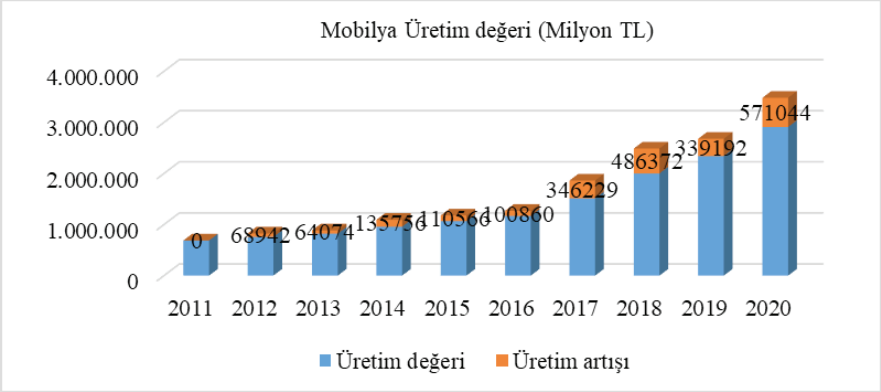
mobilya üretiminin %26'sını ABD, Almanya, İtalya gibi gelişmiş ülkeler, %46,7'sini Çin, Polonya, Vietnam gibi gelişmekte olan ülkeler gerçekleştirmektedir. Ülkemiz dünya üretimindeki payı %1,2 oranında olup Vietnam'dan sonra yer almaktadır (SVGM, 2019; Oğuz, 2021). Dünya mobilya ihracatında ülkemiz %1,6'lık paya sahipken, Çin %32,8 oranla ilk sırada yer almaktadır. İthalat oranlarında ise ülkemiz %0,2'lik oranlık bir paya sahipken, Amerika %30 oranıyla ilk sırada yer almaktadır (URL-2, 2021). Türkiye'de girişimcilerin ürettikleri ürünlerden yapılan satış tutarına göre mobilya sanayinin durumu incelendiğinde son 10 yıllık değişimler Tablo 1'de verilmiştir (TÜİK, 2021; Comtrade, 2021).

Tablo 1. *Türkiye mobilya sanayinin durumu*

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Dayanıklı tüketim malları üretimi (%)	5,130	5,201	5,285	5,146	5,114	5,057	4,898	4,851	5,182	5,084
Mobilya imalatı (%)	1,440	1,522	1,628	1,638	1,669	1,656	1,673	1,395	1,488	1,565
Dayanıklı tüketim malları içerisinde mobilya imalat oranı (%)	28,07	29,25	30,81	31,84	32,64	32,76	34,16	28,76	28,72	30,79
Mevsim etkisinden arındırılmış ücretli çalışan sayısı	127209	143024	156993	173342	178145	174433	174074	170908	161465	171744
Ortalama yıllık değişim oranı (%)	1,24	16,22	1,01	0,43	0,03	-0,28	0,22	-0,69	0,27	0,93
Bir önceki yıla göre değişim oranı (%)	16,22	12,43	9,77	10,41	2,77	-2,08	-0,21	-1,82	-5,53	6,37
Üretim değeri (milyon-TL)	687909	756851	820925	956681	1067247	1168107	1514336	2000708	2339900	2910944
Satış değeri (milyon-TL)	592846	655577	732453	859651	956146	1045968	1345191	1763373	2047005	2503774
İthalat (milyon dolar-$)	1.389	1.205	1.489	1.569	1.366	1.031	972	869	758	721
İhracat (milyon dolar-$)	2.110	2.421	2.929	3.056	2.848	2.764	2.890	3.474	3.868	3.897

3.1 Mobilya Üretim Değeri

Ülkemizde son 10 yılda mobilya üretim değerleri ve bir önceki yıla göre artış oranlarındaki değişim Şekil 1'de verilmiştir (TÜİK, 2021).

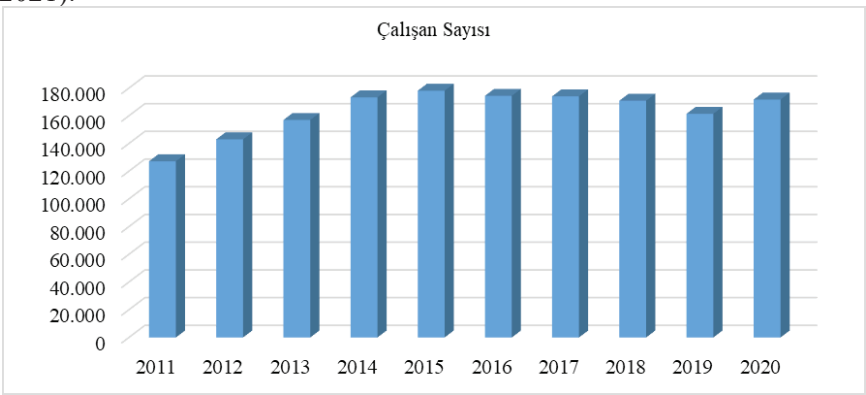


Şekil 1. *Ülkemizde son 10 yılda mobilya üretim değerleri değişimi*

Şekil 1'de görüldüğü gibi 2011-2020 yılları arasındaki mobilya üretim değerleri incelendiğinde 2011 yılında 687.909 milyon TL olan mobilya üretimi 2020 yılında yaklaşık %323, diğer bir değişle 4,23 kat artarak 2.910.944 milyon TL'ye ulaşmıştır. 2020 yılında bir önceki yıla göre artış oranı ise %24,4 olarak gerçekleştiği hesaplanmıştır. Mobilya üretim değeri bakımından 2011 yılından 2016 yılına kadar üretim değerindeki artışın daha yavaş, 2016 yılından sonra ise daha hızlı olduğu görülmüştür.

3.2 Mevsim Etkisinden Arındırılmış Ücretli Çalışan Sayısı

Ülkemizde mobilya imalatında son 10 yılda mevsim etkisinden arındırılmış ücretli çalışan sayısı değişimi Şekil 2'de gösterilmiştir (TÜİK, 2021).



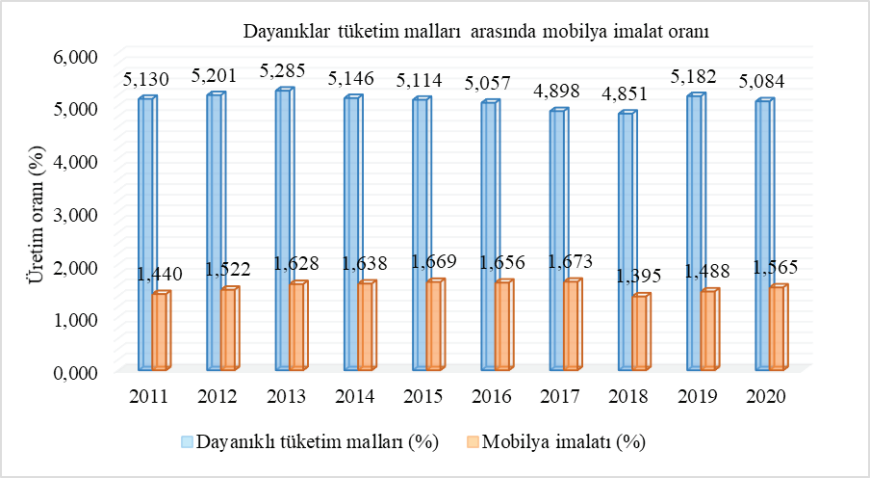
Şekil 2. *Mevsim etkisinden arındırılmış ücretli çalışan sayısı*

Mobilya sektörü istihdam bakımından incelendiğinde mevsim etkisinden arındırılmış ücretli çalışan sayısı son on yıl içerisinde 2015 yılında en yüksek 178.145 rakamına ulaşmıştır. Dünyada görülen ekonomik durgunluk ve ülkemizdeki siyasal gelişmelerin etkileriyle 2016 yılından itibaren çalışan sayısının bir miktar azaldığı ve 2019 yılında 161.465 sayısına ge-

rilediği görülmüştür. Dünyada görülen Covid-19 salgının etkisine rağmen 2020 yılında çalışan sayısının yaklaşık 10 bin artarak 171.744 yükseldiği belirlenmiştir.

3.3 Dayanıklı Tüketim Malları İçinde Mobilya İmalatının Durumu

Ülkemizde girişimcilerin ürettikleri ürünlerden yapılan satış tutarına göre dayanıklı tüketim malları üretim oranları ve mobilya imalat oranları değişimi Şekil 3'te verilmiştir (TÜİK, 2021).

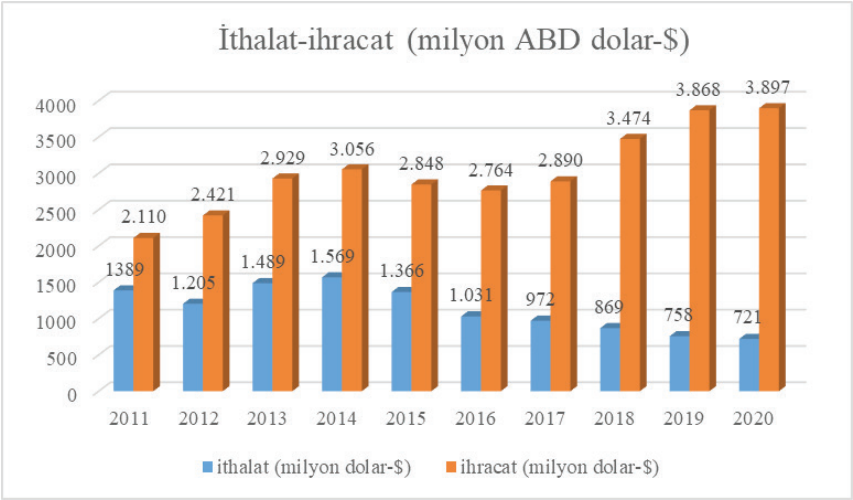


Şekil 3. *Dayanıklı tüketim malları arasında mobilya imalat oranı*

Ülkemizde son on yılda girişimcilerin ürettikleri ürünlerden yapılan satış tutarına göre mobilya imalatı payının en düşük 2018 yılında %1,393 oranında, en yüksek ise 2016 yılında %1,669 oranında gerçekleştiği görülmektedir. Bilindiği üzere mobilya imalat sanayii dayanıklı tüketim malları üretim sınıfında yer almaktadır. Bu bağlamda girişimcilerin ürettikleri ürünlerden yapılan satış tutarına göre mobilya imalatı payının dayanıklı tüketim malları üretimi içinde yüksek oranlarda olduğu ve son on yılda yaklaşık %28 ile %34 arasında değiştiği görülmektedir.

3.4 İthalat-İhracat Durumu

Türkiye'de son on yılda mobilya ithalat ve ihracat oranları değişim Şekil 4'te gösterilmiştir (Comtrade, 2021).



Şekil 4. *Türkiye son on yıllık ithalat-ihracat durumu*

Şekil 4'te görüldüğü gibi Türkiye'nin ithalatının 2014 yıllında son on yılın en yüksek rakamına yükselerek 1569 milyon ABD doları olduğu görülmektedir. 2014 yılından sonra ithalat rakamının azalarak 2020 yılında 721 milyon ABD doları seviyelerine kadar gerilediği anlaşılmaktadır. Buna karşın ihracat rakamının ise son on yılda doğrusal olmayan bir artışla 2110 milyon ABD dolarından 2020 yılında 3897 milyon ABD dolarına ulaştığı belirlenmiştir. Türkiye ihracat artış oranının dalgalı seyir gösterdiği ve son on yılda ortalama yıllık artış oranının %8,47 olduğu belirlenmiştir.

4. Türkiye'de Mobilya İşletmelerinin Yapısı

Türkiye'de mobilya imalatı, büyük işletme, orta işletme ve küçük işletme olmak üzere fabrika ve atölyelerde yapılmaktadır. Ülkemizde daha çok küçük işletmelerin, siparişe dayalı emek yoğun aile şirketlerinin ağırlıkta olduğu bilinmektedir. Büyük ve orta boy firmalar ise üretimin bir kısmını fason üretim yöntemiyle küçük ve aile şirketlerine yaptırmaktadır (Gürpınar ve Barca, 2007). Orta ölçekli işletmelerde emek ve makina kullanımı hemen hemen aynı orandadır. Bu işletmelerde parti üretimi ile siparişe dayalı üretim şekli tercih edilmektedir. Siparişe dayalı üretim işlemleri, parti üretimi dışındaki zamanlarda gerçekleşmektedir (Demirci, 2004; Oğuz, 2021).

Ülkemizde mobilya imalatçıları tasarım, birleştirme, kaplama, iskelet, oyma, torna, boya, döşeme gibi farklı iş gruplarının birbirlerinin fason üretimlerini yaparak iş gücü, bilgi, tecrübe ve etkinliklerinden faydalanarak entegre tesis gibi hareket etmektedirler. Sanayi sitelerinde mobilyacıların bir arada bulunduğu, bağımsız işletmelerden oluşan bu imalathaneler ürünün zamanında kaliteli ve düşük maliyette üretilmesini sağlar. Bu işletme-

ler yakınlarında bulunan kereste, ahşap kompozit levhalar, hırdavat, boya, zımpara, aksesuar, kesici takımlar ve bileyiciler gibi ürün ve hizmet sağlayan tedarikçiler ile desteklenir (Oğuz, 2021).

5. Fason Üretim ve Gelişimi

Bir işletmenin üretmekte olduğu mal veya hizmetlerin bir kısmını veya tümünü başka bir işletmeye sipariş usulüyle yaptırması fason üretim (contract manufacturing) olarak tanımlanmaktadır. Fason üretim işletmelerin birincil üretim yetenekleri dışında kalan, uzmanlaşmadığı, kısa sürede ve uygun maliyetli ürünü veya hizmeti dışarıdan temin edebilmesi amacıyla yapılan organizasyonlar olarak da ifade edilmektedir (Düren, 2000; Bolat ve Yılmaz 2006; Oğuz, 2021). Yapılacak işin niteliği açısından bir sakınca yoksa işletme, üstlendiği işi bir başkasına yaptırabilir. İşin devredildiği kişiye veya şirkete "taşeron" (alt-işveren), imalat işlemine ise fason üretim denir (Karacaoğlu, 2001; Tutar vd., 2006). Kendi bünyelerinde eksik üretim bandı olan firmalar, bu ürün bandını kendi bünyelerinde kurma maliyeti ile üretilmesi hedeflenen ürün maliyetinin yüksek olacağı hesaplandığı durumlarda da dış kaynak kullanım (outsourcing) yöntemini tercih etmektedir. Bu ilişkide genellikle bir bağımlılık söz konusudur (Uzuner, 2020).

17. ve 18. yüzyıllarda yeni buluşlar ve buhar gücü ile çalışan makinelerin etkisiyle sanayide makineleşmiş endüstri ortaya çıkmıştır. Bu gelişmelerin sonucunda Avrupa'daki sermaye birikiminin artmasına sanayi devrimi denir. Sanayi devrimi, sadece ticari ve ekonomik alanda değil aynı zamanda insan hayatını da her alanda derinden etkileyen ve tamamen değiştiren sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Bu sonuçlar; şehirlerde hızlı nüfus artışı, işçi sınıfının ve sosyalizmin ortaya çıkması, sömürgenin yaygınlaşması, refah düzeyinin artması, insan ömrünün uzaması şeklinde özetlenebilir. Sanayi devriminin getirdiği bu sonuçlar hayatın her alanında üretim ve tüketim talebini arttırmış, şirketleri ham madde ve pazar arayışına itmiştir. Yaşanan tüm bu gelişmeler ışığında, sanayi devrimi fason üretimin başlangıcı sayılabilir. Fason üretimin gelişimi incelendiğinde 1960 yıllarında başlayan işçi grevleri mal ve hizmet üretiminde aksamalara ve işin yetişmemesine neden olmuş, birçok işletmede üretim süreçleri aksamıştır. Ürün çeşitliliğinin artması ve takibinin zor olması gibi faktörlerin de etkisiyle serbest piyasa ve bol çeşitli ürünlerin istenmesi, kapitalist sistemde ihtiyaçların karşılanabilmesi amacıyla modüler bir şekilde küçültülmüş ölçekli üretim modeline dönülerek fason üretim modeli ortaya çıkmıştır (URL-3, 2021).

Türkiye'de fason üretimin ihracat seferberliğinin bir parçası olarak geliştiği ve 1980 öncesinde İstanbul'daki atölye sayısı 20-25 bin iken, 1985 yılında bu sayının 70 binin üstüne olduğu vurgulanmaktadır (Koç, 2001).

1990'lı yıllardan itibaren ise internetin yaygınlaşması ile küreselleşme hızlanmış, şirketlerin pazarlama şekilleri değişmiş, daha fazla tüketiciye ulaşma isteği ortaya çıkmış ve bu durumlar şirketlerin fason üretime olan ihtiyacını artırmıştır. Fason üretim ağırlıklı olarak aile bireyleriyle birlikte yapıldığından işçilik giderlerini düşürmüş, böylece üretim maliyetlerine olumlu katkılar sağlamıştır. Günümüzde de fason üretim aynı temel esaslarla devam etmektedir (Oğuz, 2021).

İşletmelerin, üretim alanında fark yaratacak kaliteli, uygun fiyat ve zamanında teslim gibi koşulları sağlaması her zaman mümkün olmamaktadır. Bu durumda, işletmeler serbest piyasa şartlarının pazar taleplerini karşılayabilmek, işletme sorunluluklarını yerine getirebilmek ve ayakta kalabilmek için fasoncu diye tabir edilen fason işletmelerden yararlanmaktadır (Oğuz, 2021). İşletmeler çalışma alanlarında bazı iş ve üretimleri istenilen seviye ve şartlarda yerine getiremiyorsa, bu işleri daha iyi gerçekleştirebilen başka bir hizmet sunucusuna veya üreticiye yaptırmaktadır. Böylece işletmeler temel yeteneklerini şirketin büyümesi, alanında uzman oldukları parçalarda kendilerini geliştirme ve AR-GE gibi asıl faaliyetlere odaklanıp diğer firmalarla rekabetlerini sürdürebilirler. Küreselleşme ve teknolojinin etkisiyle örgüt yapılarının karmaşıklaşması, artan rekabet koşulları, temel yetenek ve dış kaynak kullanımı kavramlarını ortaya çıkarmıştır. Dış kaynaklı kullanım metotlarından olan fason üretim işletmeye ürün esnekliği ve çeşitliliği sağlayarak, piyasa dalgalanmaları ve üretim süreçlerindeki aksamalardan daha az etkilenmesine de katkı sağlamaktadır (Yavaş, 2011; Kanzuk, 2017). Yapılacak asıl iş bölümlerden oluşuyorsa, kanun ve yönetmelikler dâhilinde bir bütün olacak şekilde her biri ayrı ayrı alt işverene yaptırılabilmektedir. Dış kaynak kullanımının uzun vadeli, karşılıklı güven, stratejik ortaklık anlayışı, kazan kazan prensibi, temel yetenekleri yönetme ve derinlik boyutları mevcuttur. Yönetim stratejisi olarak benimsenmese de fason üretim metodunun tercih edilmesi, işletmenin her işe hâkim olamaması veya yetiştirememesi gibi nedenlere de dayanmaktadır (Ataman, 2002; Bolat ve Yılmaz, 2006).

Fason işletme olarak seçilecek işletmelerde aranılan önemli ölçütler; uzmanlık, teçhizat ve sistemin etkin kullanma, sorumluluk, finansal güvence, referans, kalite, taahhüt, zamanında üretim, ortak çıkarlar ve üretim imkânlarıdır (Özbay, 2004). Birçok işletmede fason üretimin nedenleri başında maliyeti düşürmek gelmektedir. Bununla birlikte temel yeteneklere odaklanma, performans arttırma, teknoloji kullanma, riski azaltma ve yayma, kaynakları etkin kullanma, küçülme, esneklik ve rekabet gibi faktörlere de dayandırılmaktadır (Kanzuk, 2017).

Gelişen teknoloji ve piyasa talepleri doğrultusunda, işletmenin üretim organizasyonu, işgücü süreci, üretim teknolojisi, mekânsal organizasyon ve işgücü pazar ilişkileri doğrudan etkilenmektedir. Ancak, daha çok emek

yoğun üretim yapan firmalar, belli süre sonra talep ve ihtiyaçları karşılayamamakta, dolayısıyla fason üretim yapan firmalara üretim yaptırmak zorunda kalmaktadır. Dünya genelinde çok sayıda firma ucuz iş gücüne sahip ülkelere fason üretim yaptırma yolunu tercih ederken, Türkiye'deki mobilya firmaları yurtdışında fason üretim yaptırmayı tercih etmemektedirler. Bununla beraber yer sıkıntısı, maddi yetersizlik, yetenekli iş gücü gibi nedenlerle gelişmiş teknoloji kullanımına yeterli yatırım yapamayan firmalar da fason üretim yolunu seçmektedir. Yeni teknolojik gelişmeleri takip eden işletmeler otomatik kontrol sistemleriyle donatılmış CNC gibi makinelerle hızlı, hatasız ve düşük maliyetlerle ürün kalite ve niteliğini arttırmıştır. Değişime ayak uyduran mobilya sektörü, sürekli kendini geliştirmiş, dünyadaki tüketim artışıyla birlikte büyüme göstermeye devam etmiştir. Mobilya sektörüne giriş kolaylığı gerek ülke içinde gerekse uluslararası pazarda ciddi bir rekabet artışına neden olmaktadır. Dünya mobilya sektöründe kullandığı teknolojiye dayalı uygulamalarıyla İsveç, değişik tasarımlarıyla İtalya ve ucuz iş gücüne sahip olması ile Çin ön plana çıkmaktadır (Erdoğanaras ve Öndağ, 2018).

5.1 Fason Üretim Çeşitleri

Üretim ve temin şekillerine göre denizaşırı ve komşu ülke gibi uluslararası, kapasite üstü, marjinal, maliyet ve uzmanlaşmış fason üretim çeşitleri bulunmaktadır (Schniederjans vd. 2005; Oğuz, 2021). Mal veya hizmeti ürettiren işletmenin kendi ülkesi dışında, yani denizaşırı (offshore) ülkelerde veya komşu (nearshore) ülkelerde yaptırılan üretimlere uluslararası fason üretim denir (Schniederjans vd., 2005). Bu yöntem gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler tarafından kullanılmaktadır. Son on yıllarda küreselleşmenin hızlanması, ekonomik sebepler, coğrafi konum gibi nedenler Türkiye'nin uluslararası fason üretim merkezilerinden biri haline gelmesini hızlandırmıştır. İşletmelerin kapasite üstü talepleri karşılayabilmesi, müşteriyi kaybetmemesi, dolayısıyla malı zamanında sorunsuz teslim etmesi için benzer işleri yapan firmalara kapasitesinin üstündeki işleri yaptırmaktadır. Rekabetçi piyasa koşullarında, bu tür yüklü gelen siparişleri karşılamak için kapasite üstü fason üretim yöntemi tercih edilir (Özbilgi, 2001; Oğuz, 2021).

Marjinal fason üretim yöntemi genellikle büyük işletmelerin devamlı olmayan veya az miktarda ürün taleplerini karşılaşmak amacıyla kendi iş üretim akışını bozmadan işi fason işletmelere yaptırmasıdır. Böylece işletme uygun maliyette üretim yaptırtarak kazanç elde etmiş olur (Özbilgi, 2001). İşletmelerin ürettikleri mal veya hizmetleri, fason üretim yapan firmanın ucuz iş gücü, makina, mekân vs. gibi düşük maliyetli üretim imkânlarını kullanarak yaptırmasına maliyet fason üretim denir. Uzmanlaşmış fason üretim ise işletme ürünlerinin bazı kısım veya parçalarını o işte uzmanlaşmış, yeterli teçhizat ve makinalara sahip, iş için teknik özelliklerini

geliştirmiş fason işletmelere yaptırmasıdır (Arslan, 1987; Özbilgi, 2001; Oğuz, 2021).

5.2 Mobilya Sanayinde Fason Üretim

Mobilya sanayindeki firmalarda belli başlı üretim hatları bulunmaktadır. Kendi bünyelerinde bulunmayan bu hatlarda ya da hattı olmayan ürünlerde fason üretim yoluyla temin ederek ürünlerini son kullanıcıya ulaştırmaktadırlar. Ayrıca, mimari, mühendislik ve marangozluk gibi uzmanlık gerektiren konularda da fason üretimden yararlanmaktadırlar (Oğuz 2021). Genel olarak, dünyanın mobilya üreten ülkeleri üç geniş kategoride sınıflandırılabilir (Ratnasingam, 2003). Birincisi, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya ve Japonya gibi ülkeler, kişi başına yüksek gelir ve yüksek işçilik maliyeti ile karakterize edilen büyük iç tüketim nedeniyle büyük mobilya üreticileridir. Bu tür ülkeler pasif bir mobilya ticareti dengesini sürdürmekte ancak ticaretin genişlemesi için en büyük fırsatı sunmaktadır. İkincisi, Kanada ve İtalya gibi ülkeler, yüksek iç tüketim ve büyük ihracat ticareti nedeniyle büyük mobilya üreticileridir. Bu ülkeler kişi başına yüksek gelire ve yüksek işgücü maliyetine sahip olsalar da mevcut geniş orman kaynağından ve güçlü endüstriyel ağdan özel rekabet avantajı elde ederler. Son olarak, bol miktarda hammadde ve ucuz işgücü arzı nedeniyle büyük ihracatçı olan Güney Doğu Asya ülkeleri mobilya endüstrisi alanında dünyada büyük bir fason üretim üssüdür. Üretilen mobilyaların çoğu yerleşik tasarımlara dayanmaktadır ve bu tür reprodüksiyon mobilyalar, bölgeden ihraç edilen mobilyaların en büyük bölümünü oluşturmaktadır. Diğer yandan, yeni hammadde ve ucuz işçi pazarı ortaya çıktıkça fason üretimin merkez üssünün değişmesi kaçınılmazdır (Ratnasingam, 2003).

Bahçe ve dış mekân mobilyalarının uzman sağlayıcı olan Scancom International'ın, Danimarka merkez ofisinde yalnızca 27 çalışanı vardır, ancak 5000 doğrudan çalışanı ve 30.000 bağımsız denizaşırı (offshore) fason üreticisi vardır. Brezilya tropik ağaçlarını ve Vietnamlı ve Endonezyalı üreticiler kullanır ve esas olarak Metro ve Bauhaus gibi Avrupalı kendin yap perakendecileri aracılığıyla satış yapar (Howells ve Hedemann 2008). Malezya mobilya endüstrisi, ürettikleri ürünlerin %85'inden fazlasını ihraç etmesiyle yüksek oranda ihracat odaklıdır. Malezya 160'tan fazla ülkeye yaptığı ihracatla dünyada en büyük onuncu mobilya ihracatçısı ve Asya'da ise Çin'den sonra ikinci sıradadır. Malezya'nın 2012 mobilya ihracatı 2,93 milyar ABD dolarına ulaşmıştır. Malezya'da yaklaşık 3.600 mobilya ve mobilya bileşeni üreticisi bulunmaktadır. Bunların yaklaşık 400'ü esas olarak fason üretim yapan veya parça ve bileşen üreten daha büyük şirketlerdir. Birçok mobilya üreticisi şirket, değer zincirini, montaja hazır parça mobilya üretiminden ihracat pazarı için özgün tasarımlı mobilya üretimine taşımıştır (Ratnasingam ve Ioras 2013).

Dimkow (2014) ekonomik kriz koşullarında çevreyi korumak ve mobilya işletmelerinin rekabet gücünü artırmak için yeni üretim stratejilerinin önemli avantajına rağmen, geleneksel üretim süreçlerine kıyasla birçok organizasyonel sorun oluşturduğunu ve üretimde operasyon planlama ve kontrolü zorlaştığını belirtmektedir. Dünya çapında mevcut ekonomik kriz, tüm şirketleri ve özellikle Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri (KOBİ) yeni uluslararası pazarlara girerek küresel rekabet güçlerini ve yeteneklerini artırmaya zorlamaktadır. Oteller, restoranlar ve perakende mağazaları gibi büyük ölçekli binalar için ürün ve hizmet tedarikini ifade eden sözleşmeli mobilyalar (fason üretim), gelecek vaat eden bir sektörü temsil etmektedir (Mengoni vd., 2016). İtalya dünyanın birçok ülkesine mobilya ihracatı yapmaktadır. Ülkede bir yemek odasının her bir parçası farklı atölyelerde üretilmekte, montaj işlemi ise marka sahibi uzman firmalar tarafından yapılıp pazara sunulmaktadır. Türkiye de kendine bu modeli örnek alıp, özellikle küçük işletmeler böyle bir yapılanma içerisine girip kendilerini sektörde duyurmaktadır. Belli bir süre sonra fason çalışmaya devam eden ve kendi markalaşma süreçlerini tamamlayamayan firmalar, düzenli ve kaliteli üretime geçmemeleri halinde uzun dönemde sektörde kalıcı bir yer edinemediği belirtilmektedir (İnal ve Toksarı, 2006). Türkiye markalaşma yolunda Türk mobilya kimliği ile pazarda kendine yer bulmalı, devlet desteği yurt dışı tanıtımlarında sağlanmalı ve mobilya sektörü için Türkiye tanıtım fonundan pay ayrılmalıdır. Mobilyada markalaşma oranı oldukça düşük olup markalı ürünler pazarın ancak %10'unu oluşturmaktadır (Özen vd., 2017).

Türkiye'de ekonomik krizden de etkilenen mobilya sektörü, ucuz işçi ve ucuz hammadde imkânını kullanarak Avrupalı firmalara fason üretim yapmaya başlamış böylece de sektör bazında Avrupa'nın fason üretim üssü olmuştur. AB ülkeleri mobilya tüketiminde en büyük pazar payına sahip olup, bu ülkelere yapılan ihracatlar da daha çok özel ürünler bulunmaktadır. Zamanla ürünlere kattıkları katma değeri fark eden üreticiler sadece üretici olmakla kalmayıp, sektörde söz sahibi olmak için markalaşma yoluna gidecek adımları da atacaklardır (Ceylan, 2009). Türkiye'de fason üretim yaptırma nedenlerinin temelde maliyet avantajı sağlama, düzensiz talebi karşılama ve ihtisaslaşmaya dayalı olduğu belirtilmektedir (Öztürk, 2009).

Türkiye'de fason üretim yapan mobilya imalathanelerinde daha çok taşeronluk hizmeti veren müteahhitlerin proje bazlı işleri, marangoz, mimar ve mühendislerin tasarımlarını üretmektedir. Fason üretim yaptıran işletmelerin üretim politikalarında farklılıklar bulunmaktadır. Hammadde ana işletmeci tarafından temin edilen ve fason işletmeci tarafından temin edilen olarak iki üretim şekli tercih edilebilmektedir. Genellikle birinci yöntem tercih edilmektedir. Bununla birlikte, orta ve büyük ölçekli mo-

bilya işletmeleri seri üretim hatlarında standart ölçekli mobilya ürettiklerinden özel ölçüyle gelen müşterilerinin isteklerini geri çevirmemek için kabul ederler. Ancak bu ürünleri çoğu zaman üretim hattının bozulması ve tekrar standartlarına döndürmek zaman kaybı ve kapasite düşmesine neden olmaması için fason üretim yöntemi kullanılarak düşük maliyetle ürettirmektedir. Çeşitli mobilya satan büyük yapı marketleri veya süper marketler bünyelerinde mobilya atölyesi bulunmadığından mobilyaları fason yöntemiyle ürettirerek çoğu maliyetlerden kaçınarak müşteri portföylerine uygun ürünler yaptırabilmektedir.

Fason üretim yaptıran işletmelerin bazı avantajları personel konusunda bilgi ve uzmanlığı arttırmak, kısa vadeli projelerde personel artışını engellemek, finans konusunda tasarruf sağlamak ve öz sermaye getirisinin artmak, kontrol ve denetim riskinin azaltmak olarak sayılabilir. Bununla birlikte stratejik olmayan ürünleri fason olarak ürettirmek ve stratejik konulara odaklanmak ve düşük maliyetlerle üretim yaptırmakta avantajları arasında yer almaktadır. Buna karşın dezavantajları ise personel konusunda kurum içi uzmanlık kaybı, beklenmedik faturalar, vergi borçlarının artması, kâr payının düşmesi, gizli maliyetler, ürün bilgi güvenlik sorunların artması sayılabilir. Ayrıca kısaca dikey olarak bütünleşmiş organizasyonlarda kontrol kaybı, dinamik organizasyonlarda fason üretim gereksinimleri, sözleşme yapmak zorluğu ve son kullanıcı bilgi işlem kapsamında ve kullanıcıları mutlu etme yeteneğinde dezavantajlara sahiptir (Ketler ve Walstrom, 1993).

Sonuç olarak, Türkiye mobilya imalatının son on yıldaki mobilya üretim değeri 687.909 milyon TL'den 4,23 kat artışla 2.910.944 milyon TL'ye ulaşmıştır. Bununla birlikte Dünyada görülen Covid-19 salgının etkisine rağmen 2020 yılında çalışan sayısının bir önceki yıla göre yaklaşık 10 bin artarak 171.744 yükseldiği belirlenmiştir. Girişimcilerin ürettikleri ürünlerden yapılan satış tutarına göre mobilya imalatı payının dayanıklı tüketim malları üretimi içinde yüksek oranlarda olduğu ve son on yılda yaklaşık %28 ile %34 arasında arttığı görülmüştür. Türkiye ihracat artış oranının dalgalı seyir gösterdiği ve son on yılda ortalama yıllık artış oranının %8,47 olduğu belirlenmiştir. Dünya genelinde çok sayıda firma ucuz iş gücüne sahip ülkelere fason üretim yaptırma yolunu tercih ederken, Türkiye'deki mobilya firmaları yurtdışında fason üretim yaptırmayı tercih etmemektedirler. Bununla beraber yer sıkıntısı, maddi yetersizlik, yetenekli iş gücü gibi nedenlerle gelişmiş teknoloji kullanımına yeterli yatırım yapamayan firmalar da fason üretim yolunu seçmektedir.

Kaynaklar

Araz, Ç., ve Yaşar, O. (2020). İnegöl ilçesinde mobilya sanayinin yapısal özellikleri, dağılışı ve yaşanan sorunlara yönelik bir değerlendirme. *Kesit Akademi Dergisi*, 6(24), 173-203.

Arslan, M. (1987). *Dünyada ve Türkiye'de Fason imalatı* (Doctoral dissertation, Marmara Universitesi (Turkey)).

Ataman, G. (2002). *İşletme Yönetimi; Temel Kavramlar ve Yeni Yaklaşımlar.* 2.Baskı, Türkmen Kitabevi, İstanbul, s. 338.

Ateş, Y. (2014). Konut İç Mekân Mobilyasının Gelişim Sürecini Etkileyen Faktörlerin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 81 s.

Bolat, T., ve Yılmaz, Ö. (2006). Dış kaynaklardan yararlanma ve işletme performansı ilişkisi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, *4*(5), 78-92.

Ceylan, A. (2009). Mobilya Sektöründe Tedarik Zinciri Yönetimi ve Bir Uygulama.Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 114s.

Comtrade (2021). UN Comtrade, International Trade Statistics Database, https://comtrade.un.org/data

Demirci, S. (2005). Türkiye mobilya endüstrisinin sorunları ve çözüm önerileri. *Politeknik Dergisi*, *8*(4), 369-379.

Dimkow, S. (2014). Distributed manufacturing system control in the implementation of manufacturing strategy for mass customization in furniture industry. *6th International Conference on Mass Customization and Personalization in Central Europe (MCP – CE 2014) Managing Co-Creation and Personalization in Central Europe,* p.67-72. Novi Sad, Serbia on September 24-26.

Düren, Z. (2000). *2000'li Yıllarda Yönetim*. 2. Basım, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 338 s.

Engin, D. (2011). Günümüz Mobilya Tasarımının Zaman İçinde Değişen İnsan Gereksinimleri Işığında İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 86 s.

Erdoğanaras, F., ve Öndağ, T. (2018). Yeni teknolojilere dayalı olarak Ankara mobilya sektörünün yeniden yapılanması. *TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, ss.424-444. Ankara, Türkiye, 3-6 Ekim.

Ertan, Özen., Aydoğan, K., Dalkılıç, B., ve Tatlı, O. N. (2017). Mobilya işletmelerinin sorunları ve çözüm önerileri. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 276-288.

ESA (1997). *Yapı Endüstri.* Merkezi Yayın Evi*, 3.Cilt*, Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi, İstanbul, 1716 s.

Gürpınar, K., ve Barca, M. (2007). Türk mobilya sektörünün uluslararası rekabet gücü düzeyi ve nedenleri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, *2*(2), 41-61.

Hizay, D. (2012). Fason İmalatın Sektörel Farklılığının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilgiler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Antalya, 128 s.

Howells, J., & Hedemann, L. (2008). *Clusters or the Early Internationalisation of Entrepreneurial Behaviour as Explanations for the Exceptional Success of the Danish Furniture Industry?* Working paper CORE-2008-03.

İnal, M. E., ve Toksarı, M. (2006). Mobilyacılık sektöründe karşılaşılan pazarlama sorunları ve bu sorunlara çözüm üretmeye yönelik bir araştırma: Kayseri örneği. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 2(4), 105-121.

İrmiş, A. (2003). *Yeni Bir Örgütlenme Şekli Olarak Şebeke Organizasyonlar*. Beta yayınları, 1. Baskı, İstanbul, s 111.

İstek, A., Özlüsoylu, İ., ve Kızılkaya, A. (2017). Türkiye ahşap esaslı levha sektör analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, *19*(1), 132-138.

Kanzuk, O. (2017) İşletmelerde dış kaynak kullanımı ve çalışanlar üzerindeki etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Bahçeşehir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, İstanbul, 134s.

Karacaoğlu, K. (2001). Dış kaynaklardan yararlanma ve teknoloji ile ilgili dış kaynaklardan yararlanmanın Türkiye'de bankacılık sektöründe uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde, 170s.

Ketler, K., & Walstrom, J. (1993). The outsourcing decision. *International journal of information management*, *13*(6), 449-459.

Koç, Y. (2001). Taşeronluk ve fason üretim: sorunlar, çözümler, Türk-iş eğitim yay. No 61, Ankara

Malkoçoğlu, A. (1989). *Mobilya Endüstrisi Ders Notları* (Yayınlanmamış). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.

Mengoni, M., Peruzzini, M., Bordegoni, M., & Mecella, M. (2016). Toward an integrated platform to support contract furniture industry. *Computer-Aided Design and Applications*, *13*(5), 662-674.

Oğuz, H. (2021). Moilya sanayinde fason üretim: Ahşap levha ebatlama optimizasyon örneği. Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bartın, 87s.

Özbay, T. (2004). *İşletme Yönetiminde Yeni Eğilimler Dizisi: Sorularla Dış Kaynak Kullanımı*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, İstanbul, s 163.

Özbilgi, E. (2001). Fason Üretim ve Muhasebe İşlemleri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Trabzon, 85 s.

Özdemir, T. (1996). Mutfak Mobilyası Üretiminde Kullanılan Yüzey Kaplama Malzemelerinin Yonga Levha Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 94 s.

Öztürk, Z. (2009) Kayseri imalat sanayinde fason üretim, Seminer Çalışması. Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, https://silo.tips/download/tc-ercdyes-ndversdtesd-sosyal-bdldmler-enstdts

Ratnasingam, J. (2003). A matter of design in the South East Asian wooden furniture industry. *Holz als Roh-und Werkstoff*, *61*(2), 151-154.

Ratnasingam, J., & Ioras, F. (2013). ASEAN Furniture Industry–The Emerging Furniture Factory for the UK and European Market. *Current Issues in Global Furniture*, *22*.

Kurt, R. (2019). Mobilya sektöründe E-Ticaret'in GZFT analizi ile değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *7*(1), 616-627.

Schniederjans, Marc J., Schniederjans, Ashlyn M., Schniederjans Dara G. (2005). Outsourcing and insourcing in an international context. Armonk, NY: M E Sharpe, U.S.

Serin, H., Şahin, Y., ve Durgun, M. (2014). Furniture sector of Turkey. *European Journal of Research on Education, EJRE*, *2*, 149-153.

Serin, H., Şahin, Y., ve Durgun, M. (2013). Küçük ölçekli mobilya işletmelerinde gürültü analizi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, *9*(2), 1-8.

SVGM, (2019). Sektörün Kısa Dönemli Analizi, Mobilya Sektörü Raporu. Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi, Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü, Ankara.

Şahin, D. (2016). Türk mobilya sektörünün dış ticaret yapısının analizi. *Journal of Life Economics*, 3(3), 7-26.

Şahin, Y. ve Serin, H. (2018). Diyarbakir İli Mobilya Sanayisinin Gzft Analizi ile Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, *2*(1), 83-90.

Tutar, A.E., İnaç, H., ve Güner, Ü. (2006). Dış Kaynak Kullanımının (Outsourcing) Makroekonomik Etkileri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8.2: 279-296.

TÜİK, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu.

URL-1. (2021). T.C. Kalkınma Bakanlığı Onuncu Kalkınma Planı, Mobilya Çalışma Grubu, https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/10/10_MobilyaCalismaGurubuRaporu.pdf Erişim tarihi: 12.12.2021

URL-2. (2021). T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Mobilya Sektörü Raporu. https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/MobilyaSektorRaporu2020.pdf Erişim tarihi: 12.12.2021

URL-3. (2021). https://www.stendustri.com.tr/ Erişim tarihi: 12.12.2021

Uzuner, M. (2020). Mobilya Tasarımında Ahşap Malzeme Kullanımının Değerlendirilmesi: Bursa İnegöl Mobilya Firmaları Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Işık Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İç Mimarlık Ana Bilim Dalı, İstanbul, 116s.

Yavaş, G. (2011). İşletmelerin Rekabet Stratejilerinde Dış Kaynak Kullanımı: Dış Kaynak Kullanımını Motive Eden Faktörler ve Riskleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Uluslararası İşletmecilik Bilim Dalı, İstanbul, 137s.

Yücel, H. (2017). Mobilya markaları ve toplumsal sınıflandırma. *Journal of Communication Theory & Research/Iletisim Kuram ve Arastirma Dergisi*, Güz(45), 87-102.

Bölüm 4

TOPRAK ORGANİK MADDESİ VE KARASAL HUMUS ÇEŞİTLERİ (FORMLARI)

İlyas BOLAT[1]

1 İlyas BOLAT (Doç. Dr.), Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlmi ve Ekolojisi ABD, Bartın, ORCID ID: 0000-0002-5354-2968

1. ORGANİK MADDE

Toprağı oluşturan katı madde gruplarından birisi olan organik madde karmaşık, karbon içeren bileşiklerden oluşur. Karbon atomları, diğer elementlerin aksine, doğal olarak uzun zincirler oluşturur. Bu uzun zincirler, çok çeşitli organik bileşikler yapmak için hidrojen, oksijen, azot ve kükürt gibi diğer elementler ile kolaylıkla ve çok çeşitli kimyasal bağlar kurabilirler. Birçok karbon içeren bileşikten en önemlileri karbonhidratlar, ligninler ve proteinlerdir. Toprak ilminde organik madde, toprağın üstünde ve içinde ayrışmanın (çürümenin) çeşitli aşamalarındaki ölmüş bitki ve hayvan artıkları ile bunların ayrışma ürünlerini içeren toprağın bir parçası olarak ifade edilmektedir. Orman alanlarında organik madde, düşen yapraklar, kozalaklar, kabuklar, meyve ve tohumlar, dallar, ölü ağaç gövdelerinden ve ölü hayvanlardan meydana gelmektedir (Şekil 1). Çayırlarda, organik maddenin çoğu çim köklerinden ve çayırların üst kısımları ile otlak hayvanlarının dışkılarından oluşur. Tarım arazilerinde ise, tarım bitkilerinin artıkları (kalıntıları) organik madde olarak toprağa katılırlar (Plaster, 1992; Çepel, 1996; Kantarcı, 2000).

Şekil 1. *Bitkilere ait yaprak, ibre, kozalak, dal parçacıklarından (***A***) ve ölü ağaç gövdesi ile kısımlarından (***B***) meydana gelen organik madde birikimi (Foto: İlyas Bolat, 2012).*

Toprak organik maddesinin asıl (esas) kaynağını bitki dokuları oluşturmaktadır. Doğal koşullar altında, ağaçların, çalıların, otların ve diğer bitkilerin toprak üstü kısımları ve kökleri yıllık olarak büyük miktarlarda organik madde üretirler. Örneğin hasat edilen mahsullerde, bitkinin toprak üstü kısımları genellikle toprak yüzeyine düşer ve orada kalır veya ayrışarak toprağa karışır. Bitkiye ait bu toprak üstü kısımlar, bitkinin 1/10'u ile 1/3'ü arasında değişen miktarına karşılık gelmektedir. Öte yandan bitki köklerin tamamı ise toprakta kalır. Bu organik maddeler toprak organizmaları tarafından parçalanıp ayrıştırıldıkça, sızma veya mevcut fiziksel birleşme yoluyla alttaki toprağın bir parçası haline gelirler. Dolayısıyla, daha yüksek bitkilerin artıkları (kalıntıları) toprak

organizmaları için besin kaynağı olurken, baştan sona gerçekleşen bütün olayların sonucunda toprak organik madde miktarlarını korumaya yardımcı olan dayanıklı bileşikler (humus gibi) oluşur. Diğer taraftan, hayvanların genellikle organik maddenin ikincil (sekunder) kaynağı olduğu kabul edilir. Toprakta yaşayan canlılar orijinal bitki dokularını parçalar, ayrıştırır ve böylelikle atık ürünlere (organik maddeye) katkıda bulunurlar. Ayrıca toprak canlıları öldüklerinde toprakta yaşayan diğer canlılar (çoğunlukla mikrobiyal canlılar) tarafından parçalanır, ayrıştırılır ve organik madde olarak bu şekilde toprağa karışırlar. Bununla birlikte analiz veya belirleme (göz ile teşhis) sırasında ölü organik maddelerden ayrılması çok güç olan bakteriler ve mantarlar gibi mikrobiyal canlılar da organik madde olarak kabul edilmektedir. Hayvan yaşamının belirli grupları, özellikle solucanlar, termitler ve karıncalar, ayrışmış veya ayrışmakta olan toprak ve bitki artıklarının yer değiştirmesinde önemli rol oynamaktadırlar (Brady, 1990; Çepel, 1996). Yukarıda ifade edilen bitki, hayvan ve mikrobiyal atıklar (kalıntılar) toprak organik maddesinin yaklaşık yüzde 10'unu oluşturmaktadır (Coyne ve Thompson, 2006).

Özellikle orman ekosistemlerinde, mineral toprak üzerinde yatan yaprak, çürüntü ve humus tabakasını kapsayan ölü örtü tabakası aslında organik madde tabakasına verilmiş olan genel isimdir. Yapılan çalışmalarda, ekosistemlerde ölü örtü miktarı üzerinde mevkiinin, yeryüzü şeklinin, iklim özelliklerinin, mevsimlerin, vejetasyon tipinin ve ağaç türünün, yapılan silvikültürel müdahalenin (gençleştirme, aralama vb.) orman yaşının, ormanın kapalılık derecesinin ve sıklığının önemli derecede etkili olduğu ifade edilmektedir. Bunların dışında toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mikrobiyal biyokütlenin de dahil olduğu toprak canlılarının da ölü örtü miktarı üzerinde önemli etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Kantarcı, 2000; Bolat, 2011; Bolat, 2014; Kara vd., 2014; Bolat ve Şensoy, 2019). Daha önce yapılmış çalışmalardan elde edilen değerler bu hususta bir fikir vermektedir. Örneğin Lukac ve Godbold (2011) yapmış oldukları çalışmada dünyada yayılış gösteren büyük bitki formasyonlarında yıllık toprak üstü ölü örtü miktarının en fazla ekvatoral ve tropikal orman vejetasyonunda (20.0–40.0 t ha^{-1} y^{-1}) olduğunu bildirmektedirler (Tablo 1). Öte yandan, yıllık toprak üstü ölü örtü miktarının en az (0.6–1.1 t ha^{-1} y^{-1}) belirlendiği ekosistem yarı çöl ekosistemidir. Bununla birlikte çalışmaya konu olan bitki formasyonlarının ölü örtü miktarının dünyadaki toplam ağırlığının boreal (kuzey) ladin ormanlarında en fazla (48 x 10^9 t) ve yarı çöl ekosistemlerinde en az (0.4 x 10^9 t) olduğu tahmin edilmektedir (Tablo 1). İlgili tablo (Tablo 1) detaylı bir şekilde incelendiğinde dünyada yayılış gösteren bitki formasyonlarında, yıllık dökülen ölü örtü miktarlarının ve dünyadaki toplam ağırlıklarının farklı olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 1. *Büyük bitki formasyonlarının yıllık toprak üstü ölü örtü üretimi ve tahmin edilen küresel ağırlıkları (kütlesi) (Lukac ve Godbold, 2011'den değiştirilerek, 10–31 p.).*

Vejetasyon	Yıllık dökülen ölü örtü miktarı (t ha^{-1} y^{-1})	Dünyadaki toplam ağırlığı (10^9 t)
Arktik ve alpin tundra	1.0–4.0	8.0
Funda ve çalılıklar	2.5–5.0	5.1
Boreal (kuzey) ladin ormanı	3.5–7.5	48.0
Ilıman yaprak döken ormanlar	11.0	14.0
Savan	9.5	3.0
Yarı çöl	0.6–1.1	0.4
Ekvatoral ve tropikal ormanlar	20.0–40.0	7.2
Ilıman çayırlar	7.5	3.6
Ekili araziler ve tarım ekosistemleri	0.3–2.0	1.4
Bataklık alanlar	5.0–35.0	5.0

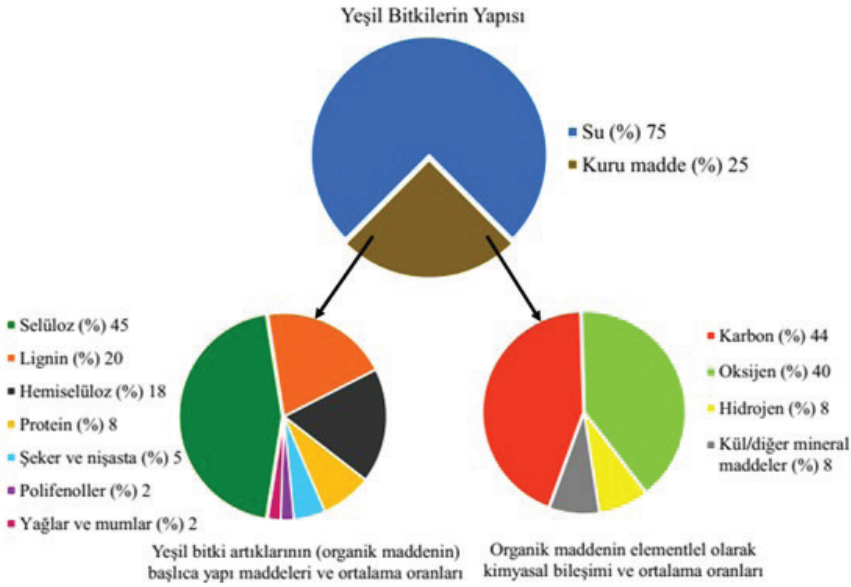
2. TOPRAK ORGANİK MADDESİNİN YAPISI VE AYRIŞMASI

2.1. Toprak Organik Maddesinin Yapısı

Yapılarında %60–90 arasında değişen oranlarda su barındıran bitki artıklarının ortalama su içeriği %75 civarında ve çok yüksektir. Bitki artıklarındaki diğer geriye kalan kısım (yaklaşık %25) kuru madde olarak ifade edilmektedir (Şekil 1). Bitki dokusundaki organik bileşikler çok sayıda ve çeşitli olmakla birlikte, şekilde (Şekil 1) gösterildiği üzere selüloz, lignin, hemiselüloz, protein, şeker ve nişasta, polifenoller, yağlar ve mumlar gibi belirli sınıflara ayrılabilirler. Bu sınıflar içerisinde selüloz, hemiselüloz ile şeker ve nişastadan meydana gelen karbonhidratlar yaklaşık %70 gibi bir oranla bitkide bulunan en fazla organik bileşiktir. "Halka" tipi yapılara sahip kompleks bileşikler olan ligninler, yaşlı bitki dokularında ve özellikle odunsu dokularda bulunur. Karbonhidratlardan biraz daha karmaşık ve en az ligninler kadar karmaşık (kompleks) yapıya sahip olan katı ve sıvı yağlar, esas olarak tohumlarda bulunur. Proteinler, karbon, oksijen ve hidrojenin yanında azot ile az miktarlarda da olsa diğer makro ve mikro bitki besin elementlerini ihtiva etmektedir. Diğer bir anlatımla, makro ve mikro bitki besin elementlerinin asıl kaynağı proteinlerdir. Öte yandan bitki kuru maddesi oransal olarak çoğunlukla karbon ve oksijenden oluşurken, %10'dan daha az oranlarda hidrojen ve diğer elementleri içeren külden meydana gelmiştir. Bahsedilen bu üç elementin bitki dokularında hacimsel olarak en fazla bulunan elementler olduğu ifade edilmektedir (Şekil 2) (Brady, 1990; Bolat, 2011).

İlgili şeklin (Şekil 2) incelenmesinden organik maddenin özellikle

de bitki artıklarının daha çok selüloz (ortalama %45), lignin (ortalama %20) ve hemiselülozdan (ortalama %18) meydana geldiği anlaşılmaktadır. Bunlardan başka protein, şeker ve nişasta, polifenoller, yağlar ve mumlar, kütin, tanen, renkli maddeler gibi diğer organik bileşikler ile kül (mineral maddeler) bitki artıklarının (ölü örtünün) bileşiminde belirli oranlarda yer almaktadır.



Şekil 2. *Toprağa eklenen yeşil bitki materyallerinin (ölü örtünün) temsili ortalama bileşimi. Azot dahil tüm anorganik diğer elementler kül ile temsil edilir (Bardy, 1990; Coyne ve Thompson, 2006'dan değiştirilerek).*

Organik maddenin kimyasal bileşiminin organik maddenin çeşidine (tipine) göre de farklı olduğu yapılmış olan çalışmalarda bildirilmektedir. O yüzden yapılan çalışmalarda organik maddenin bileşenlerine ait değerler verilirken bileşenin ortalama değeri yerine "en az–en fazla" değerlerinin verildiği görülmektedir. Örneğin ölü örtünün (organik maddenin) selüloz içeriği %20–50 arasında ve lignin içeriği de %10–30 arasında değişiklik göstermektedir (Brady, 1990; Çepel, 1996; Lukac ve Godbold, 2011). Bu bağlamda Tablo 2 incelendiğinde bitkilere ait yaprak ve iğne (ibre) yaprakların bileşimlerinin farklı olduğu göze çarpmaktadır. Benzer şekilde iğne yapraklı odun ile yapraklı oduna ait organik bileşimlerin de birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Hatta aynı tabloda (Tablo 2) organik maddenin ikincil kaynağı olarak düşünülen canlılardan bazılarına (böcek ve solucan) ait değerler incelendiğinde bunlar arasında da farklılığın olduğu söylenebilir.

2.2. Toprak Organik Maddesinin Ayrışması

Organik maddelerin ayrışması fiziksel ve kimyasal karakterli olmakla birlikte biyolojik etkilerin sonucunda gerçekleşir. Organik maddelerin ayrışmasında ölü örtünün bileşimi ile ayrışma olayının gerçekleşmesi ve toprak canlıları arasında çok yakın ilişkiler vardır. Nitekim, bitki dokularındaki organik bileşiklerin ayrışma hızları büyük farklılıklar gösterir. Genel olarak tüm organik bileşikler, taze bitki dokusu toprağa düştüğünde çoğunlukla aynı anda ayrışmaya başlarlar. Söz konusu organik bileşikler içerisinde şekerler ve basit proteinler en kolay şekilde ayrışmaya uğrayanlardır (Tablo 3). Öte yandan ligninler, yağlar ve mumlar ile polifenollerin ayrışmaya karşı en dirençli olan bileşikler olduğu bildirilmektedir (Brady, 1990; Kantarcı, 2000; Coyne ve Thompson, 2006; Gardiner ve Miller, 2008). Bitki artıklarının (organik maddelerin) ayrışması sırasında atmosfere karbondioksiti (CO_2) geri veren, tanımlanabilir bitki materyalini tanımlanamayan hümik materyallere dönüştüren ve çeşitli mikrobiyal toplulukların ekolojik süksesyonunu düzenleyen bir dizi kimyasal, biyokimyasal ve biyolojik döngüler gerçekleşir (Coyne ve Thompson, 2006). Diğer bir anlatımla toprak canlıları organik maddeleri parçalayıp, besin maddesi olarak kullanıp yeni maddeleri oluştururlar. Örneğin oluşan bu maddelerden biri olan hümik maddeler humus adı verilen kolloidal, amorf (şekilsiz, biçimsiz), siyah ve koyu kahve renkli maddelerdir. Oluşan bu toprak humusu, taze bitki ve hayvan artıkları ile hem canlı hem de ölü olan mikrobiyal biyokütlenin kapsamlı kimyasal ve biyolojik olarak parçalanmasından (ayrışmasından) sonra geriye kalan karmaşık maddeler dizisidir. Topraktaki organik karbonun çoğunu toprak humusu oluşturur. Ayrıca karmaşıklığı nedeniyle humus genellikle sodyum hidroksitli çözelti ile sulandırıldığında çözünebilirliğine göre fulvik asit, hümik asit ve humin olarak üçe ayrılmaktadır. Bunlardan fülvik asit ve daha büyük olan hümik asit sodyum hidroksitli çözelti ile sulandırıldığında çözünebilirken, humin çözünemez (Kantarcı, 2000; Gardiner ve Miller, 2008).

Ölü örtü (organik doku) toprağa düştüğünde, genel olarak üç reaksiyon gerçekleşir (Foth, 1984; Brady, 1990; Kantarcı, 2000):

1. Bitki artıklarının (ölü örtünün) büyük bir kısmı, ana ürünler olarak karbondioksit, su, enerji ve ısı ile enzimatik oksidasyona maruz kalır. Oksidatif ayrışma organik maddelerin tam olarak ancak, yavaş yavaş yanması (oksitlenmesi) olayıdır. İyi havalanan bir toprakta, bitki artıklarında bulunan tüm organik bileşikler oksidasyona uğrar. Bu olayın gerçekleşmesi sürecinde önemli miktarda ısı açığa çıkar. Bitki materyallerinin oksitlenebilir kısımları (fraksiyonu) büyük ölçüde karbon ve hidrojenden oluştuğundan (Şekil 1), topraktaki organik bileşiklerin oksidasyonu aşağıdaki gibi gösterilebilir;

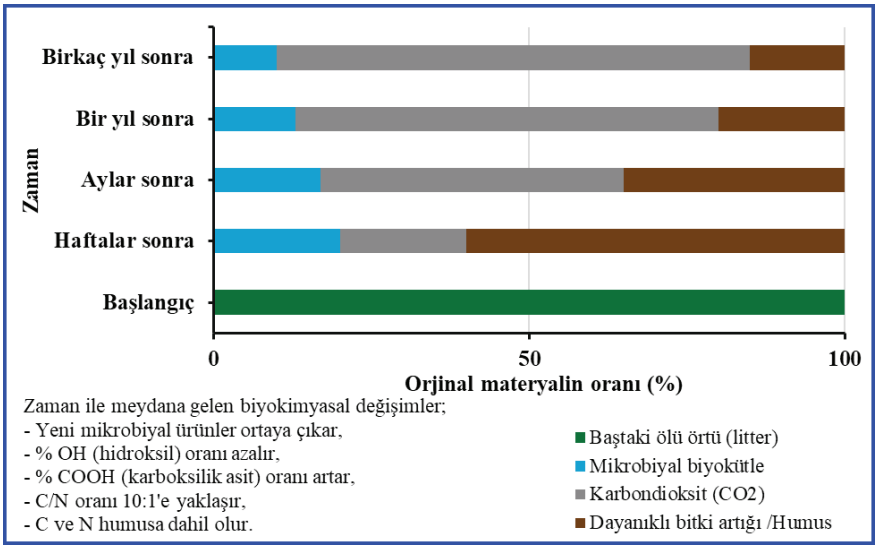
$$\underset{\text{(karbon ve hidrojen içeren bileşikler)}}{-(\mathrm{C},4\mathrm{H})} + 2O_2 \xrightarrow[\text{oksidasyon}]{\text{enzimatik}} CO_2 + 2\,H_2O + enerji$$

Bu reaksiyonda birçok ara basamak yer alır ve buna karbon ve hidrojen dışındaki elementleri içeren önemli yan reaksiyonlar eşlik eder. Birçok ara reaksiyondan meydana gelse bile, bu temel reaksiyon, oksijen tüketimi ve karbondioksit üretiminin (salınımının) yanı sıra topraktaki organik madde ayrışmasının çoğunu açıklamaktadır. Özellikle ayrışmaya karşı dirençli olmayan organik bileşikler uygun olan çevresel şartlar altında çok hızlı bir şekilde, diğer bir anlatımla haftalar ya da aylar içerisinde ayrışırlar (Şekil 3; Tablo 3).

2. Azot, fosfor ve kükürt gibi temel bitki besin maddeleri, her besin maddesi için nispeten benzersiz olan bir dizi özel (belirli) reaksiyonla mineralizasyona uğrayarak açığa çıkar ve/veya hareketsiz (immobilizasyona uğrar) hale getirilir. Örneğin karbon CO_2'e, hidrojen H_2O'ya, azot NO_2^- ve NO_3^-'a, kükürt SO_3^{-2} ve SO_4^{-2}'a, fosfor PO_4^{-3}'a dönüşür. Bahsedilen bu bitki besin maddeleri ile bunlardan başka olan diğerlerinin hareketsiz hale getirilmesi (immobilizasyonu), besinlerin hem mikroorganizmalar hem de yüksek bitkiler tarafından canlı maddeye dahil edilmesi ve orada kullanılması anlamına gelmektedir. Bu arada immobilizasyona (hareketsizleştirilmiş) uğrayan bitki besin maddeleri, ancak organizmalar (hem mikroorganizmalar hem de bitkiler) öldüğünde tekrar mineralizasyona uğrayarak açığa çıkabilirler.

3. Mikrobiyal etkiye karşı çok dirençli bileşikler (lignin, polifenoller gibi), ya orijinal bitki dokusundaki bileşiklerin dönüşümü (değişimi) yoluyla ya da mikrobiyal sentez yoluyla oluşturulurlar (Toplu olarak, bu dirençli bileşikler toprak humusunu oluşturur.). Örneğin humuslaşma sırasında organik maddenin yapısındaki bileşiklerden karbonhidratlar (selüloz, hemiselüloz vd.) hidrolize olarak monosakkaritlere, aromatik maddeler ile lignin ise hidroliz veya oksitlenme sonucunda basit fenollere dönüşürler. Bütün bu yeniden oluşmalar ve ayrışmalar toprakta yaşayan canlıların (mikroorganizmaların) salgıları ile gerçekleşir. Özellikle bu üçüncü reaksiyon doğada çok yavaş bir şekilde ilerler (Şekil 3; Tablo 3). Ölü örtünün (organik maddenin) ayrışması süreci ile ilgili olan bu üç reaksiyona göre; organik maddenin ayrışması birkaç saatten onlarca yıla kadar değişen fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylar neticesinde meydana gelir. Diğer taraftan ayrışan ve ayrışmaya devam eden organik maddenin zaman faktörüne bağlı olarak miktarı ve içeriği toprakta sürekli değişiklik göstermektedir. Örneğin organik maddenin ayrışmasının %55,1'i ilk yıl gerçekleşirken %98,2'si onuncu yılın sonunda gerçekleşmektedir. Diğer

taraftan onuncu yılın sonunda bile organik maddenin bileşenlerinden olan yağlar ve mumlar ile polifenollerin toprak canlıları tarafından tam olarak ayrıştırılamadığı bilinmektedir (Tablo 3).



Şekil 3. *Toprakta ölü örtünün ayrışması sırasında gerçekleşen fiziksel ve biyokimyasal süksesyon. Ayrışma sırasında organik karbonun çoğunluğu karbon dioksite mineralleştirilir, %10–15 mikrobiyal biyokütleye eklenir ve yaklaşık %10'u toprak organik maddesine karışır (Coyne ve Thompson, 2006'dan değiştirilerek, 234–251 p.).*

Tablo 2. *Kuru kütlenin %'si olarak organik maddenin kimyasal bileşenlerinin yaklaşık değerleri (Lukac ve Godbold, 2011'den değiştirilerek, 94–117 p.).*

Organik Madde Çeşidi	Organik Maddenin İçeriği						
	Sakkaritler	Proteinler	Hemiselüloz	Selüloz	Lignin	Mumlar, lipitler ve reçineler	Kül
İğne (ibre) yaprak	16	4	9	44	18	6	4
Geniş yaprak	23	6	14	37	12	3	5
İğne yapraklı (konifer) odunu	1	1	15	44	30	8	0.3
Geniş yapraklı odunu	1	2	24	47	20	2	0.3
Böcek	16	50			6	10	15
Solucan		58	17			6	19

Tablo 3. *Organik materyallerin ayrışma hızları (Coyne ve Thompson, 2006; Gardiner ve Miller, 2008'den değiştirilerek).*

Orijinal Ölü Örtü	Ölü Örtünün Kuru Kütle Yüzdesi (%)	Ayrışma ile Kaybedilen Yüzde (%)			
		1. Yıl	2. Yıl	5. Yıl	10. Yıl
Protein, şeker ve nişasta	13	99	100	—	—
Selüloz	45	90	100	—	—
Hemiselüloz	18	75	92	100	—
Lignin	20	50	74	97	100
Yağlar ve mumlar	2	25	43	77	95
Polifenoller	2	10	20	43	70
Bütün ölü örtü materyalleri		**55,1**	**79,6**	**87,1**	**98,2**

Uygun çevre koşulları altında (sıcaklık, nem ve toprak tekstürü gibi), bitki artıklarının ayrışma hızının, bitki artıklarının toprak yüzeyine düştükten sonraki ilk iki hafta boyunca en hızlı seviyede gerçekleştiği söylenebilir (Şekil 3). Bununla birlikte, ayrışmanın yeterli derecede olup olmadığı ve hızı konusunda organik maddede ve özellikle humustaki C/N oranı kaba da olsa bir fikir vermektedir. C/N oranının 20'den küçük oluşu ayrışmanın ve mineralizasyonun çok hızlı olduğunu, 20–30 arasında oluşu ayrışmanın devam ettiğini ve normal olduğunu ifade ederken, bu oranın 30'dan fazla oluşu ise organik madde ayrışmasının çok yavaş bir şekilde ilerlediğini göstermektedir. Bu bağlamda, yeni bakteri ve mantar popülasyonlarında proteinleri oluşturmak için gerekli olan azot, çoğunlukla organik maddenin ayrışma hızını (oranını) kontrol edebilmektedir. Bu yüzden mikroorganizmalardaki ve organik maddedeki azot içeriği, karbon-azot oranı (C/N oranı) olarak verilir. Geniş (yüksek) bir organik karbon-azot oranı, azot içeriği bakımından nispeten düşük bir organik maddeyi işaret etmektedir. Başka bir anlatımla, organik materyallerin karbon-azot oranın yüksek oluşu, azot eksikliği olasılığının ve buna bağlı olarak toprakta mevcut olan azot için mikroorganizmalar ve daha yüksek bitkiler arasındaki rekabetin fazla olduğunun bir göstergesidir. Öte yandan organik maddelerin çürümesi ilerledikçe, açığa çıkan karbonun çoğu atmosfere karbondioksit (CO_2) olarak salınır (Şekil 3). Azotun yalnızca çok az bir kısmı kaybolurken yüksek miktarlarda karbonun atmosfere salınmasının sonucunda organik maddenin C/N oranını düşer (daralır). Başka bir ifade ile hızlı ayrışma sonucunda ortamda karbon azalırken mineralize olan azot miktarında artış meydana gelir. Gerçekleşen bu olay sonucunda kolayca ayrışabilen bitki artıkları (kalıntılar) ortamdan yok olurken, geriye sadece yavaş ayrışan maddeler kalır (Tablo 3). Bütün bunların sonucunda geriye

yavaş ayrışan organik maddelerin kalmasından dolayı gıda ve enerji kaynakları topraktaki canlılar için artık yetersiz durumda olmaya başlar. Buna bağlı olarak daha fazla bakteri ve mantar ölümleri gerçekleşir. Ölen ve yüksek azot içeriğine sahip olan bu canlılar, diğer canlı mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılarak (mineralize edilerek) karbondioksit (CO_2) açığa çıkar ve toprak çözeltisine bir miktar azot geçişi olmaktadır. Çözeltiye geçen azotun çoğu, büyüyen bitkiler için alınabilir durumdadır (Foth, 1984; Çepel, 1996; Gardiner ve Miller, 2008). Ancak bitki kökleri mineralize olan azotu alabilecek kadar gelişememişlerse (özellikle ölü örtünün bulunduğu ağaçlandırma alanlarında) azot yağış suları ile yıkanıp ortam dışına taşınır. Bu olay azotun ortamdan kaybı anlamına gelmektedir. Bu yüzden dengeli ve sürekli bir ayrışma (C/N ≈ 15–25) mineralizasyon ile bitki beslenmesi arasındaki denge açısından istenilen bir durumdur (Kantarcı, 2000).

3. KARASAL HUMUS ÇEŞİTLERİ (FORMLARI) VE ÖZELLİKLERİ

3.1. Toprak Canlıları, Humus ve Humus Oluşumu

Toprak organizmaları, mantarlar (mikorizal mantarlar dahil olmak üzere mikro ve makro mantarlar) ve hayvanlar (örümcekler, salyangozlar, karıncalar, solucanlar, kırkayaklar, yılanlar, termitler vb.) gibi çok hücreli organizmalar ile birlikte arkeleri (bir prokaryotik mikroorganizma takımı), bakterileri ve protistleri (tek hücreli bitki ve hayvan) içeren prokaryota (yani zara bağlı bir çekirdeği olmayan canlılar) gibi tek hücreli mikroskobik canlıları içerir. Toprak organizmaları, toprak oluşumu, organik maddenin ayrışması (Şekil 4), besin döngüsü, biyolojik kontrol ve bitki büyümesi için destek sağlamak gibi doğrudan veya dolaylı görevlerinden dolayı ekosistem için çok önemlidirler. Ekosistemde gerçekleşen tüm bu süreçler dinamiktir ve sürekli bir gelişim ve değişim içindedir. Bu süreçlerin oluşma hızları farklı aktörler ve çevresel faktörler ile önemli oranda değişir ve sürecin başlangıcından sonuna kadar geçen zaman içerisinde köklü değişimler meydana gelir. (Zanella vd., 2018b). Yukarıda ifade edilen ve ekosistemde gerçekleşen süreçlerde toprak canlılarının türler arasındaki etkileşimleri pozitif, negatif veya nötr olabilir. Toprak canlıları arasındaki pozitif etkileşimlere örnek olarak, bitki artıkların (organik maddenin) parçalanması ve sonunda humus oluşumu sırasında kırkayakların, ağaç bitlerinin ve solucanların arasında gözlemlenen birliktelik verilebilir (Jones vd., 1994; Zimmer vd., 2005). Toprağa eklenen organik artıklar (ölü örtü) toprak canlıları tarafından bir bütün olarak parçalanmaz ve ayrıştırılmaz; bununla birlikte, organik maddeyi meydana getiren kimyasal bileşenler birbirinden bağımsız olarak ayrıştırılır. Bitki artıklarından humus oluşumunda; **(1)** ortamdaki suda çözünür bileşenlerin, selülozun ve hemiselülozların hızlı bir şekilde azalması; **(2)** lignin ve lignin komplekslerinin yüzdesinde nispi bir artış ve **(3)** protein içeriğinde bir artış meydana gelmektedir (Foth, 1984).

Toprak canlıları tarafından gerçekleştirilen bu parçalama ve ayrıştırma süreçleri ile meydana gelen değişimlerden dolayı toprak organizmaları "ekosistem mühendisleri" olarak adlandırılmaktadır (Jones vd., 1994).

Şekil 4. *Kendine özgü dört adımına göre organik maddenin ayrışması (biçim değiştirmesi) ve humus sisteminin oluşumu (OL, OF, OH ve A horizonları). Her horizonun oluşumu/ortadan kaybolma zamanı çevresel faktörlere bağlıdır (Zanella vd., 2018b'den değiştirilerek).*

Karmaşık bileşikler topluluğu olan humus koyu (siyah veya koyu kahverengi) renklidir ve çok küçük kil boyutundaki parçacıklardan oluşur (Plaster, 1992). Humus formu, üst toprağın organik maddeden güçlü bir şekilde etkilenen kısmıdır ve organik (OL, OF, OH, H) ve alttaki organik mineral horizonların (A, AE, Aa) morfolojik bakımdan iyice tanımlanabilen alt alta tabakalarından meydana gelmektedir. Başka bir anlatımla humus formları, toprak profillerinin üst kısmındaki organik madde ile mineral madde birlikteliğinde gözlenen morfolojik desenler olarak tanımlanabilir. Yapraklar, ibreler, kabuk, dal, tohum, kozalak, odun, kök salgıları vb. gibi bitki artıkları, orman ekosistemlerinin her yıl binlerce kilo ağırlığa karşılık gelen organik madde (birincil üretiminin) birikiminin önemli bir bölümünü oluşturur. 19. yüzyıl boyunca bilim adamları, bu organik bileşenlerin türü ve ayrışma hızının yanı sıra ayrışan organik maddenin (OM) alt katmanlardaki mineral horizonlara katılmasının (dahil olmasının)

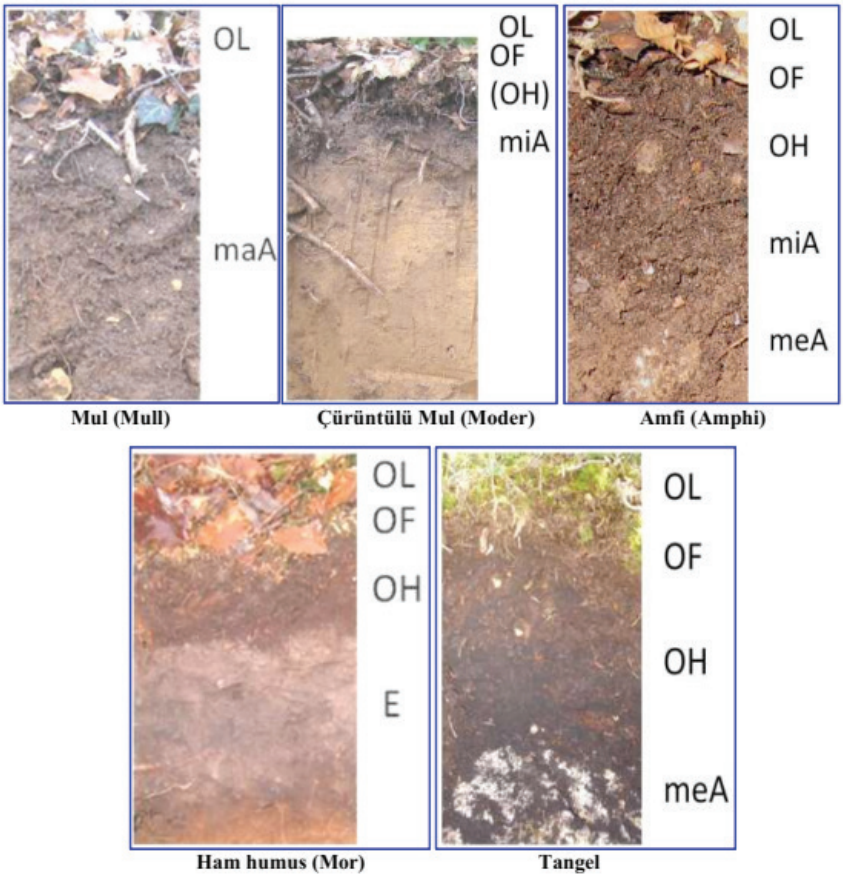
ormanın türüne göre değiştiğini bildirmektedirler (Hooper vd., 2000; Ponge, 2003; Jabiol vd., 2005). Bu araştırmalar ve gözlemler sonucunda Müller (1879, 1884), Danimarka kayın ormanlarında iklimsel, jeolojik ve biyolojik oluşum koşulları ile karakterize edilen Muld (daha sonra Mull olacak), Mor ve Mullartiger Torf adlı üç "humus formu" nun geliştiğini bildirmiş ve bu humus formlarının tanımlamalarını yapmıştır, Müller için en başından beri humus formu üst topraktaki "yaşamın ifadesine" karşılık gelmektedir. Müller'den başka birçok araştırmacı, çoğunlukla üst toprağın canlı bileşenlerinin (toprak faunasının) faaliyetlerine dayanan bir humus formları sınıflandırma sisteminin geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. Bu konuda en belirgin katkılar Hesselman (1926), Hartmann (1944), Kubiëna (1953), Babel (1971) ve Delecour (1983) tarafından yapılanlardır. Daha sonraki yıllarda üst topraktaki canlıların faaliyetlerine dayanan farklı humus formu (tipi) sınıflandırmasının geliştirilmesine katkıda bulunan çok sayıda araştırmacı (Green vd., 1993; Klinka vd., 1997; Ponge, 2003; Zanella vd., 2011; Zanella vd., 2018a; Zanella vd., 2018b) olmuştur. Öte yandan humus formları ile ilgili Türkiye'de ilk yapılan çalışmaların 1970'li yıllara dayandığı bilinmektedir (Irmak ve Çepel, 1974; Irmak, 1977). İlerleyen yıllarda bu çalışmaları başkaca araştırmacıların (Miltner vd., 1996; Çakır ve Makineci, 2013; Çakır vd., 2020) yaptıkları çalışmalar takip etmiştir. Yapılan bu çalışmalar arasında Green vd. (1993) ve Klinka vd. (1997) tarafından geliştirilen Kanada ve Fransız sınıflandırma yöntemi ile Zanella vd. (2011) tarafından geliştirilen Avrupa sınıflandırma yöntemi olarak adlandırılan sınıflandırmalar çoğunlukla kabul gören ve kullanılanlar olmuştur. Bunlardan Kanada ve Fransız sınıflandırmasında humus formları mul (mull) tipi, çüruntülü mul tipi (moder) ve ham humus (mor) tipi şeklinde üç çeşit takımdan oluşmaktadır (Green vd., 1993; Klinka vd., 1997). Diğer taraftan Avrupa sınıflandırması ise humus tiplerini mul (mull) tipi, çüruntülü humus tipi (moder), amfi (amphi) tipi, ham humus (mor) tipi ve Tangel (Tangel) tip şeklinde beş farklı (Şekil 5) takım olarak tanımlar ve daha detaylı kategorilere ayırmaktadır (Zanella vd., 2011; Zanella vd., 2018a; Zanella vd., 2018b).

Yukarıda ifade edildiği üzere çoğu sınıflandırmada (Green vd., 1993; Klinka vd., 1997; Broll vd., 2006) karasal ekosistem topraklarında mul (mull), çüruntülü mul (moder) ve ham humus (mor) olmak üzere üç ana humus formun geliştiği bildirilmektedir. Bu humus formları hem organik (ölü örtü) hem de humus horizonlarında mikro ve makromorfolojik özellikler bakımından birbirinden farklılık gösterirler; oluşan horizonlar arasında birinden diğerine geçiş belirgindir ve toprak organizmalarının faaliyetlerinin belirtilerini büyük ölçüde yansıtırlar. Ancak bunların hiçbiri dünya çapındaki saha ve iklim koşullarını, hatta tüm Avrupa orman ekosistemlerini kapsamamaktadır. Dolayısıyla bildirilen bu üç humus

formundan başka amfi (amfi) ve Tangel humus formlarının da ara formlar (Zanella vd., 2011; Jabiol vd., 2013; Labaz vd., 2014; Zanella vd., 2018a; 2018b) olarak sıklıkla ekosistemlerde gelişim gösterdiği bildirilmektedir (Şekil 4).

3.2. Karasal Humus Çeşitleri (Formları) ve Özellikleri

Humus formlarının sınıflandırması, biyolojik aktivitenin morfolojik göstergeleri dahil olmak üzere sahada gözlemlenen ve açıklanan organik ve/veya organik mineral horizonların alt alta dizilişine ve morfolojik özelliklerine dayanmaktadır. Ayrıca tanımlayıcı (ayırt edici) olarak bazı durumlarda birkaç temel kimyasal özellik de (pH, organik karbon içeriği) gerekebilmektedir. Böylece ayırt edici özellikler bakımından tam manasıyla diğer katmalardan ayırt edilebilen farklı organik (OL, OF ve OH) ve organik mineral (A, AE, Aa) horizon tabakaları (katmanları) tanımlanır. Dolayısıyla sınıflandırma anahtarları, teşhis horizonlarını ve diğer tamamlayıcı üst toprak veya çevresel verileri (bilgileri) kullanır. Bu arada humus formu sınıflandırması, daha fazla bilgi ve daha büyük veri setlerinin mevcut olduğu orman toprakları ile insan etkisinin ihmal edilebilir olduğu çayır, mera ve sulak alan toprakları için tasarlanmıştır. Diğer taraftan humus formu sınıflandırma sistemi, toprak işlemeli tarımsal ekosistemler için uygun değildir, çünkü toprak işleme "toprağın doğal yapısını" yok etmekte ve yüzey horizonlarının oluşumunu (işleyişini) tamamen (kökten) değiştirmektedir (Zanella vd., 2011).



Şekil 5. *Karasal humus çeşitleri (***OL***: bozulmamış yoğun miktarda yaprak horizonunu,* **OF***: yaprak tabakasının altında, mekanik olarak ayrışmış, parçalanmış ve renk değişiminin meydana geldiği çürüntü horizonunu,* **OH***: orjinal yapıların ve malzemelerin büyük bir kısmının ayırt edilemediği, hümik bileşenin hacimce %80'den fazla olduğu ve siyah, gri-kahverengi, kahverengi renkli, amorf organik maddeden oluşan humus maddesi horizonunu,* **maA***: biyomakro organik mineral A horizonunu,* **meA***: biyomezo organik mineral A horizonunu,* **miA***: biyomikro organik mineral A horizonunu;* **E***: demir, alüminyum, silikat killeri ve organik maddenin aşrı derecede yıkanıp birikmesiyle oluşmuş daha açık renkli yıkanma horizonunu ifade etmektedir) (Çepel, 1996; Zanella vd., 2011'den değiştirilerek).*

Hem ölü örtü hem de humus horizonlarına biyokütle girişi ile biyokütlenin ayrışması arasındaki denge, dış çevresel faktörlerden (sıcaklık, nem, rüzgâr, eğim vb.) ve temel toprak özelliklerinden (toprak sıcaklığı, nemi, toprak reaksiyonu ve canlıları vb.) ve ayrıca belirli bir humus formunun oluşumuna yol açan toprağın biyolojik aktivitesinden etkilenmektedir. Dolayısıyla oluşan humus formu, abiyotik (anakaya,

toprak, eğim, bakı, yükselti, sıcaklık vb.) ve biyotik faktörlerin (ağaç türü, ağaç türü karışımı, toprak canlılarının cinsi ve miktarı, orman yönetim biçimi vb.) ortaklaşa etkisi ile meydana gelmektedir. Başka bir anlatımla meydana gelen humus formları, ekosistemin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini bütünleştirirken, ekosistemin kalitesi/verimliliği ile ağaçların büyümesinin yanı sıra mevcut ve geçmiş iklimin de iyi bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Yani humus formu, habitat koşullarının mükemmel bir göstergesidir ve ekolojik odaklı orman yönetimi için habitat kalitesi değerlendirmesinde kullanılan bir özelliktir (Labaz vd., 2014; Bayranvand vd., 2017). Nitekim toprak bilimi ve ekosistem dinamiklerindeki son gelişmelere göre, karasal ekosistemlerin fonksiyonel (işlevsel) biyoçeşitliliğinde humus formlarının merkezi bir rol oynadığı öne sürülmektedir (Hooper vd., 2000; Ponge, 2003). Bununla birlikte humus formları topraktaki çoğu hayvan ve mikrobiyal yaşamın kararlı, dengeli ve görünür sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Karasal bitki, hayvan ve mikrobiyal toplulukların gelişimine olumlu yönde katkı sağlarlar (Ponge, 1999; Ponsard vd., 2000). Çünkü humus çok sayıdaki bitki besin elementlerini içeren birçok farklı elementi bünyesinde bulundurur. Örnek vermek gerekirse humusun yaklaşık %50'si karbon, %5'i azot ve %0,5'i fosfor elementidir (Plaster, 1992). Ayrıca fazla miktarda su tutma ve yüksek bir katyon değişim kapasitesi özelliği olan humusun toprak strüktünün (iç yapısının) oluşumunda ve gelişiminde çok önemli katkısı vardır. Humusun karbon-azot oranı (C/N) 10 ile 12 arasında değişmektedir. Bu oran humusun yapısına (doğasına), ayrışma aşamalarına, toprağın yapısına ve derinliğine, humusun oluştuğu iklimsel ve diğer çevresel koşullara göre değişiklik göstermektedir (Foth, 1984). Öte yandan, çoğu toprak bilimcisi için toprağın humus tabakası toprağa ait değildir; bu nedenle humus tabakasının kalınlığı toprak yüzeyinin üzerinde bir değer olarak verilir. Çünkü bir sahadaki ölü örtü tabakasının kalınlığı, bitki örtüsündeki bir türün çimlenmesini, ışığını (fotosentetik aktif radyasyondan yararlanmasını) ve dona maruz kalıp kalmamasını etkiler (Baron vd., 1992; Ernst, 2004).

Yukarıda kısaca isimlerinden bahsedilen beş çeşit humus formunun ayrım anahtarları ve bazı özellikleri aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır. Ancak, sınıflandırma sisteminin açıklanmasına geçmeden önce sınıflandırmada sıklıkla kullanılan "ve", "veya" terimleri ile noktalı virgül (";") olan noktalama işaretinin hangi anlamı ifade ettiği açıklanmıştır. Bir cümlenin sonunda yazılan "ve", açıklanmış önceki tanı kriterlerinin yeterli olmadığı ve başkalarıyla birlikte tamamlanması gerektiği anlamına gelir; "veya" bildirilen kriterlerin aralarından seçim yapılmasına olanak sağladığını ifade eder. Noktalı virgül işareti (";") iki cümle arasında kullanılır ve sınıflandırma işleminin henüz bitmediğini gösterir.

3.2.1. Mul Tipi Humus: Bitki besin maddelerinin hızlı kullanımı

Humusun mul (mull) tipi humus olarak tanımlanabilmesi için bir üst toprak aşağıdaki özellikleri göstermelidir (Zanella vd., 2011) (Şekil 5):

1. Herhangi bir OH horizonunun olmaması; ve

2. Biyomakro organik mineral A horizonunun (maA) varlığı; veya

2. Biyomezo organik mineral A horizonunun (meA) varlığı ve aşağıdakilerden en az ikisinin varlığı:

1. Donmuş veya kurumuş topraklar hariç olmak üzere, A horizonunda yaşayan solucanların veya bunların döküntülerinin (dışkılarının) varlığı;

2. Organik ve organik mineral horizonlar arasında çok keskin bir geçişin (<3 mm) varlığı;

3. Organik mineral horizon olan A horizonunun reaksiyonunun (pH_{water}) ≥5'ten büyük olması.

Mul tipi humus, toprakta oyuk ya da tünel açan hayvanların ve/veya beyaz çürükçül mantarlarının etkisi altında yaprak ölü örtüsünün ayrıştırılarak hızla alandan kaybolması ve makro agregatlar içindeki mineral partiküller ile nemlendirilmiş organik maddenin homojenleştirilmesi ile karakterize edilebilir. Hemorganic A-horizonu, bitki kökleri de dahil olmak üzere çoğu toprak organizmasının yaşadığı yerdir. Bu humus formunda mantarlar hem saprofitik hem de mikorizal (VAM zigomisetler) türler olarak bulunabilmektedir. Ayrıca bakteriler de yüzeyine yapıştıkları çok sayıda mineral partikülleri, hayvan mukusunun primer etkileri ile kök salgıları nedeniyle bol miktarda bulunur. Mul tipi humusun faunası, megafauna (köstebekler ve küçük kemirgenler), makrofauna (toprak solucanları, büyük eklembacaklılar ve yumuşakçalar), mezofauna (akarlar, yay kuyrukları ve enchytraeidler) ve mikrofauna (nematodlar ve protozoa) dahil olmak üzere yüksek bir biyokütle ve değişik tür zenginliği göstermektedir. Mul tipi humus, en verimli topraklarla ilişkilendirilir ve zengin bir toprak topluluğunun sürdürülmesinde önemli rol oynayan bol ve çeşitlendirilmiş bir bitki tabakasını besler. Ilıman iklimde mera (çayırlık) ve yaprağını döken orman ekosistemlerinin karakteristik (tipik) humus formudur. Mul, üst toprakta birlikte yaşayan çeşitli organizmalardan (bitki kökleri dahil) etkilenen hızlı bir bitki besin döngüsü ile diğer humus tiplerinden ayrılır (Ponge, 2003). Aşağıda verilen tablo (Tablo 4), ekosistem seviyesindeki mul tipi humusun ana özelliklerini özetlemektedir.

3.2.2. Çüruntülü Mul (Moder) Tipi Humus: Mantarlar yoluyla bitki besin maddelerinin korunması ve hayvan faaliyeti

Humusun çüruntülü mul (moder) tipi humus olarak tanımlanabilmesi için üst toprak aşağıdaki özellikleri göstermelidir (Zanella vd., 2011) (Şekil 5):

1. OH horizonunun varlığı (bazen olmasa bile); ve

2. OFnoz'un olmaması (Horizon hacminin %90'ı veya daha fazlasının zoojenik olarak dönüştürülmemiş materyalden meydana gelmesi); ve

3. Biyomakro organik mineral A horizonun (maA) olmaması; ve

4. Biyomezo organik mineral A horizonun (meA)ve aşağıdakilerden birinin olmaması:

1. OH ve A horizonu arasında keskin bir geçişin olmaması (geçiş ≥ 5 mm);

2. Organik mineral horizon olan A horizonunun reaksiyonunun (pH_{water}) <5'ten küçük olması; veya

4. Biyomikro organik mineral A horizonun (miA) veya zoojenik olmayan organik mineral masif stüktürlü A horizonunun (msA) veya zoojenik olmayan organik mineral tek tane strüktürlü A horizonunun (sgA) ve aşağıdakilerden birinin varlığı:

1. OH ve A horizonu arasında keskin bir geçişin olmaması (geçiş ≥ 5 mm);

2. Organik mineral horizon olan A horizonunun reaksiyonunun (pH_{water}) <5'ten küçük olması.

Çüruntü mul (moder) tipi humus formlarındaki makrofauna, mul ile karşılaştırıldığında daha küçük, sayı ve çeşitlilik bakımından da daha azdır. Bu nedenle organik madde üç holorganik horizon OL (tüm geniş yapraklar veya ibreler), OF (parçalanmış ölü örtü) ve OH (humusa dönüştürülmüş ölü örtü) şeklinde birikir. Mukoproteinler veya bakteriyel ve kök polisakkaritleri gibi yapışkan maddelerin azlığı nedeniyle, organik maddenin mineral partiküllerle birbirine yapışması zayıftır ya da hiç yapışmamıştır. Mul tipi humus formu ile kıyaslandığında, ortamın daha fazla asidik olmasından dolayı çoğu mikrobiyal biyokütle mantarlardan oluşmaktadır. Mantarlar, bakteri popülasyonlarının çöküşüne (yok olmasını) katkıda bulunan antibiyotikler üretir ve organik asitler salgılayarak toprağı daha da asitleştirirler. Çüruntülü mul tipi humusta bitki besin maddeleri, çürüyen bitki artıklarında, epigeik faunaların dışkılarında ve OF horizonunda yaşayan organizmaların büyük bir çoğunluğunu oluşturan mantarlarda bulunur. İnce ağaç kökleri ve bunlarla ilişkili miseller (çoğunlukla ektomikorizal bazidiomisetler) tarafından OF horizonunda oluşan kolonizasyon, bitki örtüsünün zararlı mantarlar ve hayvanlar tarafından serbest bırakıldıkları yerlerden bitki besin maddelerinin alınmasına olanak sağlar. Organik maddenin birikmiş hayvan dışkısı ve mantar biyokütlesi biçiminde muhafazası nedeniyle, esas olarak dirençli protein-N (ölü mantar duvarları, hayvan kütikülleri ve tanen-protein kompleksleri vb.) biçiminde

de olsa bitki besin maddelerinden azot bol miktarda bulunur (Ponge, 2003). Mantarlar tarafından organik asitlerin salgılanması, organik maddenin humuslaşmaya başlaması ve bitkiler tarafından daha çok katyonların tercih edilmesinin aynı zamana denk gelmesinden dolayı çüruntülü mulun asitliği (reaksiyonu) yüksektir (düşük pH). Çüruntülü mul tipi humus, esas olarak yaprağını döken (meşe, kayın) ve iğne yapraklı ormanlarda (Tablo 4), fakir toprak florası ile bitki besin maddesi açısından fakir olan ölü örtüye sahip olan alanlarda gelişir (Howard ve Howard, 1990). Ayrıca bu humus formunun bazı ana özellikleri ilgili tabloda (Tablo 4) sunulmuştur.

3.2.3. Amfi (Amphi) Tipi Humus

Humusun amfi (amphi) humus tipi olarak tanımlanabilmesi için üst toprak aşağıdaki özellikleri göstermelidir (Zanella vd., 2011) (Şekil 5):

1. OH horizonu ve Biyomakro organik mineral A horizonun (maA) veya Biyomezo organik mineral A horizonun (meA) eşzamanlı (aynı anda) varlığı; ve

2. OFnoz'un olmaması (Horizon hacminin %90'ı veya daha fazlasının zoojenik olarak dönüştürülmemiş materyalden meydana gelmesi); ve

3. A horizonunun kalınlığının OH horizonunun kalınlığının yarısından fazla olması (A horizonunun kalınlığı ≥ ½ OH horizonunun kalınlığı); ve

4. Zoojenik olmayan organik mineral masif stüktürlü A horizonunun (msA) veya zoojenik olmayan organik mineral tek tane strüktürlü A horizonunun (sgA) olmaması; ve

5. Biyomakro organik mineral A horizonun (maA) ve aşağıdakilerden birinin varlığı:

1. Organik mineral A horizonunda yaşayan solucanlar;

2. OH ve A horizonu arasında keskin bir geçişin varlığı (geçiş <5 mm);

3. Organik mineral horizon olan A horizonunun reaksiyonunun (pH_{water}) ≥5'ten büyük olması, veya

5. Biyomezo organik mineral A horizonun (meA) ve aşağıdakilerden birinin varlığı:

1. Organik mineral A horizonunda yaşayan solucanlar;

2. OH ve A horizonu arasında keskin bir geçişin olmaması (geçiş ≥5 mm);

3. Organik mineral horizon olan A horizonunun reaksiyonunun (pH_{water}) ≥5'ten büyük olması.

Amfi humus tipi genel olarak kalkerli ve/veya dolomitik anakaya

üzerinde, yaz mevsiminin kuru ve sıcak buna karşılık sonbaharın yağmurlu geçtiği iklim koşullarında (zıt iklim şartları; kuru yaz, yağmurlu sonbahar), zengin ve lezzetli geniş yapraklı bitki artıklarının (C/N<20) ayrışmaya karşı inatçı iğne yapraklı bitki artıklarına (C/N>40) geçişi (dönüştürülmesi) ile birlikte bitki örtüsünün yapay olarak değiştirilmesinin sonucunda, mul tipi humusun amfi tipi humusa dönüşmesiyle meydana gelir (bu dinamik süreç ayrıca asit substrat üzerinde veya soğuk iklim koşullarında bir çüruntülü mul tipi humus oluşturabilir). Amphi humus formu, alpin ekosistemlerde kalkerli veya bazlarca zengin silisli yetişme ortamlarında gelişirken, buralardaki subalpin kayın ve ladin ormanlarında baskın humus formu halinde gözlemlenir. Bunula birlikte bu humus formu Akdeniz ikliminin etkisi altında olan alçak rakımlarda (yükseltilerde) bile oluşabilmektedir. Biyolojik parçalamanın baskın canlıları, organik mineral horizonlarda endojenik ve anekik solucanlar iken, organik horizonlarda eklembacaklılar, enchytraeidler ve epigeik toprak solucanları ve mantarlardır. Ekolojik koşulların optimumdan uzak olmasından dolayı toprak canlılarının faaliyetlerinin düşüklüğü biyolojik parçalanmayı nispeten yavaşlatmış (2–7 yıl), bu yüzden hem organik hem de organik mineral horizonlarda yüksek karbon içeriği söz konudur. Organik mineral horizon olan A horizonunun reaksiyonu (pH_{water}) ≥ 5'ten büyüktür. Bu arada, hem organik mineral (A) hem de organik (OL, OF, OH) horizonlarında güçlü bir biyolojik aktiviteye sahip olan amfi humus formunu başka bir humus formu olan ve sadece organik horizonlarda (OL, OF, OH) güçlü bir aktivite sahip Tangel humus formundan ayırmak için iki humus formunun A ve OH horizonlarının nispi kalınlıklarının dikkate alınması gerektiği önerilmektedir (Şekil 5). Ayrıca yukarıda vurgulandığı üzere amfi humus formu, Akdeniz iklimlerinde düşük rakımlarda bile oluşurken; Tangel humus formu sadece yüksek rakımlardaki (alpin veya subalpin) iklimlerde gelişir (Zanella vd., 2011; Zanella vd., 2018a; Zanella vd., 2018b).

3.2.4. Ham (Mor) Humus: Bitki organlarında besin maddelerinin immobilizasyonu (hareketsiz hale getirilmesi)

Humusun ham (mor) humus olarak tanımlanabilmesi için üst toprak aşağıdaki özellikleri göstermelidir (Zanella vd., 2011) (Şekil 5):

1. Biyomakro organik mineral A horizonunun (maA) veya biyomezo organik mineral A horizonunun (meA) asla bulunmaması; ve

2. OFnoz'un (horizon hacminin %90'ı veya daha fazlasının zoojenik olarak dönüştürülmemiş materyalden meydana gelmesi) ve aşağıdakilerden birinin varlığı:

1. Demir, alüminyum, silikat killeri ve organik maddenin aşırı derecede yıkanıp birikmesiyle oluşmuş daha açık renkli yıkanma horizonu olan E horizonunun veya AE geçiş horizonunun veya organik mineral horizon

olan A horizonunun reaksiyonunun (pH_{water}) <4.5'ten küçük olması;

2. A horizonunun veya biyomikro organik mineral A horizonunun (miA) veya zoojenik olmayan organik mineral masif stüktürlü A horizonunun (msA) veya zoojenik olmayan organik mineral tek tane strüktürlü A horizonunun (sgA) olmaması, veya

2. A horizonu, AE horizonu veya E horizonu ile OH horizonu arasındaki geçişin çok keskin (<3 mm) olması ve aşağıdakilerden birinin olması:

1. Demir, alüminyum, silikat killeri ve organik maddenin aşrı derecede yıkanıp birikmesiyle oluşmuş daha açık renkli yıkanma horizonu olan E horizonunun veya AE geçiş horizonunun veya organik mineral horizon olan A horizonunun reaksiyonunun (pH_{water}) <4.5'ten küçük olması;

2. A horizonunun veya biyomikro organik mineral A horizonunun (miA) veya zoojenik olmayan organik mineral masif stüktürlü A horizonunun (msA) veya zoojenik olmayan organik mineral tek tane strüktürlü A horizonunun (sgA) olmaması.

Tam manasıyla bir ham humus olmayan ve çüruntülü mul tipi humusun bir alt tipi olan dismoder (kolayca ayrışmayan organik maddenin varlığında kalın bir OH horizonu olan çüruntülü mul) humus tipi ile genellikle karıştırılan ham (mor) humus, hayvan (organizma) azlığı ve beyaz çürükçül (çoğunlukla Basidiomycetes ve Ascomycetes üyeleri) mantar aktivitesinin yüksekliği ile diğer humus çeşitlerinden ayrılır. Mineral toprak üzerinde ayrışmamış bitki artıkları birikir ve nispeten az hayvan dışkısı içeren keçeleşmiş bir organik madde (OM) horizonu gelişmektedir (Ponge vd., 2000). Mineral horizonla geçişin kademeli olduğu çüruntülü mul tipi humusunun aksine, keçeleşmiş organik madde horizonu (OM) mikroagregatlar bakımından fakir horizon olan alttaki mineral horizon (E horizonu) ile çok keskin bir şekilde ayrılır. Ham humusun (mor) zayıf bitki besin maddesi değerine sahip olması, üzerinde yetişen bitki örtüsünün gelişimini (üretimini) kısıtlar ve bundan dolayı da toprağa organik maddenin girişi düşük olmaktadır. Tipik olarak bitki örtüsü likenler, yosunlar ve fundagillere (*Ericaceae* familyasına ait çalılar) ait çalılardan oluşur, ancak ham humus çam ve ladin gibi iğne yapraklı ağaçların altında, özellikle de olumsuz çevre koşullarının (düşük sıcaklık ve aşırı nem gibi) mevcut olduğu durumlarda da oluşmaktadır. Çok zayıf bir biyolojik aktivitenin olduğu ortamlarda, bitkilerin mantarlarla en sık görülen birliktelikleri, fundagillerin ascomycetous endomikorizaları ve iğne yapraklı ağaçların (ve daha az sıklıkla yaprak döken ağaçların) ascomycete *Cenococcum geophilum* ile birlikteliğidir. Zayıf mineralizasyon oranlarına rağmen bitki besin maddelerini bitkilere aktarabilme yeteneği olan tüm bu ascomycetous (askılı mantarlar) türler, organik azot kullanımındaki etkinlikleriyle bilinmektedir. Ham humus, sert (çoğunlukla soğuk ve

çok nemli) iklim koşullarında veya çok zayıf ana kayalardan oluşmuş topraklarda (özellikle bazlarca fakir ana kayalardan oluşmuş topraklar) ve karışık bitki örtüsünde yer alan herhangi bir bitkinin çevredeki kimyasalların etkisiyle büyümesinde yaşadığı şiddetli olumsuz etkilere (alelopatik) ait özellikler sonucunda gelişmektedir. Diğer taraftan ham humus oluşturan vejetasyon tarafından asidik maddelerin üretimi ve ölü örtünün ayrışmaya karşı dirençli olan yapısı olumlu bir geri besleme süreci ile toprağı daha da fakirleştirmeye katkıda bulunur. Üstelik bu humus formunun gelişim gösterdiği ortamdaki bitki örtüsü, zaten sayı ve çeşitlilik bakımından en düşük seviyede olan hayvanlara ve mikrobiyal canlılara da zarar verecek şekilde etki göstermektedir (Ponge, 2003). Bu yüzden bitkilerin ölü ve yaşlanmış kısımları, saprofit organizmalar tarafından humifikasyon/mineralizasyon olmaksızın, besin geri kazanımının tek yeridir. Dolayısıyla, mul ve çüruntülü mul tipi humus ile karşılaştırıldığında, ham humusta organik maddenin korunması optimumda ve bitki besin maddelerinin salınımı ise minimumdadır (Aerts, 1995). Ayrıca ilgili tabloda (Tablo 4), ham humus formunun bazı başka ana özellikleri de verilmiştir.

3.2.5. Tangel Tipi Humus

Humus tipinin Tangel (Tangel) olarak tanımlanabilmesi için üst toprak aşağıdaki özellikleri göstermelidir (Zanella vd. 2011) (Şekil 5):

1. Horizon hacminin %10'undan daha fazlasının zoojenik olarak dönüştürülmüş materyalden meydana gelen horizonun (OFzo) ve OH horizonunun kalınlığının 5 cm'den fazla olması. Diğer bir anlatımla kalın organik zoojenik horizonların varlığı (OFzo + OH >5 cm); ve

2. Humusun bulunduğu toprağın altındaki anakayanın sert kireçtaşı ve/veya dolomit kaya/kaya parçalarından meydana gelmesi; ve

3. Soğuk iklim (subalpin veya üst dağ kuşakları) koşullarında meydana gelmesi; ve

4. OFnoz'un (horizon hacminin %90'ı veya daha fazlasının zoojenik olarak dönüştürülmemiş materyalden meydana gelmesi) olmaması; ve

5. OH horizonunun yarısından daha ince bir kalınlığa (kalınlık <½ OH) sahip biyomezo organik mineral A horizonunun (meA) veya zoojenik olmayan organik mineral masif stüktürlü A horizonunun (msA) veya zoojenik olmayan organik mineral tek tane strüktürlü A horizonunun (sgA) varlığı; veya

5. OH horizonunun yarısından daha ince bir kalınlığa sahip organik mineral horizon olan A horizonunun reaksiyonunun (pH_{water}) ≥5'ten büyük olması.

Bu humus formunun adı her zaman büyük harflerle veya ilk harfi büyük yazılır. Örneğin, “TANGEL” veya “Tangel” biçiminde yazılabilir, ancak “tangel” şeklinde yazılamaz. Tangel humus tipi sert kireçtaşı ve/veya dolomit kaya/kaya parçaları üzerinde ve çok nemli ve serin iklim olan dağ iklimi (subalpin veya üst dağ kuşakları) etkisi altında oluşmuş toprakların üstünde gelişir. Tangel tip sadece yüksek rakımlarda (yükseltilerde), alpin veya subalpin iklimlerde meydana gelir. Bu humus tipinde biyolojik parçalamanın baskın canlıları (hayvanları), organik horizonlar içindeki epigeik toprak (nispeten toprağın yüzeyinde yaşayan solucanlar) solucanları, enchytraeidler ve eklembacaklılar ile mantarlardan oluşmaktadır. Ekolojik koşulların optimumdan çok uzakta olmasından dolayı toprak canlılarının faaliyetleri düştüğü için biyolojik parçalanma çok yavaşlatmıştır (>7 yıl), bu yüzden çoğunlukla organik horizonlarda yüksek karbon birikimi (depolanması) söz konudur. Organik mineral horizon olan A horizonunun reaksiyonu (pH_{water}) ≥ 5’ten büyüktür. Amphi humus tipi, çoğunlukla Akdeniz’de (periyodik olarak kuru) ve dağ (periyodik olarak soğuk) iklimlerinde gelişim gösterirken, Tangel humus tipi soğuk ve ekstrem koşulların hüküm sürdüğü yüksek dağ ikliminde, bazlar açısından zengin organik maddelerin bulunduğu alanlar üzerinde meydana gelmektedir. Örneğin kuru karasal iklimlerdeki veya soğuk koşulların hüküm sürdüğü alanlardaki düşük evapotranspirasyon, Tangel humus formunun meydana gelebileceği ortamın bir göstergesidir. Dolayısıyla ayrışma şartlarının kötü olduğu yüksek enlemlerde veya soğuk iklimlerde nispeten fazla miktarda ölü örtü birikimi ve toprak organik horizonlarının gelişimi meydana gelir. Tangel tip az ya da çok kalın bir zoojenik OH horizonu ile karakterize edilir, humuslaşan organik madde kısmen alttaki bir organik mineral horizonuna aktarılarak oralarda birikir (Zanella vd., 2011; Zanella vd., 2018a; Zanella vd., 2018b).

Tablo 4. *Ekosistem düzeyinde mul, çürüntülü mul ve ham humus formlarının başlıca biyolojik özellikleri (Ponge, 2003).*

Ekosistem Düzeyinde Biyolojik Özellik	Humus Tipleri Mul tipi humus	Çürüntülü mul (Moder) tipi humus	Ham (Mor) humus
Ekosistem	Zengin bitki tabakasına sahip yaprağını döken ormanlar, Mera (Çayırlık) alanları ve Akdeniz çalılıkları (maki)	Zayıf bitki tabakasına sahip yaprağını döken ormanlar ile İğne yapraklı ormanlar	Çalılıklar (Fundalıklar), İğne yapraklı ormanlar, *Sphagnum* bataklıkları (Turbalıklar) ve Alpin çayırları
Biyolojik çeşitlilik	Fazla, yüksek	Orta, normal	Az, alçak
Verimlilik	Fazla, yüksek	Orta, normal	Az, alçak
Ölü örtü horizonları	OL ve OF	OL, OF ve OH	OL ve OM (keçeleşmiş humus) (OF ve OH yerine)

Toprak tipi	Kahverengi topraklar	Gri-kahverengi podzolik topraklar	Podzoller
Ölü örtünün fenolik içeriği	Az	Orta	Fazla
Humuslaşma (Humifikasyon)	Hızlı	Yavaş	Çok yavaş
Humuslaşan organik madde	Kil-humus kompleksli organo-mineral agregatlar	Holorganik dışkı topakları/yumakları	Bitki artıklarının yavaş oksidasyonu
Değişim alanları	Mineral	Organik (zengin, bol)	Organik (fakir, az)
Mineral ayrışma	İyi, hızlı	Orta	Kötü, yavaş
Mineral tampon türü	Karbonat tampon alanı	Silikat tampon alanı	Demir/Alüminyum tampon alanı
Yangının etkisi	Düşük (Akdeniz ekosistemleri hariç)	Orta	Yüksek
Ağaçların rejenerasyonu (Gençleştirme)	Kolay (kalıcı)	Zayıf (döngüsel süreçlere bağlı)	Yok (çok zor; yangın gerekli)
Dominant mikoriza türü	Veziküler Arbusküler Mikoriza (VAM)	Ektomikoriza (ECM)	Erikoid ve Arbutoid mikoriza
Mikoriza ortakları/ eşleri	Zigomisetler	Basidiomisetler	Askomisetler
Azot formları	Protein, amonyum ve nitrat	Protein ve amonyum	Protein
Bitkiler tarafından bitki besin maddelerinin alınabilirliği	Doğrudan (emici tüyler yoluyla)	Dolaylı (ekstrametrik miselyum yoluyla)	Az, kötü
Bitki besin maddelerinin kulanım verimliliği	Az	Orta, normal	Fazla
Fauna	Megafauna, makrofauna, mezofauna, mikrofauna	Makrofauna (fakir), mesofauna (zengin), mikrofauna	Mezofauna (fakir), mikrofauna (fakir)
Biyokütledeki dominant fauna grubu	Solucanlar	Enchytraeid kurtları	Yok
Biyokütledeki dominant mikrobiyal grup	Bakteri	Mantar	Yok
Kirli/Kirlenmiş koşullar ile ilişkisi	Az, düşük	Orta, normal	Fazla, yüksek

TEŞEKKÜR

Öncelikle, şu zamana kadar maddi ve manevi yardımlarını, özverilerini, desteklerini ve teşviklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen ve her zaman yanımda olan en küçüğünden en büyüğüne tüm aile üyelerime sonsuz şükranlarımı sunarım. Bununla birlikte, akademik manada yetişirken elinde bir fener ile yolumu aydınlatan, önümü açan ve yorulduğumda her anlamda beni cesaretlendiren, destekleyen hocama/hocalarıma çok teşekkür ediyorum. Ayrıca bu kitap bölümünün yazılmasına beni teşvik eden çok

değerli meslektaşlarıma da teşekkürlerimi sunuyorum. Bu ve bundan önce yazılan kitap bölümlerinde hataların ve eksiklerin olması çok doğaldır. O yüzden bunların düzeltilmesi için yapılacak olan eleştiri ve öneriler şükranla karşılanacaktır. Öte yandan çalışmayı okuyup değerlendiren okuyucuların, ilgilenenlerin ve araştırıcıların, umduklarından daha ilginç ve faydalı bulduklarında bu beni fazlasıyla mutlu edecektir. Bu yüzden çalışmanın araştırıcılara, uygulayıcılara, tüm ilgilenenlere ve bilim dünyasına yararlı, faydalı ve ışık tutması tek dileğimdir.

KAYNAKLAR

Aerts, R. (1995). The advantages of being evergreen. *Trends in Ecology and Evolution*, 10: 402–407.

Babel, U. (1971). Gliederung und Beschreibung des Humusprofils in mitteleuropäschen Wäldern. *Geoderma*, 5: 297–324.

Baron, J., Walthall, P. N., Mast, M.A. & Arthur, M. A. (1992). Soils. In: *Biogeochemistry of a Subalpine Ecosystem*, Baron, J. (Ed.). Ecological Studies 90, Springer Verlag, Berlin, pp.108–141.

Bayranvand, M., Kooch, Y., Hosseini, S. M. & Alberti, G. (2017). Humus forms in relation to altitude and forest types in the northern mountainous regions of Iran. *Forest Ecology and Management*, 385: 78–86.

Bolat, İ. & Şensoy, H. (2019). Microbial biomass soil content and activity under black alder and sessile oak in the Western Black Sea Region of Turkey. *International Journal of Environmental Research*, 13(5): 781–791.

Bolat, İ. (2011). Kayın, göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde üst toprak ve ölü örtüdeki mikrobiyal biyokütle karbon (C_{mic}), azot (N_{mic}), fosfor (P_{mic}) ve mikrobiyal solunumun mevsimsel değişimi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Bartın, 423 s.

Bolat, İ. (2014). The effect of thinning on microbial biomass C, N and basal respiration in black pine forest soils in Mudurnu, Turkey. *European Journal of Forest Research*, 133: 131–139.

Brady, N. C. (1990). *The Nature and Properties of Soils*. 10th Ed. New York: Macmillan, 621 pp.

Broll, G., Brauckmann, H. J., Overesch, M., Junge, B., Erber, C., Milbert, G., Baize, D. & Nachtergaele, F. (2006). Topsoil characterization-recommendations for revision and expansion of the FAO-Draft (1998) with emphasis on humus forms and biological features. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 169: 453–461.

Çepel, N. (1996). *Toprak İlmi*. İÜ Yayın No 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438, İstanbul, 288 pp.

Coyne, M. S. & Thompson, J. A. (2006). *Fundamental Soil Science*. Thomson Delmar Learning, Clifton Park, NY, 403 pp.

Çakır, M. & Makineci, E. (2013). Humus characteristics and seasonal changes of soil arthropod communities in a natural sessile oak (*Quercus petraea* L.) stand and adjacent Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) plantation. *Environmental Monitoring and Assessment*. 185: 8943–8955.

Çakır, M., Çakır, F. & Yalçıntekin, H. İ. (2020). Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında Humus Formlarının

Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 6(2): 82–90.

Delecour, F. (1983). Les formes d'humus: identification et description. *Les Naturalistes Belges*, 64: 75–86.

Ernst, W. H. O. (2004). Vegetation, organic matter and soil quality. In: *Vital soil: Function, value, and properties*, Doelman, P. & Eijsackers, H. J. P. (Eds.). Developments in Soil Science No. 29. Elsevier Academic Press, Amsterdam, The Netherlands, p. 41–98.

Foth, H. D. (1984). *Fundamentals of Soil Science*. 7th ed. John Wiley and Sons, New York, 420 pp.

Gardiner, D. T. & Miller, R. W. (2008). *Soils in Our Environment*. 11th ed. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 600 pp.

Green, R., Trowbridge, R. & Klinka, K. (1993). Towards a taxonomic classification of humus forms. *Forest Science*, 39: 1–49.

Hartmann, F. (1944). Waldhumusformen. *Zeitschrift für das Gesamte Forstwesen*, 76, 39–70.

Hesselmann, H. (1926). Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och boroende av skogsvården. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt*, 22: 169–552.

Hooper, D. U., Bignell, D. E., Brown, V. K., Brussaard, L., Dangerfield, J. M., Wall, D. H., Wardle, D. A., Coleman, D. C., Giller, K. E., Lavelle, P., Vander Putten, W. H., De Ruiter, P. C., Rusek, J., Silver, W. L., Tiedje, J. M. & Wolters, V. (2000). Interactions between aboveground biodiversity in terrestrial ecosystems: patterns, mechanisms, and feedbacks. *BioScience*, 50: 1049–1061.

Howard, P. J. A. & Howard, D. M. (1990). Titratable acids and bases in tree and shrub leaf litter. *Forestry*, 63: 177–196.

Irmak, A. (1977). Bazı batı karadeniz ormanlarında tabii gençleştirme imkânları bakımından humus durumu. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 27: 93–108.

Irmak, A. & Çepel, N. (1974). Bazı karaçam, kayın ve meşe meşcerelerinde ölü örtünün ayrışma ve humuslaşma hızı üzerine araştırmalar. Taş matbaası, İstanbul.

Jabiol, B., Feller, C. & Greve, M. H. (2005). Quand l'humus est à l'origine de la pédologie. 2. Avant et après Müller: évolution des conceptions sur la description et la typologie "des humus". *Étude et Gestion des Sols*, 12: 123–133.

Jabiol, B., Zanella, A., Ponge, J. F., Sartori, G., Englisch, M., van Delft, B., de Waal, R. & Le Bayon, R. C. (2013). A proposal for including humus forms in the World Reference Base for Soil Resources (WRB-FAO). *Geoderma*, 192, 286–294.

Jones, C. G., Lawton, J. H. & Shachak, M. (1994). Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69: 373–386.

Kantarcı, M. D. (2000). *Toprak İlmi*, İstanbul Üniversitesi Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 pp.

Kara, Ö., Bolat, İ., Çakıroğlu, K. & Sentürk, M. (2014). Litter decomposition and microbial biomass in temperate forests in northwestern Turkey. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14: 31–41.

Klinka, K., Fons, J. & Krestov, P. (1997). Towards a taxonomic classification of humus forms: third approximation. *Scientia Silvica*, 9: 1–4.

Kubiëna, W. L. (1953). *The Soils of Europe*. Thomas Murby, London, 318 pp.

Labaz, B., Galka, B., Bogacz, A., Waroszewski, J. & Kabala, C. (2014). Factors influencing humus forms and forest litter properties in the mid-mountains under temperate climate of southwestern Poland. *Geoderma*, 230: 265-273.

Lukac, M. & Godbold D. L. (2011). Soil Ecology in Northern Forests: a Belowground View of a Changing World Cambridge University Press, New York, 10–31 pp.

Miltner, A., Zech, W., Çepel, N. & Eler, Ü. (1996). Soil organic matter composition in three humus profiles of the western Taurus, Turkey, as revealed by wet chemistry and CP/MAS 13C NMR spectroscopy. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 159: 257–262.

Müller, P. E. (1879). Studier over skovjord, som bidrag til skovdyrkningens teori: om bögemuld og bögemor paa sand og ler. *Tidsskrift for Skovbrug*, 3: 1–124.

Müller, P. E. (1884). Studier over skovjord, som bidrag til skovdyrkningens teori: om muld og mor i egeskove og paa heder. *Tidsskrift for Skovbrug*, 7: 1–232.

Plaster, E. J. (1992). *Soil Science and Management*. Second Edition. Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA, 514 pp.

Ponge, J. F. (1999). Interaction between soil fauna and their environment. In: *Going Underground: Ecological Studies in Forest Soils*, Rastin, N. & Bauhus, J. (Eds.). Research Signpost, Trivandrum, pp. 45–76.

Ponge, J. F. (2003). Humus forms in terrestrial ecosystems: a framework to biodiversity. *Soil Biology and Biochemistry*, 35: 935–942.

Ponsard, S., Arditi, R. & Jost, C. (2000). Assessing top-down and bottom-up control in a litter-based soil macroinvertebrate food chain. *Oikos*, 89: 524–540.

Zanella, A., Jabiol, B., Ponge, J. F., Sartori, G., De Waal, R., Van Delft, B., Graefe, U., Cools, N., Katzensteiner, K., Hager, H. & vd. (2011). European humus forms reference base. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00541496v2

Zanella, A., Ponge, J. F., Jabiol, B., Sartori, G., Kolb, E., Le Bayon, R. C., Gobat, J. M., Aubert, M., De Waal, R., Van Delft, B. & vd. (2018a). Humusica 1, article 5: Terrestrial humus systems and forms—Keys of classification of humus systems and forms. *Applied Soil Ecology*, 122: 75–86.

Zanella, A., Ponge, J. F. & Briones, M. J. I. (2018b). Humusica 1, article 8: Terrestrial humus systems and forms - Biological activity and soil aggregates, space-time dynamics. *Applied Soil Ecology*, 122: 103–137.

Zimmer, M., Kautz, G. & Topp, W. (2005). Do woodlice and earthworms interact synergistically in leaf litter decomposition? *Functional Ecology*, 19: 7–16.

Bölüm 5

MİKROKAPSÜLASYON TEKNİĞİ VE AHŞAP ESASLI LEVHALARIN FORMALDEHİT EMİSYONU ÜZERİNE KULLANIM OLANAKLARI

İsmail ÖZLÜSOYLU[1]

1 İsmail ÖZLÜSOYLU (Arş. Gör.) Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, ORCID ID: 0000-0002-0391-4794, ismailozlusoylu@gmail.com

1. Giriş

Dünyadaki hızlı sanayileşme ve nüfustaki artış endüstri kolları için hammadde sağlayan doğal kaynakların tüketimini arttırarak aşırı bir baskı oluşturmaktadır. Bu baskıdan insan ihtiyaçları için gerekli olan ürünlerin büyük bir çoğunluğunun hammaddesi olan ormanlar da ciddi şekilde etkilenmektedir (Ekti, 2013). Bu sebeple doğal kaynakların korunması, bu kaynaklardan elde edilen nihai ürünlerin de hizmet ömrünün mümkün olduğunca uzatılarak ömrünü tamamlayan malzemelerin uygun yöntemlerle geri kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda orman ürünleri alanında bu amaca yönelik farklı yenilikçi metotlar geliştirilmekte ve uygulanmaktadır.

Birincil ve ikincil imalat sanayi yapılanması içerisinde üretim yapan orman ürünleri sanayi sektöründe birinci imalat grubunda yonga ve lif levha, kereste, kontrplak ve kaplama gibi ürünler yer alırken, ikincil imalat sanayi grubu içerisinde bu ürünleri hammadde olarak kullanan mobilya, doğrama, ahşap parke, prefabrik ev, palet, ambalaj vb. gibi sanayi grupları bulunur. (Yıldırım vd., 2016; TOBB, 2011). Dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemizde de nüfus artışına bağlı yaşam standartlarının da yükselmesiyle ahşap esaslı levha sektöründe önemli kapasite artışları olmuş, ülkemiz üretim miktarları bakımından özellikle yonga levha (sunta) ile orta-yüksek yoğunlukta lif levha (MDF/HDF) için dünya genelinde ilk sıralarda yer almıştır (İstek vd., 2017). Ahşap esaslı levhaların farklı kullanım yerlerinde yoğun bir şekilde kullanılmasında en önemli etkenler masif oduna göre nispeten ucuz olması ve istenilen özellikte üretilebilmesidir. İlaveten kolay işlenmesi, büyük miktarlarda üretilerek ihtiyacı karışlayabilmesi, masif odunda görülebilen kusurları bertaraf etme imkânı vermesi de önemli avantajları arasında yer almaktadır (Eroğlu ve Usta 2000; Özlüsoylu ve İstek, 2015).

Ahşap esaslı levhaların avantajları yanında en büyük dezavantajlarından biri formaldehit emisyonudur. Temel kaynağı ahşap esaslı levhalar olarak değerlendirilen formaldehit emisyonu özellikle iç ortamlarda insan sağlığı açısından riskler oluşturmakta ve salınımı uzun süreler devam edebilmektedir (Dunky, 1998). Formaldehit emisyonunun insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması ve emisyonun kontrol altında tutulabilmesi için formaldehit içerikli tutkalların emisyon sınıfları (E0, E1, E2 gibi) belirlenmiş ve levha üretimlerinin bu emisyon sınıflarına göre yapılması kısmen zorunlu hale gelmiştir. Ahşap esaslı levhalardan kaynaklı bu zararlı formaldehit emisyonunun azaltılması ve kontrol atında tutulabilmesi için uygulanan farklı uygulamalar mevcuttur. Son yıllarda yapılan araştırmalarda mikrokapsülasyon tekniğinin de formaldehit emisyonun özellikle üretimden sonraki süreçleri de kapsayacak şekilde uzun süreli azaltılması ve kontrol altında tutulmasında kullanılabileceği

belirtilmektedir (Duan, 2015; Liu vd., 2021).

İstenilen etkiyi sağlayan etken maddenin uygun bir kabuk malzemesi ile mikro kapsüle alınması esasına dayanan mikrokapsülasyon tekniği son yıllarda farklı alanlarda araştırmaları yapılan ve özellikle tekstil sektöründe kontrollü salım konularıyla öne çıkan bir metottur (Eyüpoğlu ve Kut, 2016). Mikrokapsülasyon tekniği farmasötikler (Biju vd., 2014; Putney ve Burke, 1998), boyalar (Sawada ve Urakawa, 2005), kaplamalar (Cho vd., 2009), gıda katkı maddeleri (Shahidi ve Han, 1993; Arshady, 1993), katalizörler (Cho vd., 2009; Ji vd., 2005), enerji depolama (Jiang vd., 2007; Yu vd., 2009; Konuklu vd., 2014a), odun modifikasyonu (Can vd., 2021), ahşap esaslı levhalar (Jeong vd., 2012; Duan vd., 2015; Liu vd., 2021) gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Bu çalışmada ahşap esaslı levhaların formaldehit emisyonu azaltıcı uygulamalarında mikrokapsülasyon yönteminin kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu amaca yönelik orman ürünleri sanayi ve ahşap esaslı levha sektörü hakkında bilgi verilmiş, mikrokapsülasyon tanımlanarak genel kullanım alanlarından bahsedilmiş ve mikrokapsülasyon yöntemi ile formaldehit emisyonunun azaltılması konusunda yapılan çalışmalar irdelenmiştir.

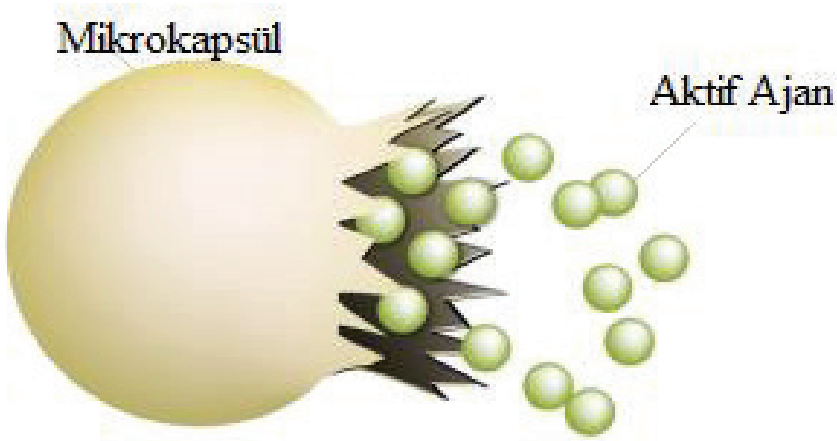
2. Mikrokapsülasyon Tekniği

Mikrokapsüllergenelolarakkaplamalarveyakabuklarlaçevriliçekirdek malzemeleri içeren küçük parçacıklardır (Benita, 2005). Bu kapsüllerin boyutları nano ile mikrometre arasında değişir. Mikrokapsüllerdeki çekirdek malzemeler, katı, sıvı veya gaz olarak herhangi bir biçimde olabilir. Uygulamalara bağlı olarak, pigmentler, boyalar, monomerler, katalizörler, sertleştirme maddeleri, alev geciktiriciler, plastikleştiriciler ve nanopartiküller dahil olmak üzere çok çeşitli çekirdek malzemeleri kapsüllenebilir (Wang vd., 2009). Mikroenkapsülasyon, ilaç endüstrisi, koku, parfümeri, kaplama ve pestisit gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak uygulanmaktadır. Genellikle kontrollü salım olarak uygulanmasında esas olan aktif bileşiğin mikrokapsüllerin kabuğundan yavaşça salınabileceği aktif kimyasal çözeltiyi kuşatmasıdır. Çünkü salım hızı, mikrokapsül kabuğunun malzemesi ve kalınlığı seçilerek kontrol edilebilir (Rochmadi ve Hasokowati, 2010).

Mikrokapsülasyon aktif maddeler için farklı amaçlara yönelik yapılabilmektedir. Bu amaçlar salım kontrolü, depolama süresinin uzatılması, dış etkilerden koruma, stabiliteyi arttırma, istenmeyen koku ve tatların bertaraf edilmesi, uyumsuzluğun azaltılması, tozlar için akış özelliğinin iyileştirilmesi, sıvılarda taşımanın kolaylaştırılması, buharlaşma ile uçucu kaybının azaltılması olarak sırlanabilir (Gimenez-Arnau, 2002; Nardelli, 2011; Teixeira, 2012). Mikrokapsülleme ile elde

edilen bu özellikler sayesinde ilaçlar, koku ve lezzet vericiler, deterjanlar, vitaminler, yanıcı maddeler, bakteriler, bağlayıcılar, katalizörler, boylar, mürekkepler, şişme ve tedavi ajanları gibi birçok maddenin kapsülasyonu yapılmaktadır (Enginar ve Çayır, 2016).

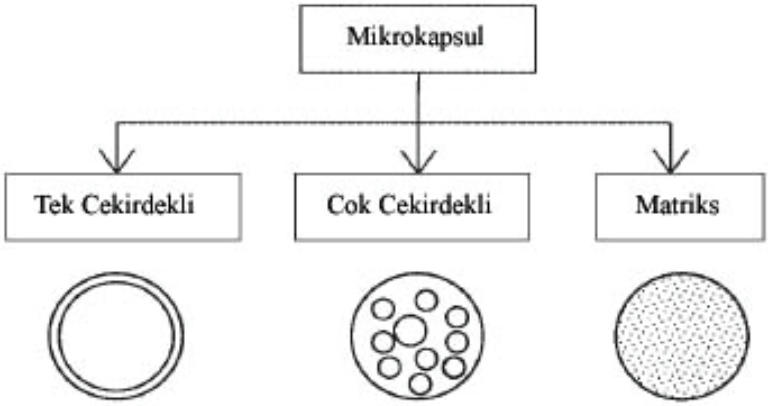
Mikrokapsülleme, saklanmak istenen maddeyi çevreden ve zararlı etkilerden gelebilecek olumsuzluklara karşı korumak amacıyla gerçekleştirilen paketlemenin özel bir formu olarak da tanımlanmaktadır. Mikrokapsülasyon teknolojisi materyalin özelliklerini geliştirmek için birçok olanak sunmakta veya onlara tamamen yeni fonksiyonlar kazandırmaktadır. Çekirdek salım kontrolüne bir örnek olarak koku maddesi kapsülleri, aktif iç maddeyi gerektiği kadar dış çevreden koruyarak doğru uyarıcı ile karşılaşana kadar gerekli geciktirmeyi sağlaması gösterilebilir. Kapsüle alınan madde çekirdek, kaplama maddesi ise kabuk veya duvar materyali olarak adlandırılır. Koruma amaçlı kabuk monomerler, çekirdek etrafında polimerik bir tabaka ile oluşturulabileceği gibi, hazır polimerler ile de oluşturulabilir. Kabuk malzemesi beklenen etki, proses şartları ve iç maddeye göre değişiklik gösterebilir. Farklı araştırmacılar tarafından nanokapsüller 1 µm den küçük, makrokapsüller ise1000 µm den büyük olarak ifade edilmiştir. Ticari kapsüller ise çoğunlukla %10-90 çekirdek maddesine sahip olup, boyutları ise 3-800 µm arasında değişmektedir (Erkan, 2008). İstenilen özelliği sağlamak üzere uygun bir kabuk malzemesi ile mikrokapsüle alma işlemi Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. *Mikrokapsül yapısı (Eyüpoğlu ve Kut, 2016)*

Morfolojisi çekirdek malzemesine ve mikrokapsülasyon işlemine bağlı olarak değişen mikrokapsüller düzensiz veya küre şeklinde oluşabilirler (Thies, 1996). Yapısal olarak ise tek veya çok çekirdekli olabileceği gibi, matriks yapıda da olabilmektedir (Şekil 1). Çekirdek materyali bir kabuk

tarafından sürekli olarak sarılan tek çekirdekli mikrokapsüllerden farklı olarak, çok çekirdekli mikrokapsüllerde farklı bölgelerde toplanmış olan çekirdek malzemesinin etrafı kabuk malzemesi ile sarılmaktadır. Kabuk materyali içerisine çekirdek materyalinin homojen şekilde dağılması ise matriks tipi mikrokapsüllerde görülür (Ghosh, 2006).



Şekil 2. *Mikrokapsüllerin morfolojisi (Ghosh, 2006)*

2.1 Mikrokapsülasyon Tekniğinin Uygulama Alanları

Mikrokapsüller karbonsuz kopya kâğıdı üretimi, tutkal yapımı, kozmetik sanayi, ilaç sanayi gibi birçok alanda uzun zamandır kullanılmaktadır. Mikrokapsül içerisindeki bileşim, istenilen etkiye göre değişmektedir. Son yıllarda oksidasyon etkisine karşı parfümlerin korunmasında, koku-parfüm içeren eşyalarda, basınca duyarlı kaplama kağıtlarda, fotoğraf malzemeleri, daktilo şeritlerinde, gıda ürünleri için tat ve koku verici maddelerde, tarımsal ve böceklere karşı ilaçlamada, gübrelerin kontrollü salınımında, boya ve tütün ürünlerinde ve canlı hücrelerin kapsüllenmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Övez ve Yüksel, 2002; Göde ve Kebapçı, 2014). Koku, tüketici tercihinde önemli bir etki olup, giysi üreticileri tarafından tekstil ürünlerine farklı kokular ilave edilmektedir. Bu sayede pazar payı ve kar miktarının arttırılması hedeflenmektedir. Doğrudan koku ilave etmek yerine mikrokapsüllenmiş koku ilavesi kalıcılığı arttırmaktadır. Yapılan bir çalışmada melamin formaldehit reçinesi ile mikrokapsüllenen Migrin yağı, pamuklu kumaş yüzeyine uygulanmış ve yıkanmaya karşı dayanımın arttığı belirtilmiştir (Hong ve Park, 1999). Çekirdek maddesi olarak di-amonyum hidrojen fosfat (DAHP), kabuk olarak ise poliüretanın (PUR) kullanıldığı çalışmada poliüretan ile mikrokapsüllenmiş fosfatın önemli bir güç tutuşurluk etkisi

gösterdiği belirtilmiştir (Giraud vd., 2002). Ara yüzey polimerizasyonu ile elde edilen ve DAHP içeren poli(eter/üretan/üre) ile solvent uzaklaştırılması ile elde edilen poli(ester/üretan/üre) mikrokapsüllerinin karşılaştırıldığı çalışmada ise poliüre içeren mikrokapsüllerin daha etkili bir güç tutuşurluk sağladığı vurgulanmış, ayrıca poliester-poliüretan kabuk yapısı ile elde edilen mikrokapsüllerin duman ve karbon monoksit miktarı bakımından en iyi sonuçları verdiği anlaşılmıştır Giraud vd., 2005). Odunda yanmayı geciktirici olarak kullanılan di-amonyum hidrojen fosfatın mikrokapsüllenerek kullanılması ile yanma direncini arttırdığı belirtilmiştir (Can vd., 2021). Son yıllarda kullanımı artan fotokromik ve termokromik boya içerikli mikrokapsüllerin ara yüzey polimerizasyonu ve faz ayrılması yöntemleri ile mikrokapsüllendiği belirtilmiş, selüloz liflerinin reaktif boyarmaddelerle boyanmasında mikrokapsüllerin kullanılması ile reaktifliği olmayan boyaların kullanılabileceği vurgulanmıştır (Nelson, 2002). Isının absorblanmasında ve gerektiğinde açığa çıkarılmasında kullanılan faz değiştiren materyaller (FDM) eldesinde birçok maddeden faydalanabilmektedir. Özellikle tekstil uygulamalarında kullanılan maddelerin faz değişim sıcaklığının vücut sıcaklığına yakın olması tercih edilmektedir. Polietilen glikol ve parafinler faz değiştiren materyaller olarak tekstil kullanımında öne çıkmaktadır (Zhang, 2001). Faz değiştiren maddeler ile enerji depolamada verimliliğin arttırılması üzerine yapılan çalışmalarda mevcuttur (Konuklu vd., 2014a; Konuklu vd., 2014b). Plastikler ve odun plastik Kompozitler alanında ise amonyum polifosfat maddesinin mikrokapsüllenmesinde poliüretan (Saihi vd., 2005; Saihi vd., 2006; Zhou vd., 2009), epoksi (Hao vd., 2008; Ren vd., 2011), melamin formaldehit (Wu vd., 2008a; Wu ve Wang, 2008; Feng vd., 2011), üre formaldehit (Wu vd., 2009), üre melamin formaldehit (Wu vd., 2008b), polivinil alkol –melamin formaldehit (Wu vd., 2008c) reçineleri kullanılmıştır. Mikrokapsüllenmiş amonyum polifosfat (MCAPP) propilen, (Hao vd., 2008; Wu vd., 2008a; Wu vd., 2009; Wu vd., 2008b; Wu vd., 2008c; Wu vd., 2011; Ma vd., 2011), etilen vinil asetat (Wu ve Wang, 2008) ve stiren-etilen-bütilen-stirenin (Feng vd., 2011) yanma özelliklerinin iyileştirilmesi için kullanılabileceği belirtilmiştir. Odun plastik kompozitlerinin yanma özelliklerini iyileştirmek üzere yapılan çalışma sayısı ise nispeten daha azdır (Wang vd., 2014; Wu vd., 2008c; Zhao vd., 2012).

3. Orman Endüstrisi ve Ahşap Esaslı Levha Sektörü

Dünya genelinde çeşitlenen insan ihtiyaçlarının daha hızlı ve kitlesel şekilde karşılanabilmesi için artan sanayileşmenin etkisi ile doğal kaynak tüketimindeki artış da ivme kazanmıştır (Güven ve Demirci, 2019). Bu artış ile ortaya çıkan süreçler diğer doğal kaynaklarla birlikte orman kaynakları üzerinde de baskı oluşturmakta ve farklı boyutta çevresel

sorunlar meydana gelmektedir (Komut, 2016). Özellikle son on yıllardır sanayileşme etkisi ile belirginleşen çevresel sorunlarının ihmal edilmesiyle doğal kaynaklardaki azalmanın önemi yadsınamaz hale gelmiştir (Toprak, 2006). Ormanlardan elde edilen mamul ve yarı mamul hammaddeler farklı endüstrilere girdi sağlamakta ve ekonomik kalkınma bakımından önem arz etmektedir (Ekti, 2013). Orman varlığından sağlanan birincil ve ikincil ürünleri işleyerek yarı mamul ya da nihai ürün haline getiren orman ürünleri sanayi sektörü son yıllarda içerdiği birçok alt endüstri ile küçük ve orta boy işletmeler (KOBİ) için de uygun bir çalışma olanağı sunmakta ve tüm üretim süreçlerinde ekonomik katma değer sağlayabilmektedir (Keskin, 2013). Orman ürünleri sanayi odunu doğrudan hammadde olarak kullanan; kereste ve parke, kaplama ve kontrplak, yonga ve lif levha endüstrisi gibi birinci imalat sanayi ile birincil imalat ana sanayi grubunun ürünlerini hammadde olarak kullanan; mobilya, doğrama, ahşap parke, prefabrik ev, vb. gibi ikincil imalat sanayi gruplarından oluşmaktadır (Akyüz, 2006; Yıldırım vd., 2016; Kara vd., 2019). Doğal, kültürel ve biyolojik çeşitlilik bakımından zengin bir yapıya sahip olan ülkemiz, orman varlığı ve sahip olduğu endemik türler sayesinde orman ürünleri bakımından çeşitlilik sunmaktadır (Kızmaz, 2000). Özellikle ahşap esaslı levha ürünlerinin üretimi bakımından dünyada önemli bir yere sahip olan ülkemizde orman ürünleri sanayisi önemli bir yere sahiptir. Odun ya da farklı ligno-selülozik materyallerin yonga adı verilen küçük boyutlara parçalanması, liflendirme işlemi yapılması ve bağlayıcı katkısı ile arzu edilen şekilde kalıplanarak preslenmesiyle elde edilen ahşap esaslı levha ürünleri, yapısının belli bir bölümü ya da tamamı odun içeren kompozit bir malzeme olarak da tanımlanabilir. Dünyada ve ülkemizde farklı türde ahşap esaslı levhaların endüstriyel boyutta üretimi söz konusu olup, bunlardan ülkemizde de yaygın olanlar; orta yoğunluklu lif levha (MDF), yonga levha (sunta), kontrplak, ağaç levha, masif panel gibi isimlerle bilinmektedir (İstek vd., 2017). Ülkemizde ahşap esaslı levha sektörü gerek ham ve yarı mamul gerek de doğrudan olmak üzere özellikle ihracata konu olan orman ürünleri içerisinde önemli bir yere sahiptir. Ülkemiz bu sektörde farklı ürün gruplarında üretim miktarları açısından Avrupa ve Dünyada ilk 3 içerisinde yer almaktadır. Bu sektör içerisinde de en fazla üretilen ve yaygın olarak kullanılan malzemelerden yonga levha ve lif levha ürünleri (MDF/HDF) öne çıkmaktadır. Ülkemizin 2015-2020 yılları arasındaki altı yıllık toplam ahşap esaslı levha üretim, ihracat ve gelir miktarları Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. *Ahşap esaslı levha* üretim, ihracat ve gelir miktarları (FAOSTAT, 2021).*

Üretim (m^3)	57.171.000
İhracat (m^3)	9.872.318
İhracat geliri (1000 US$)	3.035.561

*Yonga levha, MDF/HDF, OSB, Plywood, Kaplama levha, diğer levhalar.

4. Formaldehit Emisyonu ve Mikrokapsülasyon Tekniği

Ahşap esaslı levhalar günümüzde masif malzemeye alternatif olarak farklı kullanım yerlerinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu malzemelerin sahip olduğu birçok olumlu özelliği yanında kullanımını kısıtlayan bazı olumsuz özellikleri de mevcuttur. Bu olumsuz özelliklerden önemli bir tanesi de levha ürünlerinin üretiminde kullanılan formaldehit esaslı tutkallardan kaynaklanan formaldehit emisyonu (FE)'dur. Günümüzde levha ürünleri alternatiflerine göre ekonomik olması ve yeterli özellikleri sağlaması nedeniyle %90'a varan oranlarda formaldehit içerikli tutkallarla üretilmektedir (Roffael, 2006; İstek vd., 2018a; Kumar ve Pizzi, 2019). Üretimde kullanılan tutkaldan kaynaklı bu FE hem levha üretim aşamasında çalışanlar hem de levha ürünlerinin kullanıldığı ürünlerde son tüketici için sağlık açısından bazı riskler oluşturmaktadır. Solunum yollarında rahatsızlıklar, göz, burun ve deride alerjik reaksiyonlar olarak öne çıkan problemler emisyona maruz kalma süresi ve konsantrasyona bağlı olarak uzun vadede kansere kadar varabilen çok daha ciddi sorunlara yola açabilmektedir. Dünya sağlık örgütü formaldehiti kansere sebep olabilen madde sınıfından, kanserojen madde sınıfına dahil etmiştir (IARC,2004:2006; SCOEL,2016). İç ortamlarda formaldehit emisyonuna sebep olan en önemli kaynak olarak formaldehit esaslı tutkallarla üretilen ahşap esaslı levha ürünleri gösterilmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalarda özellikle iç ortamda kullanılan mobilya ve büro malzemelerinden kaynaklı emisyonunun aylarca devam edebildiği belirtilmektedir (Dunky,1998; Huang vd., 2017). Bu sebeplerden ötürü ahşap esaslı levha üretiminde levha ürünlerinin emisyon içerikleri belli düzenlemelerle kontrol altına alınarak sınırlamalar getirilmiş ve E0, E1, E2 şeklinde emisyon sınıfları belirlenmiştir (Antov vd., 2020). Ülkemizde henüz yasal yaptırım şeklinde olmasa da özellikle birçok Avrupa ülkesinde levha üreticileri ürünlerini bu düzenlemelere uygun şekilde üretip, satışını da bu şartlar altında yapabilmektedir. Bu durum üreticiler açısından kısıtlayıcı bir etken olmasının yanında levha maliyetlerini de arttırıcı yönde etki yaptığından levha sektörünün çözülmesi gereken önemli bir sorunu olarak görülmektedir.

Ahşap esaslı levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde hammadde türü (İstek vd., 2020b), yonga boyutu (Istek vd., 2018c), taslak rutubeti (İstek vd., 2019), yoğunluk değişimi (Istek ve Sıradağ, 2013), tutkal türü ve miktarı gibi birçok faktör etkilidir. Bu faktörler arasından tutkal çeşidi levhaların kalite özellikleri üzerinde doğrudan etkili olup, özellikle levha ürünlerinin kullanım yeri şartlarının belirlenmesinde öne çıkmaktadır. Maliyetinin uygunluğu, sertleşme özelliklerinin farklı koşullara elverişli olması, sıcaklık altında hızlı reaksiyonu, sertleşme sıcaklığının düşük olması, aşınmaya ve mikroorganizmalara karşı dayanıklı olması, iyi termal özelliklere sahip olup, kısa sürede sertleşmesi gibi birçok olumlu özelliğe sahip olan ÜF tutkalı, ahşap esaslı levha sektöründe yoğun şekilde kullanılan formaldehit esaslı tutkallar içerisinde %85 kullanım oranı ile önemli bir yere sahiptir. Bu tutkalın neden olduğu formaldehit emisyonu ahşap esaslı levhaların hem üretim hem de nihai kullanıcının etkileşimde olduğu kullanım aşamalarında salınır. Formaldehit emisyonu nem, sıcaklık ve hava değişimi gibi dış faktörler ve hammadde türü, bağlayıcı çeşidi, üretim koşulları gibi iç faktörlerden etkilenmektedir (Ebrahimi vd., 2017; Pizzi vd., 2020). Serbest formaldehit öncelikle sıcak pres sırasında üre ile reaksiyona girmeyip üretimin hemen ardından levha yapısında bulunan serbest formaldehit olarak ortaya çıkarken, sonrasında özellikle kullanım esnasında sıcaklık ve rutubet kaynaklı metil-eter bağlarının parçalanması ile ortaya çıkmaktadır (Eroğlu ve Usta, 2000; Boran ve Usta, 2010).

Formaldehit emisyonunun azaltılmasında tutkal reçetesinde değişiklik, üre ilavesi, formaldehit tutucular (FT), levhalara yapılan yüzey işlemleri, alternatif bağlayıcılar ve hammaddeler üzerine araştırmalar bulunmaktadır (Roffael, 2006). Reçinelerin üre/formaldehit mol oranlarını değiştirmek (Park vd., 2006), üre, amin, amonyak, melamin kondense tanen gibi formaldehit tutucu kullanımı veya nanomalzeme katkısı (Boran vd., 2011; Roumeli vd., 2012; Yamanaka vd., 2017; İstek vd., 2018b), fenol formaldehit, izosiyanat gibi alternatif tutkalların tek ya da karışım halinde kullanımı (Dziurka vd., 2014), biyopolimer ile modifikasyon (Younesi-Kordkheili ve Pizzi, 2017; Istek vd., 2020a; Özlüsoylu, 2016; Özlüsoylu ve İstek, 2018) üzerine çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca yeni tutkal formülasyonlarının geliştirilmesi ve biokütle ürünleri ile soya, lignin, tanen gibi yan ürün esaslı tutkallarla ilgili araştırmalar da söz konusudur.

Mikrokapsülasyonun ahşap esaslı malzemeler üzerine uygulamaları incelendiğinde FT özellikteki maddelerin mikrokapsülasyonu ile ilgili bazı çalışmalar olmakla beraber uygulamaya yönelik çok az çalışma olduğu, özellikle yonga levha, MDF gibi levha ürünlerine yönelik sınırlı sayıda çalışma olduğu tespit edilmiştir. ÜF tutkalına alternatif olarak tek başına ya da karışım halinde kullanılabilen ve formaldehit içermeyen

izosiyanat tutkallarının önemli bir dezavantajı depolama ömrünün özellikle nemli koşullarda sınırlı olmasıdır (Wicks ve Wicks, 1999). Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için geliştirilen izosiyanatı bloke etme yöntemi, NCO grubu ile aktif hidrojen atomuna sahip bloke edici ajan arasındaki reaksiyon ile oluşturulur (Wicks ve Wicks, 2001; Zhang vd., 2011; Lubis vd., 2017). Bu metoda alternatif olarak kullanılan izosiyanatın mikrokapsüllenmesi genellikle arayüzey polimerizasyonu yoluyla yapılır ve izosiyanat mikrokapsülleri, polimer kompozitlerde kendi kendini onaran malzemeler olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Ma vd., 2017; Wazarkar vd., 2016; Yanez-Fernandez vd., 2008; Feczko vd., 2014; Yang vd., 2008). Mikrokapsüller yırtıldığında aktif –NCO gruplarını serbest bırakır ve ana polimer ile reaksiyona girer. Bu nedenle, izosiyanat mikrokapsülleri, bloke edilmiş izosiyanatlar olarak –NCO gruplarını koruma ve salma benzerliği nedeniyle, bağlayıcı veya modifiye edici olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Lubis vd. (2020) mikrokapsüllenmiş polimerik izosiyanat tutkalı (MpMDI) ile modifiye edilmiş ÜF kullanılarak üretilen kontrplaklarda formaldehit emisyonunda %54'e varan oranda azalma olduğunu belirtmiştir. Jeong vd. (2012) mikro kapsüllü faz değişim malzemesi ve epoxy tutkalı ile ahşap yer döşemesi uygulaması için ısı tutma özelliğine sahip bir bağlayıcı elde edilebileceğini belirtmiştir. Duan vd. (2015) FT olarak hazırlanan mikrokapsülasyona alınmış ürenin ÜF tutkalına katılmasıyla üretilen kontrplaklarda kısa ve uzun vadeli formaldehit emisyon miktarlarında azalma olduğunu, kontrplakların mekanik özelliklerinde ise belirgin bir düşme olmadığını bildirmiştir. Ayrıca hazırlanan mikrokapsülasyonun basınç ve sıcaklığa dayanıklı ve yeterli sertliğe sahip olduğunu vurgulamıştır. Benzer bir çalışmada FT olarak mikrokapsüle edilmiş üre ve ÜF ile üretilen kontrplaklarda formaldehit emisyonunun %56 ya varan oranlarda azalma gösterebildiği belirtilmiştir. Ayrıca mirokapsüle edilmiş ürenin FT etkisinin uzun vade de devam edeceği vurgulanmıştır.

Mevcut durum incelendiğinde ahşap esaslı levhalarda formaldehit emisyonu kontrol altında tutulması gereken ve belli sınırlamalara tabi olan bir parametredir. Emisyonun kontrolü için uygulanan etkin metotlardan biri formaldehit tutuculardır. FT olarak üre daha ekonomik olması açısından yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat FT'lerin tutkal sertleştikten sonraki aşamada formaldehit tutma özelliklerinin azaldığı ve sürekli bir kontrol sağlayamadığı belirtilmektedir. Bu durumda uzun vadede formaldehit tutucu etkininin azalacağını ve özellikle nihai kullanıcıların temasta olduğu iç ortam hava kalitesinde bozulmalar meydana gelebileceği belirtilmektedir (Liu vd, 2021). Yapılan çalışmalar incelendiğinde ahşap esaslı levha üretiminde ürünlere farklı özellikler kazandırmak, mevcut olumlu özellikleri geliştirerek olumsuz özellikleri

azaltmak için mikrokapsül tekniği kullanılabilmektedir. Formaldehit emisyonunun azaltılmasında alternatiflerine göre daha ekonomik ve etkili olan formaldehit tutucularla birlikte mikrokapsülasyon tekniğinin kullanılması sayesinde elde edilebilecek önemli katkılar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Formaldehit tutucu etkinin sadece başlangıçta değil, tutkal sertleşmesinden sonraki aşamalarda da devam etmesi. Böylece nihai kullanıcının formaldehit emisyonundan en az düzeyde etkilenmesi söz konusu olacak, iç ortam hava kalitesinde sürekli bir iyileşme sağlanabilmesi,
- Formaldehit tutucu maddenin ihtiyaç duyulduğunda gerektiği kadar kontrollü bir şekilde salınabilmesi,
- FT'lerin malzemelerin mekanik özellikleri üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması.
- FT'lerin daha etkin kullanımının sağlanması ile maliyetlerin azaltılması.

Kaynaklar

Akyüz, K. C. (2006). Avrupa Birliği sürecinde Türkiye orman ürünleri sanayinin rekabet düzeyi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8(9), 83-94.

Antov, P., Savov, V., Neykov, N. (2020). "Reduction of Formaldehyde Emission from Engineered Wood Panels by Formaldehyde Scavengers—A Review", In Proceedings of the 13th International Scientific Conference WoodEMA 2020 and 31st International Scientific Conference ICWST.

Arshady R (1993). Microcapsules for food. J *Microencapsul* 10:413–435

Benita, S. (Ed.). (2005). *Microencapsulation: methods and industrial applications*. Crc Press.

Biju, S. S., Saisivam, S., Rajan, N. M. G., & Mishra, P. R. (2004). Dual coated erodible microcapsules for modified release of diclofenac sodium. *european journal of pharmaceutics and biopharmaceutics*, *58*(1), 61-67.

Boran S., ve Usta M. (2010). "Odun esaslı panellerde açığa çıkan formaldehit ve formaldehit sınırları hakkında bilgiler", 3. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 2010; Cilt:5 1968-1975.

Boran, S., Usta, M., ve Gümüşkaya, E. (2011). Decreasing formaldehyde emission from medium density fiberboard panels produced by adding different amine compounds to urea formaldehyde resin. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, *31*(7), 674-678.

Can, A., Erkan, G., Duran, H., & Sivrikaya, H. (2021). Microencapsulated di-ammonium hydrogen phosphate (DAHP) with a polyurethane shell: characterization and its properties in wood. *European Journal of Wood and Wood Products*, 1-13.

Cho SH, White SR, & Braun P.V. (2009). Self-healing polymer coatings. *Adv Mater* 21:645

Duan, H., Qiu, T., Guo, L., Ye, J., & Li, X. (2015). The microcapsule-type formaldehyde scavenger: The preparation and the application in urea-formaldehyde adhesives. *Journal of hazardous materials*, *293*, 46-53.

Dunky M. (1998). Urea–formaldehyde (UF) adhesive resins for wood, *Int J Adhes Adhes* 18:95–107

Dziurka D., & Mirski R. (2014). Properties of liquid and polycondensed UF resins modified with pMDI. *Drv Ind*, 65(2):115–9.

Ebrahimi M, Kazemi Najafi S, & Behrooz R. (2017). Effect of relative humidity and temperature on formaldehyde emission from MDF subjected to load, *Int Wood Prod J* 8:1–6

Ekti E. (2013). Endüstriyel Orman Ürünleri, T.C. Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, Düzce Yatırım Destek Ofisi, Düzce.

Enginar, H., ve Çayır, M. (2016). Melamin Formaldehit Reçinesiyle Ticari Esans Mikrokapsülasyonu ve Kararlılığının İncelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *16*(2), 212-221.

Erkan, G. (2008). *Bazı antifungal ajanların mikrokapsülasyonu ve tekstil materyallerine aplikasyonu.* Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.

Eroğlu H, ve Usta M (2000). Lif Levha Üretim Teknolojisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın No:200, Fakülte Yayın No:30, 351 s. Trabzon, Türkiye.

Eyüpoglu, S., ve Kut, D. (2016). Mikrokapsülasyon Teknolojisi ve Tekstil Sektöründe Kullanımı, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 15(29), 9.

FAOSTAT (2021). http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO Son erişim tarihi: 14.12.2021

Feczko T, Kardos AF, Nemeth B, Trif L, & Gyenis J. (2014). Microencapsulation of nhexadecane phase change material by ethyl cellulose polymer. *Polym Bull*, 71: 3289–304.

Feng, K., Xu, J., Guo, B. H., & Li, X. (2011). Preparation of encapsulated ammonium polyphosphate and its applications in SEBS. *China Plast*, *8*(25), 81-85.

Ghosh, S.K. (2006). Functional coatings and microencapsulation: a general perspective. *Functional coatings*, 1-28.

Gimenez-Arnau, A., Gimenez-Arnau, E., Serra-Baldrich, E., Lepoittevin, J. P., & Camarasa, J. G. (2002). Principles and methodology for identification of fragrance allergens in consumer products. *Contact Dermatitis*, *47*(6), 345-352.

Giraud, S., Bourbigot, S., Rochery, M., Vroman, I., Tighzert, L., Delobel, R., & Poutch, F. (2005). Flame retarded polyurea with microencapsulated ammonium phosphate for textile coating. *Polymer degradation and stability*, *88*(1), 106-113.

Giraud, S., Bourbigot, S., Rochery, M., Vroman, I., Tighzert, L., & Delobel, R. (2002). Microencapsulation of phosphate: application to flame retarded coated cotton. *Polymer Degradation and Stability*, *77*(2), 285-297.

Göde, F. ve Kebapçı, K. (2014). Gül Kokusu İçeren Mikrokapsüller. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 17 (2), 32-35.

Güven, A., ve Demirci, Ö. F. (2019). "Doğal kaynakların devamlılığında çevre yönetiminin önemi". *3. Uluslararası UNİDOKAP Karadeniz sempozyumu* "Sürdürülebilir tarım ve çevre", Tokat, Türkiye, 368-374.

Hong K, & Park S. (1999). Melamine resin microcapsules containing fragrant oil: synthesis andcharacterization. *Mater Chem Phys* 58:128–31.

Huang S, Wei W, Weschler LB, Salthammer T, Kan H, Bu Z, & Zhang Y. (2017). Indoor formaldehyde concentrations in urban China: preliminary study of some important influencing factors, *Sci Total Environ* 590–591:394–405

IARC (2004). nternational Agency for Research on Cancer. IARC Classifies Formaldehyde as Carcinogenic to Humans; IARC: Lyon, France.

IARC (2006). "Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tertbutoxypropan-2-ol", IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 88: 1-478.

Istek A, & Siradag H (2013). "The effect of density on particleboard properties*". In: International Caucasian Forestry Symposium*, 24-26 October 2013; Artvin, Turkey. pp. 932-938

Istek, A., Aydin, U., & Ozlusoylu, I. (2019). The Effect of Mat Layers Moisture Content on Some Properties of Particleboard. *Drvna industrija: Znanstveni časopis za pitanja drvne tehnologije*, *70*(3), 221-228.

Istek, A., Aydin, U., & Özlüsoylu, I. (2018c). The effect of chip size on the particleboard properties. In *Proceedings of the International Congress on Engineering and Life Science (ICELIS), Kastamouno, Turkey* (pp. 26-29).

Istek, A., Bicer, A., & Özlüsoylu, İ. (2020a). Effect of sodium carboxymethyl cellulose (Na-CMC) added to urea-formaldehyde resin on particleboard properties. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *44*(5), 526-532

İstek, A., Çelik, S. ve Özlüsoylu, İ. (2020b). Yonga Levha Üretiminde Motorlu Testere Talaşı Kullanımının Bazı Levha Özelliklerine Etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22 (3) , 886-896.

İstek, A., Özlüsoylu, İ., Bakar, S., ve Öz, E. (2018b). Tutkal Çözeltisine Üre İlavesinin Formaldehit Emisyonu ve Levha Özelliklerine Etkisi. II. In *International Scientific and Vocational Studies Congress, Kırıkkale* (pp. 824-830).

İstek, A., Özlüsoylu, İ., Onat, S.M., & Özlüsoylu, Ş. (2018a). Formaldehyde Emission Problems and Solution Recommendations on Wood-Based Boards. *Journal of Bartin Faculty of Forestry*, *20*(2), 382-387.

İstek, A., Özlüsoylu, İ., ve Kizilkaya, A. 2017. "Türkiye ahşap esaslı levha sektör analizi", *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 132-138.

Jeong, S. G., Jeon, J., Seo, J., Lee, J. H., & Kim, S. (2012). Performance evaluation of the microencapsulated PCM for wood-based flooring application, *Energy conversion and management,* 64, 516-521.

Ji HB, Kuang JG., & Qian Y (2005). Development of an immobilization method by encapsulating inorganic metal salts forming hollow microcapsules. *Catal Today* 105:605–611

Jiang YB, Wang DJ. & Zhao T. (2007). Preparation, characterization, and prominent thermal stability of phase-change microcapsules with phenolic resin shell and n-hexadecane core. *J Appl Polym Sci* 104:2799–2806

Kara, O., Şahin, Ö., Bekar, İ., ve Kayacan, B. (2019). Endüstriyel ağaç ve ahşap ürünleri sektörünün uluslararasi rekabet gücü analizi: Türkiye örneği. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *15*(1), 15-32.

Keskin, H. (2013). Batı Akdeniz Bölgesi orman ürünleri sektörünün rekabet gücünün Porter'ın karo modeli çerçevesinde incelenmesi. *Journal of Alanya Faculty of Business/Alanya Isletme Fakültesi Dergisi*, 5(2).

Kızmaz, M. (2000). Policies to promote sustainable operations and utilization of non-wood forest products in Turkey. *Seminar Proceedings, Harvesting of Non-Wood Forest Products*, 2-8 October, Menemen, İzmir, pp.97-112.

Komut, O. (2016). *Türkiye'de ormancılık ve orman ürünleri endüstrisinde sertifikasyon: Sektörel durum ve farkındalık çözümlemesi*. Doktora Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.

Konuklu, Y., Paksoy, H. O., Unal, M., & Konuklu, S. (2014b). Microencapsulation of a fatty acid with Poly (melamine–urea–formaldehyde). *Energy conversion and management*, 80, 382-390.

Konuklu, Y., Unal, M., & Paksoy, H. O. (2014a). Microencapsulation of caprylic acid with different wall materials as phase change material for thermal energy storage. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, *120*, 536-542.

Kumar, R.N., & Pizzi, A. (2019). "Environmental Aspects of Adhesives – Emission of Formaldehyde. In Adhesives for Wood and Lignocellulosic Materials; Wiley-Scrivener Publishing: Hoboken, NJ, USA, 2019; pp. 293–312.

Liu, Y., Qin, X., Zhu, X., Wu, L., Xu, Y., Huang, K., ... & Chen, Y. (2021). Microencapsulation of formaldehyde scavenger agent and its application to veneered panels, *European Journal of Wood and Wood Products*, 1-10.

Lubis MAR, Park B.D., & Lee S.M. (2017). Modification of urea-formaldehyde resins adhesives with blocked isocyanates using sodium bisulfite. *Int J Adhesion Adhes,* 73: 118–24.

Lubis, MAR., Park, B. D., & Lee, S. M. (2020). Microencapsulation of polymeric isocyanate for the modification of urea-formaldehyde resins. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, *100*, 102599.

Ma, Y., Jiang, Y., Tan, H., Zhang, Y., & Gu, J. (2017). A rapid and efficient route to preparation of isocyanate microcapsules. *Polymers*, *9*(7), 274.

Ma, Z.L., & Lu, G.Y. (2011). Effect of alkyl silicone oil on the compatibility of polypropylene/microencapsulated ammonium polyphosphate composites. *Journal of Applied Polymer Science*, *121*(2), 1176-1182.

Nardelli, A., Drieghe, J., Claes, L., Boey, L., & Goossens, A., (2011). Fragrance allergens in "specific" cosmetic products, *Contact Dermatitis*, 64, 212.

Nelson, G. (2002). Application of microencapsulation in textiles. *Int J Pharm* 242(1–2):55–62

Övez, B., ve Yüksel, M., (2002). Parfümlerin çapraz bağlı mikrokapsüllerden yavaş salgılanmaları. *Ekoloji Dergisi*, 43(10), 26-29.

Özlüsoylu, İ. (2016). *Üre formaldehit tutkalının sodyum-karboksimetilselüloz ile modifikasyonun yonga levhaların bazı özellikleri üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın.

Özlüsoylu, İ., ve İstek, A. (2015). Mobilya Üretiminde Kullanılan Panellerden Salınan Formaldehit Emisyonu ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Selcuk University Journal of Engineering Sciences*, *14*(2), 213-227.

Özlüsoylu, İ., ve İstek, A. (2018). Sodyum karboksimetil selüloz (Na-CMC) takviyeli üre formaldehit tutkalının yonga levha özellikleri ve formaldehit emisyonuna etkisi. *Turkish Journal of Forestry*, *19*(3), 317-322.

Park, B. D., Chang Kang, E., & Yong Park, J. (2006). Effects of formaldehyde to urea mole ratio on thermal curing behavior of urea–formaldehyde resin and properties of particleboard. *Journal of Applied Polymer Science*, *101*(3), 1787-1792.

Pizzi, A. Papadopoulos, A., & Policardi, F. (2020). "Wood composites and their polymer binders", *Polymers* ,12, 1115.

Putney, S. D., & Burke, P. A. (1998). Improving protein therapeutics with sustained-release formulations. *Nature biotechnology*, *16*(2), 153-157.

Ren, Z. Z., Jin, X. Y., & Wang, Y. X. (2011). The preparation of micro-encapsulated ammonium polyphosphate and flame retardancy in polyurethane sealant. *Guangdong Chem*, *7*(38), 244-246.

Rochmadi, A. P., & Hasokowati, W. (2010). Mechanism of microencapsulation with urea-formaldehyde polymer. *American Journal of Applied Sciences*, *7*(6), 739-745.

Roffael E. (2006). Volatile organic compounds and formaldehyde in nature wood and wood based panels, *Holz als Roh- und Werkstoff,* 64:144-149.

Roumeli, E., Papadopoulou, E., Pavlidou, E., Vourlias, G., Bikiaris, D., Paraskevopoulos, K. M., & Chrissafis, K. (2012). Synthesis, characterization and thermal analysis of urea–formaldehyde/nanoSiO2 resins. *Thermochimica Acta*, *527*, 33-39.

Saihi, D., Vroman, I., Giraud, S., & Bourbigot, S. (2005). Microencapsulation of ammonium phosphate with a polyurethane shell part I: Coacervation technique. *Reactive and Functional Polymers*, *64*(3), 127-138.

Saihi, D., Vroman, I., Giraud, S., & Bourbigot, S. (2006). Microencapsulation of ammonium phosphate with a polyurethane shell. Part II. Interfacial polymerization technique. *Reactive and Functional Polymers*, *66*(10), 1118-1125.

Sawada K., & Urakawa H. (2005). Preparation of photosensitive color-producing microcapsules utilizing in situ polymerization method. *Dyes Pigments* 65:45–49

SCOEL (2016). SCOEL/REC/125 Formaldehyde. Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits. European Commission Directorate-General for Employment, Social Affairs, and Inclusion Directorate B - Employment Unit B.3 - Health and safety.

Shahidi F., & Han X. (1993). Encapsulation of food ingredients. *Crit Rev Food Sci* 33:501–547

Tao, H., & Yanming, Y. (2008). Effect of Microencapsulated APP by Epoxy Resin on Property of Flame-Retardant Polypropylene [J]. *Modern Plastics Processing and Applications*, *4*.

Teixeira, M. A., Rodriguez, O., Rodrigues, S., Martins, I., & Rodrigues, A. E., (2012). A case study of product engineering: Performance of microencapsulated perfumes on textile applications, *AIChE J.*, 58, 1939.

Thies, C. (1996). A survey of microencapsulation processes. *Drugs and the pharmaceutical sciences*, *73*, 1-19.

TOBB (2011). Türkiye Orman Ürünleri Meclisi Sektör Raporu, TOBB Yayın Sıra No: 2012/172

Toprak, D. (2006). Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde çevre politikaları ve mali araçlar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 2(4), 146-169.

Wang, H., Yuan, Y., Rong, M., & Zhang, M. (2009). Microencapsulation of styrene with melamine-formaldehyde resin. *Colloid and Polymer Science*, *287*(9), 1089-1097.

Wang, W., Zhang, W., Zhang, S., & Li, J. (2014). Preparation and characterization of microencapsulated ammonium polyphosphate with UMF and its application in WPCs. *Construction and Building Materials*, 65, 151-158.

Wazarkar, K., Patil, D., Rane, A., Balgude, D., Kathalewar, M., & Sabnis, A. (2016). Microencapsulation: an emerging technique in the modern coating industry. *RSC advances*, *6*(108), 106964-106979.

Wicks, D. A., & Wicks Jr, Z. W. (1999). Blocked isocyanates III: Part A. Mechanisms and chemistry. *Progress in Organic Coatings*, *36*(3), 148-172.

Wicks, D. A., & Wicks Jr, Z. W. (2001). Blocked isocyanates III: Part B: Uses and applications of blocked isocyanates. *Progress in Organic Coatings*, *41*(1-3), 1-83.

Wu, K., & Wang, Z. (2008). Intumescent flame retardation of EVA using microencapsulated ammonium polyphosphate and pentaerythritols. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, *47*(3), 247-254.

Wu, K., Shen, M. M., Hu, Y., & Ji, H. G. (2011). Crystallization morphology and behavior of polypropylene composites containing microencapsulated flame retardant. *Journal of Macromolecular Science, Part B*, *50*(8), 1508-1520.

Wu, K., Song, L., Wang, Z., & Hu, Y. (2008). Microencapsulation of ammonium polyphosphate with PVA–melamine–formaldehyde resin and its flame retardance in polypropylene. *Polymers for Advanced Technologies*, *19*(12), 1914-1921.

Wu, K., Song, L., Wang, Z., & Hu, Y. (2009). Preparation and characterization of double shell microencapsulated ammonium polyphosphate and its flame retardance in polypropylene. *Journal of polymer research*, *16*(3), 283-294.

Wu, K., Wang, Z., & Hu, Y. (2008). Microencapsulated ammonium polyphosphate with urea–melamine–formaldehyde shell: preparation, characterization, and its flame retardance in polypropylene. *Polymers for Advanced Technologies*, *19*(8), 1118-1125.

Wu, K., Wang, Z., & Liang, H. (2008). Microencapsulation of ammonium polyphosphate: preparation, characterization, and its flame retardance in polypropylene. *Polymer Composites*, *29*(8), 854-860.

Yamanaka, S., Magara, K., Hirabayashi, Y., Fujimoto, T., & Kuga, Y. (2017). Reduction of formaldehyde emission from plywood using composite resin composed of resorcinol–formaldehyde and urea-modified scallop shell nanoparticles. *Wood Science and Technology*, *51*(2), 297-308.

Yanez-Fernandez, J., Ramos-Ramírez, E. G., & Salazar-Montoya, J. A. (2008). Rheological characterization of dispersions and emulsions used in the preparation of microcapsules obtained by interfacial polymerization containing Lactobacillus sp. *European Food Research and Technology*, *226*(5), 957-966.

Yang, J., Keller, M. W., Moore, J. S., White, S. R., & Sottos, N. R. (2008). Microencapsulation of isocyanates for self-healing polymers. *Macromolecules*, *41*(24), 9650-9655.

Yıldırım İ, Alevli C, Akyüz K.C. (2016). Odun esaslı levha sektörünün dış ticaret analizi ve tahmini. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi,* 16 (2): 370-382.

Younesi-Kordkheili, H., & Pizzi, A. (2017). A comparison between lignin modified by ionic liquids and glyoxalated lignin as modifiers of urea-formaldehyde resin. *The Journal of Adhesion*, *93*(14), 1120-1130.

Yu, F., Chen, Z. H., & Zeng, X. R. (2009). Preparation, characterization, and thermal properties of microPCMs containing n-dodecanol by using different types of styrene-maleic anhydride as emulsifier. *Colloid and polymer science*, *287*(5), 549-560.

Zhang, X. (2001). Heat-storage and thermo-regulated textiles and clothing. *Smart fibres, fabrics and clothing*, *2001*, 34-57.

Zhang, Y., Gu, J., Jiang, X., Zhu, L., & Tan, H. (2011). Investigation on blocking and deblocking isocyanates by sodium bisulphite. *Pigment & Resin Technology*.

Zhao, K., Xu, W., Song, L., Wang, B., Feng, H., & Hu, Y. (2012). Synergistic effects between boron phosphate and microencapsulated ammonium polyphosphate in flame-retardant thermoplastic polyurethane composites. *Polymers for Advanced Technologies*, *23*(5), 894-900.

Zhou, S., Lu, H., Song, L., Wang, Z., Hu, Y., Ni, J., & Xing, W. (2008). Microencapsulated ammonium polyphosphate with polyurethane shell: application to flame retarded polypropylene/ethylene-propylene diene terpolymer blends. *Journal of Macromolecular Science, Part A*, *46*(2), 136-144.

Bölüm 6

SALEP ORKİDELERİ

Kürşad DUYAR[1]
Fisun G. ÇELİKEL[2]

1 Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Çankaya ANKARA, https://orcid.org/0000-0003-3932-3977
2 Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Atakum SAMSUN, Orcid: https://orcid.org/0000-0002-4722-2693

GİRİŞ

Sınıflandırma olarak tek çenekli içerisinde yer alan orkideler, *Orchidaceae* ailesindedir. Ortalama 450 cins ve 30.000 türü barındırmaktadır (Bektaş, 2016).

Orkideler akla geldiğinde görsel çiçekleri olan bitkiler akla gelir. Bu aileden diğer bir tür "ılıman kuşak orkideleri" isimlendirilir. Özellikle ülkemizde yumrulu köklerinden salep unu yapılan "karasal orkideler" akla gelmektedir. Epifitik olanları tropikal iklimlerde doğal olarak yetişmektedirler ve çiçekleri nedeniyle süs bitkisi olarak kullanılırlar. Kökleri uzamaz, diğer bitkilerin gövde ve dalları üzerinde yaşamlarını sürdürürler. Ülkemizde doğal alanlarda yetişen karasal orkideler benzer ancak daha küçük çiçeklere sahiptir. Bu türler toprakta yaşamaktadır (Özdemir, 2017).

Ülkemiz florasın da yetişen bir başka orkide türü vardır ki; bu türler salep unu yapımında kullanılırlar. Bu türe olan ilginin artmasıyla beraber bilginin de geliştiği gazete, dergi ve benzeri alanlarda artık "salep orkidesi" olarak isimlendirildikleri görülmektedir. "Salep elde edilen orkideler", orkidelerin büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Tığlı ve Fakir, 2017).

Üç farklı vejetasyon coğrafyasının (Avrupa-Sibirya, İranTuran, Akdeniz) kesişim noktasında olan Türkiye'nin biyolojik çeşitliliği salep orkideleri çeşitliliğine de yansımıştır. Ülkemiz orta kuşak karasal orkideler yönünden Avrupa ve Ortadoğu'nun varlıklı ülkelerindendir (Sezik, 1984).

Salep orkideleri ülkemizin Kuzey Anadolu, Güney Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Doğu Anadolu ve Doğu Akdeniz bölgelerinde sık görülmektedir (Sezik, 1984).

Türkiye'nin florasın da yetişmekte olan Salep orkideleri kök kısımlarından elde edilen gıda ve ilaç sanayisinde hammadde olarak kullanılır. Salep unu, yumrulu köke sahip elde edilmesine karşın bütün bu kök yapısına sahip cinsler salep unu yapımında kullanılmaz. Daha çok *Orchis, Anacamptis, Ophrys, Himantaglossum, Serapias, Barlia* gibi dairesel yumrulular ile *Dactylorhiza* gibi parçalı yumrulu orkidelerin farklı türleri salep unu yapımında yararlanılır. (Sezik, 1984).

Ülkemizde 9 cinse ait 25 orkide türünden salep unu yapımında yararlanılmaktadır (Sandal Erzurumlu ve Doran, 2011).

Salep orkideleri yumrulu köke sahiptirler. Bu bitkiler de genel olarak iki yumru görülür. Kış ayların da ilk yumrudan faydalanırlar. Sıcaklık artışıyla yumrudan çıkan köklerden birinin ucunda diğer yumru oluşur. Yeni yumru gelişirken diğer taraftan gövde büyümeye başlar. Büyüme ilerledikçe yeni yumrunun büyümesi devam eder. İlk yumrunun ise içi boşalır. Salep unu bu yumrulardan elde edilir (Sandal Erzurumlu ve Doran, 2011).

Salep orkidelerinin doğadan toplamları yasal olmamasına rağmen çiçekli dönemlerinde kaçak toplayıcılık yapılmaktadır (Erdem, 2004).

Doğal alanlardan toplama yapılırken iki yumrudan sadece birinin alınması gerekirken toplayan kişiler yeterli bilgiye sahip olmadıkları için tüm yumruları alırlar. Toplanan yumrular su ile güzelce temizlendikten sonra ipe dizilir ve su veya sütle haşlanır ve kurumaya bırakılır. Yumrular kurutulduktan sonra en fazla 3 cm uzunluğunda ve 2 gr. ağırlığına kadar düşerler. Kurutmadan sonra ezilerek ortaya salep unu çıkarılır. Bir kilo Salep unu yapımında ortalama 1000 ile 4000 yumrudan yararlanılmaktadır. Türkiye'de senede 45 ton Salep orkidesi üretimi yapıldığı bilinmekte, bu durumda topraktan bir senede toplanan 45-180 milyon yumruyu işaret etmektedir (Erdem, 2004).

Orkideler değişken ekolojik koşullarda yaşamlarını sürdürebilmektedir. Farklı rakımlarda yetişebilen orkidelerin yaşamlarının sürmesi önemli bir konudur. (Sandal ve Söğüt, 2010).

Şekil 1. Doğada Salep Orkideleri

Şekil 2. Salep Orkidesi Yumruları

1. GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE SALEP

Theophrastus (M.Ö. 370-285) orkidelere erkeksi anatomileri ile toprak altında ki kökleri benzediğini görmüş ve bu bitkilere "ORKİDE" demiştir (Şen, 2017).

Orchis eski Yunan dilinde bir sözcük olup "testis, erbezi" anlamındadır. Yeraltında bulunan iki adet testise benzeyen yumrularından dolayı bu isim verilmiştir (Akbaş, 2012).

Türkiye'nin güneyinde Anavarza'da dünyaya gelmiş bir hekim olan, Pedanius Dioscorides'in (M.S. 20-79) Materia Medica (Tıbbi Materyaller) isimli kitabında bu bitkinin tıbbi özelliklerini anlatmıştır (Tekinşen, 2006).

Kâşifler Uzakdoğu ve Arap ülkelerinde iyileştirici etkileri ve afrodizyak olarak kullanılmasından ötürü salebi Avrupa'ya götürmüşlerdir. Fakat günümüzde afrodizyak olduğuna yönelik bilimsel bir kanıt bulunmamaktadır (Akbaş, 2012).

Salep unun ilk kullanımının Hitit döneminde olduğu ve dondurmada kullanıldığı bildirilmiştir (Turgay ve Dayısoylu, 2011).

800'lü yıllarda İslamiyet'le beraber Türklerde İslam dininin yasakladığı şarap ve kımız gibi alkollü içeceklerin yerini şıra ve salep gibi alkolsüz içecekler almıştır (Turgay ve Dayısoylu, 2011).

Salep sözcüğü Arapçada "sa'leb" biçiminde yazılmakta ve anlamı tilki demektir. Eski kitaplarda salep "Husyet-ül sa'leb" veya "Husyet-ül kelb" olarak geçmektedir. İbn-i Sina Kanun isimli kitabının 2. bölümünde salebin afrodizyak, iştah açıcı, balgam söktürücü, felç giderici gibi faydalarının olduğundan bahsetmiştir (Tekinşen ve Güner, 2009).

Yine bu eseri başlangıc alan Malaga'lı botanikçi Ziyaeddin İbn El Baytar (1197-1249), Emir Çelebi, Mehmet bin Mahmut El Sinani, Tabip Nidai gibi bilginlerde salebin kullanımı hakkında bilgiler vermiştir (Yaman, 2012).

Salep unu Osmanlı'da saray helvahanesinde her yıl padişahlar için özel olarak yapılan macunların kaydedildiği kayıtlarda yer almaktadır. Osmanlı kültürünün etkisinde kalmış çeşitli Balkan ve Orta Doğu ülkelerinde halen kullanılmaktadır (Tekinşen, 2006).

Tarihçilere göre, Ortadoğu'ya özgü bir içecek olan salep, kahvenin yaygınlaşmasından önce Avrupa'da, özellikle de İngiltere'de salep dükkânlarında satılmakta, tereyağlı ekmekle birlikte servis yapılmaktaydı. Ancak, kahvenin yaygınlaşmasıyla bu gelenek zamanla yok olmuştur (Tamer, Karaman ve Çopur, 2006).

Osmanlı'da Sultan Mehmed Reşad döneminde okul bakkallarında sağlıklı gıda maddesi satışına önem verilmiştir. Kontrolü Maârif-i Umûmiye Nezâreti Hıfzu's-sıhha-i Mekâtib Dâiresi'nce yapılan denetimlerde mektep bakkallarında sütlü salep satılması özellikle kayıtlarda geçmektedir (Anonim, 2017).

1931 senesine ait Lise ve Orta okulların Talimatnamesinin 167. maddesinde öğrenci başı günlük 2 gram salep verilmesi istenmektedir. Ayrıca 20 Aralık 1989 tarihli Resmi Gazetede yayınlanan Gemi Adamlarının İkamet Yerleri, Sağlık ve İaşelerine Dair Yönetmelik'te gemide çalışanların yemeklerinde 2 gram salep verilmesi istenmektedir (Anonim, 2012).

19 Temmuz 1998 tarih ve 23407 sayılı Resmi Gazetede salebin (toz, tablet ve her türlü formda) ihracatı engellenmiştir (Anonim, 1998).

Artan salep tüketimine karşılık tarımının yapılmaması ve tüm ihtiyacın doğadan toplanarak karşılanması, doğal ortamlarında salep orkidelerinin yok olma riskini arttırmıştır. Olumsuz gelişmelere bağlı olarak dünya genelinde ve ülkemizde öncelikle salep ticareti yasaklanmış, daha sonra yurt içinde kullanımını önlemek adına doğadan toplanmasına tamamen yasak getirilmiştir (Çalışkan, 2018).

2. GENEL YAYILIŞ ve SALEP ORKİDELERİ

2.1. Dünya Genelinde Orchidaceae Familyası

Orchidaceae familyası, dünyanın en zengin familyalarından biridir. Dünya genelinde 25.000'den fazla türe sahip olduğu bilinmektedir. Bu rakamın her geçen yıl arttığı ve 40 bin tür ve alt türe ulaşabileceği ifade edilmektedir. Bir başka açıdan bakıldığında; dünya üzerindeki her on bitkiden biri bu familyaya aittir (Farhoosh ve Riazi, 2007).

Familya içerisinde, salep üretimi yapılan orkideler; toprakta yaşayan (terrestrial) ve orta kuşak iklim bölgelerine adapte olmuş orkidelerdir. Üç değişik vejatasyon bölgesi (Avrupa-Sibirya, İran-Turan, Akdeniz) kesişim noktasında olan ülkemizin biyolojik çeşitliliği salep orkideleri çeşitliliğine de yansımıştır. Türkiye orta kuşak terrestrial orkideler bakımından Avrupa ve Ortadoğu'nun en zengin ülkelerindendir (Sezik, 1984).

Koruma altına alınıp ticareti yasaklanmadan önce Türkiye, başta Almanya olmak üzere birçok Avrupa ülkesine salep unu ihraç eden ülke olmuş ve ihracat 1991 yılına kadar devam etmiştir (Kreutz ve Çolak, 2009). Ülkemizdeki *Orchidaceae* familyası tür zenginliği farklı kaynaklarda farklı sayılarla ifade edilmektedir (Kreutz, 2002). Türkiye'de 150 taksondan bahsetmekte, %13'ünün endemik olduğunu bildirmişken 2012 yılımda sunulan bir çalışmada takson sayısı 170 bulunmuştur (Arslankaya, 2012).

2.2. Türkiye'de Salep Olarak Kullanılan Cins ve Türler

Tablo 1'de belirtilen 24 cinse ait orkidelerin tamamı yumru üretme yeteneğinde değildir.Yumru verimi olan verdikleri yumruları salep unu olarak değerlendirilen türler; *Anacamptis*, *Barlia*, *Comperia, Dactylorhiza*, *Himantoglossum*, *Ophrys*, *Orchis*, *Platanthere*, *Serapias* ve *Steveniella* (Çalışkan, 2018).

Tablo 1. *Türkiye Orkideler ailesine ait cinsler ve tür sayıları (Tubives 2017)*

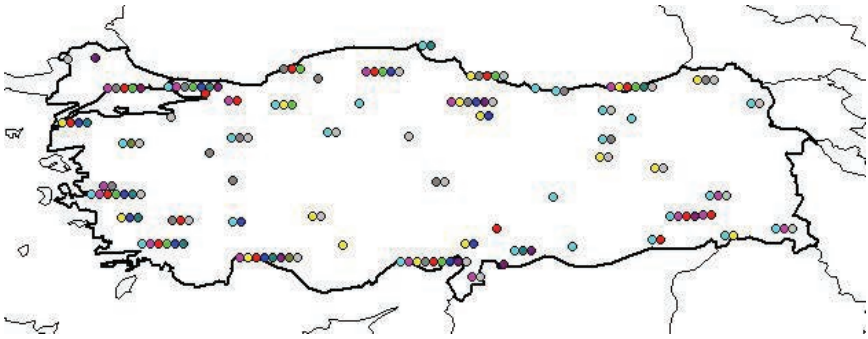
CİNSLER ve TÜR SAYILARI							
Aceras	1	Anacamptis	1	Barlia	1	Cephalanthera	9
Coeloglossum	1	Comperia	1	Corallorrhiza	1	Dactylorhiza	26
Epipactis	10	Epipogium	1	Goodyera	1	Gymnadenia	1
Himantoglossum	3	Limodorum	2	Listera	2	Neotinea	1
Neottia	1	Ophrys	77	Orchis	32	Platanyhera	4
Serapias	8	Spiranthes	1	Steveniella	1	Traunsteinera	1

Tabloda verilen sayılara göre bu cinslerin içerisinde yer alan tür, alt tür ve hibrit sayıları toplamı 154'tür.Fakat çeşitli kaynaklarda, salep olarak kullanılan tür sayıları farklılık göstermektedir (Çalışkan, 2018).

Sandal (2009) 30, Tamer ve ark. (2006) 90 ve Arslan (2012) ise 120 orkide türünde salep elde edildiğinden bahsetmişlerdir. Net bir sayı vermek mümkün değildir.

Salep orkidesi türlerinin ülkemizdeki yayılış alanlarına baktığımızda, her bölgenin iklim ve toprak yapısına, rakım farklılıklarına adaptasyon sağlamış ve belli alanlarda yayılış göstermiş farklı türler vardır. Salep orkide türlerinin ekolojik istekleri ve yetiştikleri bölgeler farklıdır. Orta Karadeniz sahil kuşağında yer alan bir tür iç kesimlere doğru ilerlendikçe yerini başka bir türe bırakmaktadır.

Türlerin kaybolmasının bir nedeni de yasa dışı yollarla doğadan orkidelerin toplanmasıdır. Salep orkidelerin yoğun bulunduğu bölgelere diğer bölgelerden toplayıcı olarak nitelendirilen insan toplulukları gelerek çadırlar kurmakta, hiçbir koşula önem vermeden yasa dışı yollarla toplayıcılık yapmaktadırlar.



Şekil 3. *Orchis türlerinin görüldüğü alanlar (Tubives, 2020).*

3. KİMYASAL ÖZELLİKLER

Türkiye'de bulunan salep orkidelerin içeriği glikomannan (% 11-44), nişasta (% 8-19), redüktör ozlar (% 2-3) ve proteik yapıdaki maddeler (% 1) olmak üzeredir (Tablo 2).

Tablo 2. *Bazı salep orkidelerinin başlıca kimyasal kompozisyonu (Tekinşen ve Güner 2010)*

TÜR	NEM	PROTEİN (%)	KÜL (%)	GLUKOMANNAN (%)	NİŞASTA (%)	PH
Orchis italica	11.02	3.92	0.97	54.6	5.44	5.64
Orchis morio	10.83	4.95	1.91	51.2	7.99	5.61
Dactylorhiza osmanica	9.35	3.11	2.80	22.5	38.7	5.61
Orchis simia	11.78	3.53	1.95	38.3	10.4	5.93
Serapis vomeracea sps. orientalis	10.25	4.83	1.96	44.8	13.4	6.20
Orchis anatolica	10.71	3.20	1.94	43.5	14.7	5.71
Orchis tridendata	12.40	4.94	1.92	42.4	15.2	5.73
Orchis coriphora	11.64	3.16	2.83	29.0	17.0	6.04
Orchis palustris	11.90	3.17	0.95	20.5	27.6	5.91
Ophrys mammosa	11.36	3.25	1.76	17.7	33.8	5.69

Salep ununu değerli yapan glikomannanlardır. Glikomannan, sıvılarla hacmi artar ve akışkan bir çözelti oluşturur. Değerli bir salep unu % 40 oranında glikomannan bulundurur (Sezik, 1984). Tablo 2'de gösterildiği gibi salep orkideleri yüksek glukomannan değerleri ile ön plana çıkmaktadır. Nişasta ve glukamannan arasında zıt bir ilişli söz konusudur. Nişasta varlığının artması glukomannan varlığını düşürmektedir (Tekinşen ve Güner 2010).

4. MORFOLOJİK ÖZELLİKLER

4.1. Yapraklar

Yapraklar çeşitli şekillerde oluşabilmektedir. Cins ve türe göre yapraklar, deltoid, lanseolat, oval, eliptik, obovat yada oblong gibi şekillerde meydana gelmektedir. Yaprak incelik ve boyutları türe göre değişmektedir. Renk çoğunlukla açık yeşildir. *Ophrys* türlerinde ise grimsi yeşil tonlardadır. Bir tek *Steveniella satyrioides*'de kırmızımsı yaprak oluşumu görülmektedir (Çalışkan 2018).

4.2. Çiçekler

Çiçekler çanak yaprak, taç yaprak, erkek ve dişi organdan oluşmaktadır. Salep orkidelerinin çiçek organlarında farklılaşmalar görülmektedir. Örneğin; iç periant parçaları iki yandaki parçalar birbirine benzerken ortadaki parça morfolojik bakımdan farklılaşmıştır. Bu farklılaşan kısma dudak (labellum) ismi verilir. Labellum çiçeğin alt kısımda yer alır ve çiçeğin en büyük parçasıdır (Çalışkan, 2018).

Salep orkidelerinde erkek ve dişi organ bir araya gelerek kolumna diğer bir isimle gynostenum denilen üreme organını oluştururlar. Bu kısımda stamen pistil birbirine çok yakın olmasına rağmen çiçeğin kendi çiçek tozuyla döllenmesini önleyen rostellum denilen yapı orkidelerin kendi kendilerine döllenmelerini önlemektedir (Çalışkan, 2018).

Orkidelerin çiçeklerinde diğer bir farklı kısım polliniyum'dur. Polen tanelerinin farklı şekillerde bir araya gelmesi ile oluşmuştur. Pollinuyumlar bir sapçık yardımı ile rostelluma bağlanmışlardır. Polliniyumlar sayıları türlere göre değişiklik göstermekle birlikte 2-8 adettir (Çalışkan, 2018).

Orkide çiçeklerinin karekteristik özelliği, çiçekler açtığı dönemde kendi ekseni etrafında 180 derece döner ve ovaryum burkulur (resupunasyon) (Çalışkan, 2018).

Çiçeklenme ve yumru büyüklüğü arasında pozitif bir ilişki vardır. Yumru iriliği arttıkça çiçeklenme oranı artmaktadır. Yumrusu çok fazla irileşmeyen *Ophrys mammosa*'de 8-10 çiçek, iri yumru oluşturan *Himantoglossum caprinum* türünde ise 72 adet çiçek oluştuğu görülmüştür (Çalışkan, 2018).

4.3.Meyve ve Tohum

Çiçeklerde döllenmeden sonra oluşan ovaryum, meyveyi meydana getirir. Oluşan meyve kapsül şeklinde olup 3 karpelden oluşmuştur. Binlerce tohumu içinde muhafaza eder. Orkideler çok küçük toz benzeri, mikroskobik tohumlara sahiptirler. Tohum uzunluğu 0.18-3.85 mm, ağırlığı 0.3-14 mg değerlerindedir (Çalışkan, 2018).

Tohumlarda endorsperm bulunmaz, embriyoları da çok az yaklaşık 40-50 hücreden oluşmaktadır. Küçük boyutta ve hafif olduklarından rüzgârla 100-250 km gibi uzak mesafelere taşınabilirler (Bektaş, 2016).

Endosperm salep orkidesi tohumlarında yer almaz ve bu nedenle flora da yaşamlarını devam ettirebilmeleri için mikorizalarla karşılıklı bağ kurarlar. Mikorizalar embriyonun gelişmesine yardımcı olurlar (Bektaş, 2016).

4.4.Gövde

Kısa tek bir gövdeye sahiptirler. Yapraklar gövdeyi sararak örter. Gövde toprak altında yer alır ve ışık alamadığı için beyaz renktedir. Dikim derinliği ile değişmekle birlikte 2-10 cm uzunluğundadır. Türlere göre uzunluk ve kalınlık değişmektedir. Yumrular tek bir büyüme noktasının olması tek bir gövde oluşmasına neden olmaktadır (Çalışkan, 2018).

4.5.Kökler

Kalın ve uzunlamasına silindirik yapıya sahip olan kökler genetik yapıya ve yumru iriliğine göre sayıları değişim gösterir. Sürgünün alt tarafından büyüme noktalarından çıkarak yanlara ve aşağı doğru uzayarak gelişim gösterir. Köklerin emici tüy yapısı olmaması nedeniyle ihtiyaç duydukları minarel maddeleri topraktan alamazlar. Toprakta yaşayan bazı organizmalar yardımı ile minarel madde alımını gerçekleştirebilirler (Çalışkan, 2018).

Yeni yumru oluşumu başlamadan hemen önce kök oluşumu başlayıp, çiçek oluşumu görülene kadar kök gelişimi devam etmektedir.

Salep orkidelerinde kök onarım durumu olmamaktadır. Her hangi bir nedenden dolayı köklerin zarar görmesi durumunda kökler yenilenemez. Sök-dik yöntemi ile çoğaltım yapan üreticilerin bu hususa dikkat etmesi gereklidir (Çalışkan, 2018).

4.6.Yumrular

Yuvarlak, elipsoid, uzun ya da parçalı yapıda olan yumrular türe göre değişmektedir. *Dactylorhiza* türü parçalı yumru üretmekte ve çatal salep olarak üreticiler arasında bilinmektedir. Yumru iriliği tamamen genetik yapı ve kaçıncı nesil yumru olduğu ile ilgilidir. Tohumun çimlenmesinden

sonra ilk yıl küçük bir yumru (3-5mm), ilerleyen yıllarda oluşturulan her yumru bir öncekinden daha büyük şekilde oluşur. Her oluşan yumru kendisinden bir yumru daha oluşturmaktadır (Çalışkan, 2018).

5. SALEP ORKİDELERİNDE ÇOĞALTMA YÖNTEMLERİ

5.1. Tohum ile üretim (Genaratif üretim)

Salep orkideleri tohum haznesinde 1.500-3.000.000 adet tohum barındırır. 03-14 mikrometre durumunda ki tohumlar rüzgârın etkisiyle çok uzaklara yayılabilmektedir. Çok fazla tohuma sahip olmalarına rağmen doğal alanlarda yalnızca %5'i bile çimlenememektedir. Salep orkidelerinin yetiştiriciliğinde problem tohumlarının özellikleri neden olmaktadır. Tohumlarında endosperm bulunmamakta ve çimlenme sırasında mikorizal funguslara muhtaç olmaktadırlar (Çağlayan, Özavcı ve Eskalen, 1998).

Doğal alanlarda tohumların gelişebilme olanağı kısıtlı ve uzun zaman alır. Diğer çiçekli bitkilere göre tohum boyutları küçüktür (Şen, 2017).

Besi dokuları olmayan bu tohumlar tek başlarına çimlenme ve fide oluşumu sağlayamazlar, dışarıdan yardım almak zorundadırlar. Ayrıca tohumlar yüksek oranda dormansiye sahiptirler. Düşük oranda ki embriyo hücreleri ve bu hücrelerin farklılaşmamış olması çimlenme de büyük bir sorun teşkil etmektedir (Çalışkan, 2018).

Çimlenme esnasında gerekli olan karbonhidratlar, mineral tuzlar ve azotu yardımcı organizma tarafından tohuma verilir. Tohumlar mikoriza gibi yardımcı ve simbiyotik yaşam süren organizmalara maruz bırakılması gereklidir (Çalışkan, 2018).

Beslenme açısından ilk gelişim dönemlerinde besinlerini dışarıdan alırlar. Çimlenmeden sonra oluşan ilk yapının ismi protokormdur. Protokorm gelişir ve bitkinin kendine ait kök ve yaprakları oluşur. Bitki fotosentez yapma yeteneği kazandığında kendi besinini üretmeye başlar (Çalışkan, 2018).

Tohumlarda çimlenme sorunu araştırmacıları doku kültürü çalışmalarına yöneltmiştir. Uygun besin ortamı üretme çalışmaları hız kazanmıştır. Gelinen nokta da çimlenme oranında en yüksek başarı(%44) Bektaş ve ark. (2013) yaptığı aktif kömür ilaveli 1 mg/L indol-3-asetik asit içeren Orchimax ortamında gözlenmiştir (Çalışkan, 2018).

5.2. Yumru ile üretim (Vegatatif üretim)

Salep orkideleri bir vejetasyon döneminde tek bir yumru üretirler. Ayrıca yumrularda tek bir büyüme noktası mevcuttur. Dolayısıyla yumruyu ayırarak çoğaltmak mümkün değildir. Ekilen yumrudan yeni bir yumru alınırken eski yumru çürümektedir (Çalışkan, 2018).

Yapılan çalışmalara ışığında, Ege bölgesinde *Orchis sancta* ve *Serapias vomeracea*'nın 2-5 arasında yeni yumru ürettiği tespit edilmiştir. Bu türlerin ürettiği yumrulardan bir tanesinin tohumluk olarak ayrılması ile üretime devam edilme şansı ortaya çıkmıştır (Çalışkan, 2018).

Ülkemizin kuzey kıyı bölgelerinde *Serapias vomeracea, Orchis coriophora, Ophrys mammosa, Anacamptis pyramidalis, Orchis papilionacea* gibi türlerin yetiştirilme ortamında 2-3 yumru verebildikleri gözlenmiştir. Özellikle *Serapias vomeracea* türü uygun ortamda 5 yumruya kadar verebildiği tespit edilmiştir (Çalışkan, 2018).

Yumru ile üretimde bölgesel bazlı çalışmak önemlidir. Salep orkideleri iklim ve toprak seçiciliği yüksek olan bitkilerdir. Bulunduğu bölgede çok iyi gelişim gösteren bitki, farklı bölgede yetiştirilmek istendiğinde yeterli gelişim gösterememektedir. Bu nedenle adaptasyon denemeleri yapmak çok önemlidir (Çalışkan, 2018).

5.3. Yumru ile üretimde sök-dik yöntemi

Sök-dik yöntemi ile bir üretim sezonunda bitkiler iki kez yumru vermeye zorlanabilmektedir. Bu yöntem tüm türlerde geçerli değildir. Bazı türlerin eski yumrularının içi gelişimin erken döneminde boşalmaktadır. İlk birkaç çiçeğin görünmeye başladığı zamanda hasat edilen bitki, yerine tekrar dikilerek kurumaya kadar geçen süreçte yeniden yumru üretme gücü bulmakta ve ikinci yumruyu oluşturmaktadır. Daha basit bir şekilde ifade etmek gerekirse, ilk 1-2 adet çiçek görüldüğünde topraktan dikkatli bir şekilde sökülür ve taze yumrusu kopartılır birinci hasat gerçekleştirilir. Bitkinin köklerine, eski yumrusuna ve toprak üstü aksamına zarar vermeden tekrar yerine dikilir, sulanır ve bakım işlemlerine devam edilir. Tüm çiçeklerin açması yaklaşık 45 gün sürer, bitki kurur ve topraktan sökülür. Topraktan sökülen bitkinin yeni yumru ürettiği görülür. Bu yumru ikinci hasat yumrusudur. İkinci hasat yumrusu birinci hasat yumrusundan küçük olsa da üretkendir. İkinci hasat yumrusunun daha küçük olmasının sebebi vejetasyon süresinin daha kısa olmasıdır. Her iki yumruda tohumluk olarak kullanılabilir (Çalışkan, 2018).

6. SALEP ORKİDESİ YETİŞTİRİCİLİĞİ

6.1. Toprak ve İklim İstekleri

Yumrulu karasal orkideler süzek toprakları isterler. Bunun nedeni mikorizalarla ortak bir yaşam sürmeleri ve mikorizaların oksijene ihtiyaç duymasıdır. (Sandal, 2009).

Salep orkidelerinin topraklarının kireçlilik farklılık göstermektedir. Bu bitkilerin yayılışına bakıldığında çok fark pH oranlarına rastlanmaktadır. Salep orkidesi türlerinin organik madde seçiciliğinin bulunmadığı

düşünülmektedir (Çalışkan, 2018).

Kültürel çoğaltım için doğal alanlar da yetişen salep orkidelerinin toprak özelliklerinin tespit edilmesi oldukça önemlidir (Bulunuz Palaz ve diğerleri, 2018).

Yetiştirilecek türlerin iklim isteklerinin belirlenmesi önemli bir konudur. Ön denemelerin yapılması gerekmektedir. Türlerin yayılışında iklim faktörü önem arz etmektedir. İklim seçiciliği ön planda olan salep bitkisi, yetişme alanından taşınıp farklı bir ekolojiye taşındığında iyi bir performans göstermemektedir. Adaptasyon yeteneği yüksek olan türlerde mevcuttur. Örneğin *Orchis purpurea* türüne 0-1500 rakım arası alanlarda rastlanmaktadır (Çalışkan, 2018).

Uygun bir yetiştiricilik düşünüldüğünde bölgede yetişen türler tercih edilmelidir. Türlerin bölgeden bölgeye taşınması olumsuz sonuçlar doğurmuştur. Örneğin Karadeniz bölgesi sahil şeridinden alınan tür İç Anadolu bölgesinde yetiştirilmeye çalışıldığında soğuk zararı görülmüştür (Çalışkan, 2018).

Özetleyecek olursak salep bitkisi toprak yapısından ne düzeyine, sıcaklık faktöründen rüzgar şiddetine kadar bütün ekolojik faktörlerden etkilenmektedir (Çalışkan, 2018).

6.2. Toprak Hazırlığı

Köklerin uygun gelişiminin sağlanması için toprak önem arz etmektedir. Ağır tekstürlü topraklar kök gelişimini olumsuz etkilemekte, iyi bir havalanma gerekmektedir. Dikim öncesi toprağın havalandırılması sağlanmalıdır. Dikim öncesi toprağa iyi yanmış ahır gübresi verilerek işlenmelidir (Çalışkan, 2018).

Kültürel işlemlerin (dikim, tekrar dikim, hasat) kolay yapılabilmesi için, alanda 1-1,5 m genişliğinde yastıklar oluşturulmalıdır. Yastık yüksekliği 15 cm'den az olmamalıdır. Yastıkların arasında 20 cm kadar yürüme yolları oluşturulmalı, suyun tahliyesi için ters V şeklinde eğim verilmesi gerekmektedir. Yastık yüzeyine yatay ve dikey çiziler açılarak dikim gerçekleştirilmeli, küçük alanlarda yatay, büyük alanlarda ise dikey çiziler açılmalıdır (Çalışkan, 2018).

6.3.Dikim

Salep orkideleri yumru ile üretimi gerçekleşmektedir. Ilıman bölgelerde Ağustos sonu gibi yumrularda uyanma başlamaktadır. En uygun dikim zamanı yumrular uyanmadan önce yapılan dikimdir. Erken dikim yapılan yumruların gelişimi geç dikim yapılan yumrulara göre daha iyidir. Yumrunun gelişimi için sonbahar sıcaklarından faydalanması önemlidir, dikim ne kadar erken gerçekleşirse o kadar gelişim iyi olacaktır (Çalışkan, 2018).

Kökler kendilerini yenileyemediği için dikim esnasında köklerin zarar görmemesi önemlidir. Yumruların 4-5 cm derinliğe dikilmeleri yeterlidir. Yüzeyde kalan yumruların gelişimleri daha yavaş olmakta ve kuruma ihtimalleri artmaktadır (Çalışkan, 2018).

Dikim sıklığı yetiştirilen türe göre değişmektedir. 15*15 cm aralıklar *Serapias vomeracea* için uygun görülmüş, dekara 45.000 adet yumru dikilmektedir. Dikimden sonra mutlaka 1-2 sefer sulama yapılması çok önemlidir (Çalışkan, 2018).

6.4.Sulama

Salep orkideleri hava neminden istifade etmekte diğer bitkilerden üstündür. Depoda bekletilen yumruların filizlenmesi buna açık bir örnektir. Salep orkidelerinin büyüme dönemlerinin yağışlı döneme denk gelmesi bir avantaj sağlamaktadır. Ege ve Karadeniz bölgesi koşullarında hiç sulama yapmadan yetiştiricilik mümkündür. Salep orkideleri doğada yaşamlarını sürdürebilen bitkilerdir (Çalışkan, 2018).

Kültürel yetiştiricilikte yüksek verim ön planda yer aldığından en uygun su ihtiyacının sağlanması önemlidir. Kurak dönemlerde sulama yapmak bitki gelişimini hızlandırmakta verimi arttırmaktadır. Özellikle ilk gelişim döneminde sulama yapmak verim için önemlidir. Sök-dik yönteminde hasattan hemen sonra sulama yapmak mutlaka gerekir. Sulamadan önce toprak nemi göz önünde bulundurulmalı, üretim sezonun da 3 veya 4 kez sulama yeterli olmaktadır. Köklerin 15 cm kadar derinliğe gittiği düşünüldüğünde aşırı sulamadan kaçınılmalıdır (Çalışkan, 2018).

6.5.Gübreleme

Salep orkide türlerinin kültüre alma çalışmaları yeni yapıldığından topraktan ne kadar besin elementi kullandığı henüz belirlenememiştir. Bazı türler yüksek besin elementi içeren topraklarda yayılış gösterirken, bazı türler ise kumsal düşük besin elementi içeren topraklarda yayılış göstermektedir. Her üretici üretim alanının toprak analizini yaptırıp küçük bir bölümünde deneme yapmalı kendi alanına uygun gübrelemeyi belirlemelidir. Kılcal kökleri ve emici tüyleri olmayan salep orkidelerinin toprak organik madde içeriği en az %5 olan topraklarda yetiştirilmesi uygundur. Yetiştirme alanına mutlaka dikimden önce yanmış ahır gübresi serilmelidir. Salep orkideleri ile ortak yaşam sürerek salep orkidelerinin topraktan besin maddelerini almasını sağlayan organizmalar gübreleme yapılırken hesaba katılmalıdır (Çalışkan, 2018).

6.6. Gölgelendirme

Güneş ışığının olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla özellikle bitki gelişiminin son bir iki ayında gölgeleme çekilmelidir. Doğada diğer bitki-

lerle toplu yaşam içersin de olan salep orkideleri kısmi gölgelemeye maruz kalmaktadırlar (Çalışkan, 2018).

Tüm yetişme sezonunda gölgelemeye ihtiyaç duyulmamaktadır. Fide çıkışları sonbahar da gerçekleşmekte ve kış sezonunu küçük bir fide olarak geçiren salepler bahar aylarında hızlı bir gelişme periyoduna girmektedirler. Hava sıcaklığının ve ışık yoğunluğunun artmaya başladığı bu dönemde gölgelemeye ihtiyaç duyulmaktadır (Çalışkan, 2018).

6.7. Hasat

Hasat dönemi düşünüldüğünde birden fazla yeni yumru üretebilen ve tek bir yumru üretebilen türler olarak ayırmak gerekir. Birden fazla yeni yumru üreten *Serapias vomeracea* gibi türler düşünüldüğünde yumrular tam büyüklüğüne çiçeklenme döneminin sonunda ulaşmakta ve en uygun hasat bu dönem olmaktadır. Tek bir yumru üreten türler düşünüldüğünde bu türlerin sök-dik yöntemi ile ikinci bir yumru vermeye zorlandığı için ilk hasat çiçeklenme dönemi başlangıcı (ilk bir-iki çiçek) ve çiçeklenme sonu şeklinde iki hasat dönemi şeklinde hasatları gerçekleşir (Çalışkan, 2018).

Tıbbi bitkilerde, bitkinin gelişim dönemlerine göre etken maddelerin miktarında varyasyon söz konusudur. Ontogenetik varyabilite olarak adlandırılan bu durum hasat zamanının belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken hususlardan biridir. Salep orkidelerinde de musilaj, protein, ve nişasta oranları gelişim dönemlerine göre değişim göstermektedir (Çalışkan, 2018).

Tablo 3. *Farklı hasat dönemlerinin Serapias vomeracea türünden kimyasal bileşenlere etkisi (Çalışkan 2018).*

Hasat zamanı	Kuru madde oranı (%)	Musilaj oranı (%)	Nisaşta oranı (%)	Protein oranı (%)	Kül (%)
Çiçeklenme başlangıcı	90.71	20.6	8.415	11.21	5.27
Tam çiçeklenme	90.43	21.5	14.016	12.24	5.04
Çiçeklenme sonu	90.57	20.0	21.413	12.69	3.82
Tohum olum dönemi	91.53	21.6	17.417	15.45	4.53

7. HASAT SONRASI İŞLEMLER

7.1. Tohumluk yumruların hasat sonrası depolanması

Salep orkidelerinin kültürel yetiştiriciliğinin yapılması için yumru kayıplarını önlemek için tohumlukların depolanması önem arz etmektedir. Yumrular arazide bırakılmamalı, doğal yaşam da birçok canlı için besin kaynağı oluşturmaktadır (Çalışkan, 2018).

Tohumluk yumrularda hasat sonrası yıkama işlemi yapılmaz. Yumrular üzerlerindeki toprakla birlikte saklanmalıdır. Depolama öncesi birkaç gün süre ile yarı gölge, havadar bir ortamda yumruların neminin azaltılması gerekmektedir (Çalışkan, 2018).

Yumrular doğal ortamlarına benzer serin, kuru, güneş almayan ortamlarda yaz boyunca saklanabilir. Kesinlikle buzdolabında ve soğuk hava deposunda saklanmamalıdır (Çalışkan, 2018).

7.2. Salep unu yapımı

Salep unun değeri; glikomannan miktarı ile ölçülüdür. Salep unu, yapıldığı türe göre % 7-61 miktarında glikomannan, % 8-19 miktarında nişasta, % 0.5-1.5 azotlu maddeler, % 0.2-6 kül (K.M de), % 1-4 şeker ve % 6-12 oranında nem içerir (Şen, 2016). Genel kullanımı veya salep unun fizikokimyasal özellikleri başlıca içerdiği etkin madde olan glikomannandan dolayıdır. Her salep orkidesinde bir tane eski ve bir tane yeni senenin yumrusu olmak üzere en az iki adet yumru bulunur. Yumrular toplanırken yeni senenin yumrusu alınmakta eski yumru ile beraber bitki tohum gelişmesini tamamlaması için tekrar toprağa dikilmektedir. Toplanan yumrular, yıkanarak çeşitli nedenlerle oluşan kirler temizlenir süt, ayran, peynir altı suyu veya su içerisinde haşlanmaktadır. Haşlanan yumrular tülbente serilerek gölgede 21°C de alt kısmından da hava akımı olacak şekilde 5 – 7 gün kurutulmaktadır. Kurutulduktan sonra, yumruların diş kesmeyecek kıvama gelmesiyle anlaşılmaktadır. Kurutma işleminden sonra değirmende toz formunda öğütülür (Şen, 2016).

8. ORKİDELER VE SALEP ORKİDELERİ SORUNLARI

Türkiye'de yılda 45 milyon ile 180 milyon arasında orkide yumrusu doğal alanlardan sökülmektedir. Bilinçsiz toplamalarla salep orkidesi yumru mevcudu ülkemizde azalmakta yok olma tehlikesine girmiştir. Salep unu yapmak için orkidelerin tüm yumruları sökülmekte kötü gözüken yumrular toprağa dikilmeden atılmaktadır. Kötü gözüken yumrular toprağa dikilse yeniden sürgün verebilmektedir (Kreutz, 2002).

Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde bulunan orkide türleri sanayileşme, şehirleşme, tarım alanlarının genişletilmesi, aşırı otlatma, turizm faaliyetleri, tarımsal faaliyetler, yangınlar, yurtdışı ve yurt içi kullanım amacıyla doğal alanlardan sökülme nedeniyle tehdit altına girmektedir (Sezik, 1984).

Bundan dolayıdır ki 1 Temmuz 1975 tarihinde Washington'da yürürlüğe girmiş ve 20 Haziran 1996 tarih ve 22672 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmasından sonra ülkemizin de taraf olduğu "Convention on İnternational Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora: CITES" (Nesli tehlikede olan bitki ve hayvan türlerinin uluslararası ticaretine iliş-

kin sözleşme) sözleşmesi ile *Orchidaceae* türleri koruma altına alınmıştır (Kreutz, 2002).

Salep unu yapımında değerlendirilen salep orkide türlerinde yapılan çalışmalar başarılı sonuçlar doğurmuş yumru veriminde artış gözlemlenmiştir (Tutar ve diğerleri, 2011).

Uygulanan bir ankette katılımcılardan (salep toplayıcısı) salep orkidelerinin sökülmesi hakkında sorulara alınan cevaplar da, katılımcıların %41,8'i, orkidelerin gün geçtikçe azaldığını, %51,4'ü daha önce salep orkidelerini söktüklerini günümüz de bu bitkilerin kaybolduğu için artık toplayamadıklarını bildirmişlerdir (Sandal Erzurumlu ve Doran, 2011).

Gebze Plastikçiler Organize Sanayi Bölgesinde 2012-2014 yılları arasındaki saha çalışmalarımda yol kenarları da dahil olmak üzere yoğun Serapias vomeraceae popülasyonu bulunmakta idi. 2016 yılında yaptığım gözlemlerde yol kenarlarındaki popülasyon devam etmekle birlikte sanayi arsalarına fabrika yapılması sonucu açık arazilerdeki orkide bireylerin yok olduğu görüldü (Şen, 2017).

Kastamonu ili Hanönü ilçesi Yumacık Yaylasında domuzların burunlarıyla toprağı kazarak orkide yumrularını kopartarak yedikleri gözlemlenmiştir (Şen, 2017).

Kocaeli iline bağlı İnönü yaylasında orkide toplayan vatandaşların önünden geçen koyun ve keçi sürüleri çiçeklenmiş orkide bireylerini yediklerinden dolayı toplayıcılar bireyleri rahatlıkla bulamadılar ve toplayamadılar. Küçükbaş hayvanların otlaması orkideleri koruma altına almış oldu (Şen, 2017).

Trabzon'un Arsin İlçesi Kocaba mevkiinde fındık ağaçlarının arasında çok sayıda Serapias levantina subsp. feldwegiana bireyleri bulunmaktadır. Yöre halkı orkide bitkisinin özelliğini bilmemekte dolayısıyla bitkiyi tanımamaktadır. Bundan dolayı sözkonusu yörede orkideler çok rahat büyüyüp gelişmekte ve çoğalmaktadır. Fakat burada tehdit olarak fındık ağaçlarının altında yetiştiği için bu bitkilerin gübreleme ve fındığın verimi için toprağın kazılması sonucu zarar görebilmektedir (Şen, 2017).

Yozgat'ın Akdağmadeni ilçesindeki dağ köylerinde vatandaş bu ürünü gelir kapısı olarak görmelerinden ötürü bir adet yumruyu almakta bitkiyi tekrar toprağa dikmektedir. Dikmesinin sebebini gelecek yıl bu üründen mahrum kalmamak olarak açıklamaktadırlar (Şen, 2017).

Türkiye'de özellikle 2016 yılında orkide toplanmaması için çok ciddi denetimler yapılmaktadır. Kolluk kuvvetleri ve Orman Genel Müdürlüğü'nün denetimleri ile 2016 yılında toplayıcılara ciddi cezalar kesilmiştir. Bu cezalara örnek olarak şunlar gösterilebilir. Salep bitkisi toplayanlara

rekor ceza; Batman'da tükenme tehlikesi bulunan ve koruma altında olan salep bitkisi toplayan 3 kişiye 125 bin 739 TL ceza kesildi (Anonim, 2017).

İzinsiz salep soğanı toplayan 2 kişiye 80 bin TL ceza; Kırklareli merkeze bağlı Kapaklı köyünde izinsiz salep soğanı toplayan iki şahsın, jandarma ekipleri tarafından yakalandığı ve 80 bin TL idari para cezası uygulandığı belirtildi (Anonim, 2017).

Erzincan'ın İliç ilçesinde nesli tehlike altında bulunan yabani orkideyi (salep) izinsiz toplayan 8 kişiye 327 bin 304 lira para cezası uygulandı. (Anonim, 2017).

Yapılan gözlemlerde genellikle salep toplayan bireylerin icra ettikleri mesleklerinin dışında yöre dışından gelen tüccarların yönlendirmesiyle sipariş üzerine salep toplayıp satmakta, fazlasını veya siparişleri yoksa topladıkları ürünü pazara indirip yerli tüccarlara pazarladıkları gözlenmektedir. Böylece satılan salepler dondurma üretiminde kullanılmaktadır. 2016 yılında Tokat - Niksar yöresinde 1 kg kurutulmamış salep 45 TL ile 60 TL arasında alıcı bulmuştur. Fakat kurutulduktan sonra dondurma imalatı yapan üreticinin özellikle kalitesine göre çekirdek salep olarak adlandırılan öğütülmemiş salebe 700 TL ile 1.000 TL arası ödeme yaptıkları görülmüştür. Toplayıcıların ortalama olarak 1 günde 10 kg ile 13 kg arasın da yaş salep topladıkları göz önünde bulundurulduğunda bu ortalama 700 TL günlük kazanca denk gelmektedir. Niksar bölgesine Urfa'dan toplayıcıların geldiği gözlemlenmiştir. Gelen toplayıcıların gurbetçi olması sebebiyle hızlı toplayıp başka bölgelere gidip daha fazla ürün elde etmeyi amaçladıklarından yumrusu alınan orkideleri tekrar toprağa ekmeyip yüzeye bırakıp kurumasını ve doğal olarak da neslinin tükenmesine yol açtıkları görülmüştür. Fakat yerli toplayıcıların gelecek yıldan da verim almak istemeleri ve gelir kaybına uğramamak, dolayısıyla orkide neslinin devamı için bitkileri tekrar diktikleri görülmüştür. Gebze bölgesinde yapmış olduğumuz arazi çalışmalarında Kastamonu ilinden gelen toplayıcıların toplanan salebi Kastamonu'ya götürerek Kastamonu salebi olarak sattıkları görülmüştür. Yaptığımız arazi gözlemlerinde yağışlı geçen yıllarda yumruların daha iri ve sahada daha fazla birey olduğu görülmekle birlikte kurak mevsimlerde birey sayısı az olmakla birlikte yumruların daha küçük olduğu gözlemlenmiştir (Şen, 2017).

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

1800'lü yıllardan beri gelen süreçte halen değerini koruyan ve endemik olan türleri olan salep orkidelerinin yüksek glukomannan oranı ile besin değeri tartışılmaz bir gerçektir. Gerek sıcak içecek olarak gerekse Maraş dondurmasının en önemli hammaddesi olarak değerlendiren salep, salep orkidelerinin yumrularından elde edilmektedir. Gün geçtikçe yurt içinde ve yurt dışında talebi artmakta fakat halen tam anlamıyla kültü-

re alınamaması nedeniyle sorunlar yaşanmaktadır. Tüketici talebini uzun yıllardır doğa karşılamaktadır. Bilinçsiz ve illegal yollarla toplayıcılık yapılması salep orkide türlerinin giderek yok olmasına neden olmaktadır. Salep orkidelerinin kültür bitkileri arasında yer alması, çeşitlerin geliştirilmesi hakkında çalışmalara önem verilmeli ve bir an önce tarım sektörüne kazandırılmalıdır. Tohumlarında endospermin olmayışı generatif olarak çoğaltımında engel teşkil etmektedir. Tohumla çoğaltımın 8 senelik süreçlere uzaması kültürel yetiştiriciliğe geçilmesine engel teşkil etmekte çimlendirmede sorunlar yaşanmaktadır. Özellikle dış ortamda çimlendirme çalışmalarına hız verilmeli bu konuda üretici eğitimleri düzenlenmelidir. *Orchis palustris, Platanthera chlorantha, Orchis tridendata* gibi türler gösterişli çiçeklere sahiptir. Bu türlerin kültürel yetiştiriciliğe geçildiği taktirde süs bitkisi olma potansiyeli yadsınamaz bir gerçektir. Salep orkidelerinde yetiştiricilik ile ilgili sorunlar aşılmalı, kültür bitkileri sınıfına sokulmalı ve doğadan illagal toplamalar engellenerek, halk bilinçlendirilmelidir.

10. KAYNAKLAR

Akbaş, F. (2012). Anadolu Orkideleri. *Say Yayınları* , s.175.

Anonim. (1998). 1998 tarih ve 23407 sayılı Milletlerarası Andlaşma. *T.C. Resmi Gazete* .

Anonim. (2017, 06 18). *Avsarellerinden Sokun Eyledim*. 01 10, 2020 tarihinde Edebiyat ve Sanet Akademisi: http://www.edebiyatvesanatakademisi.com/Siirler/Detay adresinden alındı

Anonim. (2017, 09 13). *Habersiz Salep Soğanı Toplayan 2 Kişiye 80 bin Türk Lirası Para Cezası.* 02 01, 2020 tarihinde İhlas Haber Ajansı: http://www.iha.com.tr adresinden alındı

Anonim. (2017, 09 13). *Salep Bitkisi Toplayanlara Rekor Gündem.* 01 10, 2020 tarihinde Milliyet Haber Sitesi: http://milliyet.com.tr adresinden alındı

Anonim. (2012, 03 17). *T.C. Resmi Gazetesi*. 01 01, 2020 tarihinde T.C. Resmi Gazetesi: www.rg.gov.tr adresinden alındı

Anonim. (2017, 09 13). *Yabani Orkide Toplayanlara 327 bin Türk Lirası Para Cezası.* 01 20, 2020 tarihinde Hürriyet Haber Sitesi: http://www.hurriyet.com.tr adresinden alındı

Arslankaya, H. (2012). Türkiye'deki Endemik Orkide Türlerinin Türkiye Biyoçeşitliliğinin Devamı Açısından Önemi. *Türkiye II. Orkide ve Salep Çalıştayı*, s.67-85.

Bektaş, E. (2016). Dactylorhiza urvileana'nın in vitro asimbiyotik çimlendirilmesi ve fidelerinin oluşturulması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17 (1):89-95.

Bektaş, E., Sökmen, A., & Cüce, M. (2011). Salep Bitkisinin Tohumlarından Sentetik Tohum Üretimi. *I.Salep Orkidesi Çalıştayı*, (s. 117-120). Kahramanmaraş.

Bulunuz Palaz, E., Yılmaz, C. H., Aytop, H., & Büyükçıngıl, Y. (2018). Kahramanmaraş Doğal Florasında Yetişen Salep Orkide Bitkisinin Mineral Beslenme Özellikleri ile Yetiştiği Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* , 5(4) : 537-544.

Çağlayan, K., Özavcı, A., & Eskalen, A. (1998). Doğu Akdeniz Nölgesinde Yaygın olarak Yetişen Bazı Salep Orkidelerinin Embriyo Kültürü Kullanılarak İn Vitro Koşullarda Çoğaltılmaları . *Tr.J. of Agriculture and Forestry*, 22: 187-191.

Çalışkan, Ö. (2019). Orta Karadeniz Bölgesi Salep Orkidesi Türleri ve Bazı Yumru Özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 78-83.

Çalışkan, Ö. (2018). *Salep Orkideleri Kitabı.* Samsun.

Çalışkan, Ö., & Kurt, D. (2019). Tarihi Kayıtlar ile Geçmişten Günümüze Salep Orkideleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(3) : 349-355.

Eker, İ., & Başaran, M. (2019). Türkiye Florası İçin Yeni Bir Hibrit Orkide Kaydı: Anacamptisxparvifolia (Chaub.) H.Kretzschmar, Eccarius & H.Dietr. (Salepgiller/Orchidaceae). *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 6(1):33-39.

Erdem, H. E. (2004). Biyolojik çeşitliliğin Ekonomik Değerinin Belirlenmesi:Yabani Orkide Örneği. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi.

Ertaş, S., Özel, A., & Erden, K. (2019). Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen bazı salep türlerinin bitkisel özellikleri ve glukomannan içeriklerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* , 23(1) : 39-46.

Farhoosh, R., & Riazi, A. (2007). A Compositional Study on Two Currents types of Salep in İran and Their Reolojical Properties as a Function of Concentration and Temperature. *Food Hydrocolloids*, 21: 660-666.

İşler, S., & Sezik, E. (2019). Muş Salebinin Menşei ve Muş Civarının Orkideleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (3) : 476-488.

Kreutz, C. J. (2002). Türkiye'nin Orkideleri, Salep, Dondurma ve Katliam. *Yeşil Atlas*, 5: 98-109.

Kreutz, C. J., & Çolak, A. H. (2009). Türkiye Orkideleri, Botanik Özellikleri, Ekolojik İstekleri, Doğal Yayılış Alanları, Yaşam Tehditleri, Koruma Önlemleri. *Rota Yayınları*, s.848.

Özdemir, A. (2017). Kahramanmaraş Bölgesinde Yetişen Bazı Orkide Türlerinin Mikorizalarının İzolasyonu ve Tanımlanması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi* , Yüksek Lisans Tezi.

Parlak, S. (2016). Kültüre alınan Anacamptis sancta parsellerinde yabancı otlarla mücadelede kimyasal ve mekanik yöntemlerin etkinliğinin belirlenmesi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 1(4) : 126-133.

Sandal Erzurumlu, G., & Doran, İ. (2011). Türkiye'de Salep Orkideleri ve Salep Kültürü. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(1) : 29-34.

Sandal, G. (2009). Doğu Akdeniz Bölgesin'de Yetişen Orkideler ve Yetişme Ortamı Nitelikleri ile Tehdit Faktörlerinin Araştırlması. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* .

Sandal, G., & Söğüt, Z. (2010). Türkiye Orkideleri (Salepler). *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2) : 109-116.

Sezik, E. (1984). *Orkidelerimiz: Türkiye'nin Orkideleri.* Sandoz Kültür Yayınları: İstanbul.

Şen, M. A. (2017). Osmanlı Mutfağından Günümüze Gastronomik Değerimiz "Salep". *Eurasian Academy of Sciences Social Science Journal*, Özel Sayı : 260-270.

Tamer, C. E., Karaman, B., & Çopur, O. U. (2006). A Traditional Turkish Beverage: Salep. *Food Reviews International*, 22: 43-50.

Tekinşen, K. K. (2006). Salep. *Bilim ve Teknik TÜBİTAK Aylık Popüler Bilim Dergisi*, 463:76-77.

Tekinşen, K. K., & Güner, A. (2009). Kahramanmaraş Yöresinde Yetişen Saleplerin Kimyasal Bileşiminin ve Bazı Fizikokimyasal Niteliklerinin Araştırılması. *Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri*, Proje No: 06401061, Konya.

Tığlı, E. H., & Fakir, H. (2017). Bucak (Burdur) yöresindeki bazı doğal orkide türlerinin yayılış alanları,morfolojik ve fenolojik özellikleri. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 18(4) : 289-294.

Tournefort, D. J. (2005). Tournefort Seyahatnamesi Editör: Stefanos Yerasimos, 2.Kitap: Türkiye, Gürcistan, Ermenistan. *Kitap Yayınevi*, 12. Mektup : 48.

Turgay, Ö., & Dayısoylu, K. S. (2011). Salebin Gıda Sanayinde Kullanımı. *I. Salep Orkidesi Çalıştayı*, 7-12.

Tutar, M., Sarı, A. O., Bilgiç, A., & Çiçek, F. (2011). Salep Orkidelerinin Tarla Şartlarında Yetiştirme Olanakları. *IX.Tarla Bitkileri Kongresi*, s.1235-1240.

Yaman, K. (2013). 1920'den Günümüze T.C.Resmi Gazete Arşivinde Salep ve Ticareti İle İlgili Yasal Düzenlemeler. *Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi*, 2(1) : 172-180.

Yaman, K. (2012). Batı Karadeniz Bölgesinde Salep Ticaret Yapan Aracı-Komisyoncu Firmalar Hakkında Bir Araştırma:Kastamonu ve Safranbolu Örneği. *Karabük Üniversitesi*.

Bölüm 7

YAĞDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN BALIK BESLEMEDEKİ ROLÜ

Boran KARATAŞ[1]

1 Dr. Öğr. Üyesi Boran KARATAŞ, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Van, Türkiye. ORCID ID: http://orcid.org/0000-0003-4353-1293, borankaratas@yyu.edu.tr

1.GİRİŞ

Balıklar her türlü aktivitelerini yerine getirebilmek amacıyla bir enerji kullanırlar ve bu enerjiyi de aldıkları besinlerden sağlarlar (Hoşsu ve ark., 2008). Yoğun balık yetiştiriciliğinde istenilen amaçlara ulaşabilmek için bileşenleri belirlenmiş, yetiştiriciliği yapılan türlerin tüm besin maddeleri gereksinimini karşılayacak kalitede yemlerle balıkları beslemek gerekmektedir. Balık yemleri hazırlanırken balığın türsel özelliklerinin yanı sıra, yetiştirme evrelerindeki gereksinimleri de göz önünde bulundurulmaktadır (Lovell, 1989).

Balık beslemede kullanılan yemler, içerdiği besin bileşenlerinin miktar ve çeşidine bağlı olarak balığın büyüme, üreme ve diğer tüm fizyolojik işlevlerini yerine getirebilmek için önemli rol oynamaktadırlar. Bu nedenle; yeni teknolojiler geliştirilmekte ve balıkların protein, yağ, mineral ve vitamin gereksinimleri de bu bağlamda yeniden saptanmaya çalışılmaktadır. Ancak bu konular içerisinde balıkların vitamin gereksinimleri ayrı bir öneme sahiptir. Çünkü yemlerde bulunan vitaminlerin konsantrasyonu aynı türün farklı bireylerinde bile değişim gösterebilmektedir. Türler arasında vitamin ihtiyacında görülen farklılık, yemlerde bulunan vitaminlerin emilimi, taşınımı ve metabolize edilme yeteneklerindeki farklılığın bir sonucudur. Ayrıca balıkların vitamin ihtiyacı, farklı fizyolojik koşullara göre de değişiklik göstermektedir. Balığın yaşı, büyüklüğü, su sıcaklığı ve mevsim de vitamin ihtiyacını etkileyen faktörlerdendir. Bu nedenle doğal besin maddelerinin sınırlı miktarda bulunduğu ya da hiç bulunmadığı yetiştiricilik ortamlarında karma yemlerin içerisinde vitamin katkı maddelerinin bulundurulmasının önemi gittikçe artan bir konu haline gelmiştir. Ayrıca yem ham maddelerinde bulunan çeşitli bileşikler vitaminleri hidrolize ettiği gibi inaktive duruma da geçirebilmektedir. Vitaminler yem hammaddeleri içeresinde yeterli miktarlarda bulunsa da balıkların hepsinden yararlanması mümkün olmamaktadır. Vitamin ihtiyacı ve yararlanıla bilirliği, vitaminlerin kendi aralarında olduğu gibi, yemde bulunan diğer mineral ve aminoasitlerle olan ilişkilerine de bağlıdır (Halver, 2002).

Vitaminler, genellikle hayvan vücudunda sentezlenemeyen, fakat metabolizmada çok önemli reaksiyonların yürütülebilmesi için, sürekli olarak az miktarlarda vücuda alınması gereken organik bileşiklerdir (Çetinkaya, 1995). Enerji değerleri olmamasına rağmen vitaminler, balıkların, büyüme ve üreme faaliyetlerinin yanında, sağlıklı gelişimi için de vazgeçilemez maddeler arasındadırlar. (Hunt ve ark., 2004). Bir bileşiğin vitamin aktivitesi gösterebilmesi için, sindirim kanalından absorbe edilmesi gerekmektedir. Her bir vitamin diğer vitaminler tarafından yerine getirilemeyen özel görevler yapmaktadır. Bazı olaylarda ise vitaminler diğer vitaminlerle birlikte görev alabilirler (Çetinkaya, 1995).

Bir veya birden fazla vitaminin rasyonda tamamen yok olması veya yetersiz oluşu, organizmada belirli semptomIların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bir vitaminin rasyonda ve dolayısı ile balık vücudunda hiç bulunmaması durumunda ortaya çıkan duruma Avitaminosis denilmektedir. Normal balık rasyonları ile beslemede Avitaminoz görülmemektedir. Ancak hiç vitamin kapsamayan yem maddeleri rasyonda çoğunlukta ise veya rasyonda bulunan vitaminler bozulma veya parçalanmaya uğramışsa Avitaminoz görülebilir. Diğer yandan genellikle yetersiz vitamin beslenmesine bağlı olarak ortaya çıkan duruma Hipovitaminozis denilmektedir. Ayrıca nadiren rastlanmakla birlikte, bir vitaminin rasyonda çok aşırı bulunması ile ortaya çıkan bozukluğa ise Hipervitaminozis adı verilmektedir. Doğal ortamda yaşayan balıklarda vitamin eksikliğinden veya fazlalığından kaynaklanan hastalıklara pek rastlanmamaktadır. (Çetinkaya, 1995; Hamre, 2011; Afonso ve ark., 2016). Vitamin yokluğu ve eksikliğinden kaynaklanan semptomlar, genellikle balıkların insan kontrolü altında havuz yada kafeslerde yoğun kültüre alınıp yapay pelet yemle beslenmesi ile ortaya çıkmaktadır. Çünkü kültür şartlarında balığın doğal besinler ve doğal kaynaklı vitaminleri alma şansı çoğunlukla bulunmamaktadır. Ayrıca kültür balıkçılığında yemler dikkatlice formüle edilmediğinde de bu tür belirtiler görülebilir (Afonso ve ark., 2016).

Vitaminler arasında kimyasal ve fizyolojik yönden pek ilişki yoktur. Bu nedenle çeşitli sınıflandırmalar arasında en çok kullanılanı ve pratik yarar sağlayan, vitaminlerin yağda ve suda çözünen olarak sınıflandırılmasıdır (Craig ve ark., 2017). Yağda çözünen vitaminler belli dokuların oluşumu ve korunmasıyla ilgili özel fonksiyonlara sahiptirler. Vücudun yağ dengesi ile yağda çözünen vitaminlerin dengesi arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Yağda çözünen vitaminler yağlar içinde vücuda alınmakta ve vücut yağları içinde depolanmaktadırlar. Yağda çözünen vitaminler vücutta depolanabildikleri için eksiklik semptonları daha geç ortaya çıkabilmektedir. Depolanabilme avantajları nedeniyle balıklara bir defada verilecek miktarları arttırılabilir (Silva ve Anderson, 1994; Çetinkaya, 1995). Ancak yağda çözünen vitaminlerin en önemli özelliği hipervitaminozis olayına yol açmalarıdır. Bu vitaminler lipidlerle birleşmiş durumda depolandıklarından fazla miktarları vücuttan atılmamaktadır. Bunun sonucunda dokudaki miktarlarına bağlı olarak ölümlere bile yol açabilmektedir (Hoşsu ve ark., 2008).

2. YAĞDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

A vitamini

Yağda çözünen bir vitamin olan A vitamini, balıklar da dahil olmak üzere birçok hayvanın büyümesini ve gelişmesini, hücre çoğalmasını ve farklılaşmasını düzenlemede önemli bir rol oynamaktadır (NRC, 2011;

Hernandez ve Hardy, 2020). A vitamini hayvanlarda, memelilerde ve deniz balıklarında Vit-A1 (Retinol 1) ve tatlısu balıklarında Vit-A2 (Retinol 2) olmak üzere iki formda bulunmaktadır (Çetinkaya, 1995). TatIısu balıklarında bulunan A2 vitamini A1 vitamininin %30' u oranında etkilidir (Hoşsu ve ark., 2008). Balıklarda A vitamini karaciğerde depolanmaktadır (Hernandez ve ark., 2007). Balıklar A vitaminini sentezleyemediğinden A vitaminini ve provitaminlerini rasyonlarla dışarıdan almak zorundadırlar (Çetinkaya, 1995; Halver, 2002; Fernandez ve Gisbert, 2011)

A vitaminini, balıkların büyümesi, gelişmesi ve üremesi için temel bir besin maddesidir. Ayrıca balıklarda görme fonksiyonu A vitamini ile yakından ilgilidir (NRC, 2011). Rasyondaki A vitamini gereksinimi balık türleri arasında büyük farklılıklar gösterir. Ayrıca balıkların yaşam evresine ve yetiştirme ortamına bağlı olarak da değişebilir. (Hernandez ve Hardy, 2020).

D vitamini

Yağda çözünen bir vitamin olan D vitamini, kalsiyum ve fosfor homeostazının korunması ve iskelet bütünlüğünün korunması için çok önemlidir (Darias ve ark. 2011). D vitamini kemik oluşumundaki hayati rolü nedeniyle organizmalarda birçok fizyolojik işlevi yerine getirmektedir (Li, 1996).

D vitamini, ısıya ve oksidasyona dayanıklı ancak ışığa karşı hassas bir maddedir. D vitamininin, birçok türevi olmakla birlikte balık beslemede gerekli olanları Vit-D2 (Ergokalsiferol) ve Vit-D3 (Cholekalsiferol) dür (Wang ve ark 2017). Yapılan çalışmalar gökkuşağı alabalığının D vitamini ihtiyacını karşılamada, kolekalsiferol ergokalsiferolden en az üç kat daha etkili olduğunu göstermiştir (Barnett ve ark. 1982). Ayrıca balıklarda D vitamini gereksinimi karasal hayvanlara göre çok daha fazla olduğu bilinmektedir (NRC, 2011). Ancak karasal hayvanlarının aksine, balıklarda D vitaminini güneş ışığı etkisiyle sentezlenemez (Lock ve ark 2010). Çünkü muhtemelen UV ışınlarını, balığa ulaşmadan önce su tarafından emilmektedir (Boglione ve ark., 2001). Bu nedenle balıkların D vitaminini rasyonlarıyla dışarıdan alması gerekmektedir (Darias ve ark., 2011; Hamre ve ark., 2010; Lock ve ark., 2010).

D vitamini rasyonlar aracılığı ile balıklar tarafından alındıktan sonra karaciğer, bağırsak, böbrek, dalak, solungaçlar, deri ve kasta depolanmaktadır (Lock ve ark 2010). Farklı fizyolojik özellikler ve habitatlar nedeniyle, rasyondaki D vitamini gereksinimi ve balıklar üzerindeki etkisi büyük ölçüde farklılık gösterir (Ling-Hong ve ark., 2015). Ayrıca balıkların D vitamini gereksinimi, türe, yaşam evresine ve yetiştirme ortamına bağlı olarak da değişebilir (Lock ve ark 2010).

E vitamini

E vitamini, balıklarda normal fizyolojik fonksiyonların sürdürülmesinde vazgeçilmez bir mikro besin öğesi olarak işlev görmektedir (Hamre, 2011). E vitamini, yağda çözünen, ısıya dayanıklı ancak UV ışığa ve oksidasyona karşı son derece hassas bir vitamindir. Balık rasyonlarına E vitamini kaynağı olarak çeşitli Tokoferol türevleri katılmasına rağmen alfa tokoferolün vitamin aktivitesi, diğer E vitamini homologlarınınkinden çok daha fazladır. (El-Sayed ve Izquierdo, 2021). Bu nedenle alfa tokoferol bileşiği yem katkı maddesi olarak en çok kullanılan bileşiktir (Canyurt, 1986; Wang ve ark., 1999; Valk ve ark., 2000; Ullrey ve ark., 2003).

Balıklar E vitaminini sentezleyemediğinden büyümeleri, gelişmeleri, üremeleri ve diğer fizyolojik işlevleri için E vitaminini sürekli olarak rasyonlarla dışarıdan almak zorundadırlar (Afonso, ve ark., 2016; El-Sayed ve Izquierdo 2021). E vitamininin balık rasyonlarında ve metabolizmada önemli görevlerinden biri de yağların oksitlenerek bozulmasını engelleyerek antioksidan olarak rol oynamasıdır (Huang ve ark., 2003; Shiau ve Lin, 2006; Prieto ve ark., 2008). Ayrıca E vitamini doymamış yağ asitlerinin metabolizması ile yakından ilgilidir. E vitamini ihtiyacı rasyonda bulunan doymamış yağ asitlerinin miktarının artması ile artar. Benzer şekilde balıkların E vitamini ihtiyaçları, rasyondaki C vitamini ve selenyum içeriğine bağlı olarak da önemli ölçüde değişmektedir (Sayed, ve Izquierdo, 2021). E vitamini balık vücudunda karaciğer, üreme organları, yağ ve kas dokusunda, pankreas ve dalakla depolanabilmektedir (Çetinkaya, 1995; Hamre ve Lie, 1997). Ancak diğer yağda çözünen vitaminlerin aksine, tokoferoller hayvan vücudunda büyük miktarlarda depolanamamaktadırlar (Nogala-Kałucka, 2003).

Rasyonlardaki E vitamini gereksinimi balık türleri arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Ayrıca balıkların yaşam evresine ve yetiştirme ortamına bağlı olarak da değişebilir. Diğer yandan balıklardaki E vitamini seviyeleri rasyondaki seviyeleri ile ilişkilidir. Balıklar, rasyon konsantrasyonlarına bağlı olarak vücutlarındaki tokoferol seviyelerini ayarlamaktadırlar. Genel olarak, incelenen doz aralıkları içinde, yemden sağlanan artan tokoferol seviyesi ile tüm vücut balıklarında bulunan tokoferol arasında doğrusal bir korelasyon vardır. Özellikle karaciğerde, bazı çalışmalar doğrusal bir ilişkiye işaret etse de, çoğu deneysel çalışma, artan rasyon konsantrasyonuna yanıt olarak alfa tokoferolün katlanarak arttığı gözlemlemiştir (Hamre, 2011).

K vitamini

K vitamini, yağda çözünebilen bir vitamin olup, doğal olarak K1 (fillokinon) ve K2 (Menakinon) veya sentetik olarak K3 vitamini (menadion) formundadır. Son yıllarda hayvan yemlerinde sentetik K3 vitaminin kul-

lanılması yaygınlaştırmıştır (Uğurlu ve ark., 2020). Çiftlik balıkları için yemlere eklenen menadion sodyum bisülfit (MSB) ve menadion nikotinamid bisülfit (MNB) en yaygın menadion formlarıdır (Krossoy ve ark., 2011).

K vitamini, yapısal olarak elektron taşıma sisteminde yer almakla birlikte ana görevi kanın pıhtılaşmasını sağlamaktır (Hoşsu ve ark., 2008). Koagülasyon vitamini veya antihemorajik faktör olarak da bilinen bu vitamin, kan pıhtılaşmasında çok önemli rol oynar. K vitamini balık kanının normal yoğunluğunu, yani kıvamını korumak için gerekli bir maddedir. Karaciğerde sentezlenen protrombin üzerine etki yaparak gerekli düzeyde üretimin yapılmasını sağlamaktadır. Biyolojik bir test olarak, balıkta K vitamininin yeterli olup olmadığı, kanın pıhtılaşma süresinin ölçülmesi ile anlaşılmaktadır. Genel olarak, pıhtılaşma süresinin uzaması K vitamini yetersizliğinin veya absorbsiyonunda bir problem olduğunun göstergesi olabilir (Çetinkaya, 1995). Rasyonlardaki K vitamini gereksinimi balık türleri arasında büyük farklılıklar göstermektedir ve çoğu balık için kantitatif K vitamini gereksinimi hala bilinmemektedir (NRC 2011).

3. YAĞDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN BALIKLARDA BÜYÜME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

Yağda çözünen vitaminlerin, balıkların normal büyümesi, gelişmesi için temel bir besin maddesi olduğu vazgeçilmez bir gerçektir. A vitamini büyüme performansı açısından incelendiğinde balık rasyonları A vitamini içermediğinde veya fazla A vitamini içerdiğinde, balıkların büyümesini ve normal gelişimini etkilediği bulunmuştur (Woodward, 1994; Hernandez ve ark., 2007). Balıklarda A vitamini yetersizliğinde alabalıklarda, büyümede yavaşlama, gelişme durgunluğu görüldüğü rapor edilmiştir (NRC, 2011). Ayrıca A vitamini bazı canlılar için gelişme faktörü olarak ta bilinmektedir (Çetinkaya, 1995).

D vitamini büyüme performansı açısından incelendiğinde ise D vitamini ve analoglarının balıklardaki metabolik rolleri iyi tanımlanmamış olsa da, D vitamini balığın normal büyümesi için gereklidir (Vandenberg ve ark. 2012; Wang ve ark., 2017). Çünkü Balık yemlerinde yetersiz D vitamini dozları büyümeyi azaltabilir (Taveekijakarn ve ark., 1996; Halver, 2002; Lock ve ark., 2010; Dominguez ve ark., 2021). Shafique, ve arkadaşları (2019), suda yaşayan organizmaların büyümesi için D vitamininin gerekli bir besin olduğunu ve bu nedenle uygun büyüme için balık rasyonlarına D vitamini eklenmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar yapmış oldukları çalışmada D vitamini takviyesinin ot sazanı yavrularında büyüme oranını önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar Ling-Hong ve arkadaşları (2015), tarafından da bildirilmiştir. Ling-Hong ve arkadaşları (2015), D vitamini takviyesinin Wuc-

hang çipurasında büyüme oranını artırdığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde başka bir çalışmada da gökkuşağı alabalığı D vitamini içeren yemler ile beslendiğinde vücut ağırlıklarında artış gözlendiği bildirilmiştir (Coloso ve ark., 2001). Diğer yandan, nadirdir de olsa yüksek D vitamini seviyeleri büyümeyi azaltabilir(Fleming ve ark., 2005; Lock ve ark., 2010). Yüksek D vitamini seviyeleri bazı alabalık türlerinde büyümenin bozulmasına, uyuşukluğa ve koyu renklenmeye neden olmuştur (Poston, 1969). Bazı araştırıcılar tarafından yemlere yüksek miktarda vitamin D ilavesi sonucunda hücrelerdeki ve dokulardaki fosfat ile kalsiyum oranının arttığı, iştahsızlık ve gelişme bozuklukları ortaya çıktığı ve böbrekte lezyonlar oluştuğu bildirilmiştir (Hoşsu ve ark., 2008).

E vitamini büyüme performansı açısından incelendiğinde, E vitamininin balıklarda büyüme performansının ve yem değerlendirilmesinin arttırılması dahil olmak üzere birçok biyolojik ve metabolik işlevi yerine getirdiği bilinmektedir. Balıklarda E vitamini eksikliğinde yavaş büyüme ve kötü yem değerlendirme gibi semptomlar görülmektedir. Kültür balıklarında E vitamini büyümeyi ve yem değerlendirme iyileştirdiği ve balıklarının normal fizyolojik işlevi için gerekli olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Li ve ark., 2014; Lu ve ark., 2016; Li ve ark., 2018). Bu nedenle E vitamini çalışılan hemen hemen tüm balık ve kabuklu türler için balık rasyonlarına her zaman eklenmeye çalışılmaktadır (Izquierdo ve Betancor, 2015).

Diğer yandan fazla E vitamini düzeylerinin faydalarının dikkatli bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Rasyonlardaki yüksek E vitamini konsantrasyonlarının büyüme performansını ve yem değerlendirmeyi azalttığına dair çalışmalarda mevcuttur (NRC, 2011; Abdel-Hameid ve ark., 2012; Zhou ve ark., 2013; Li ve ark., 2013).

K vitamini büyüme performansı açısından incelendiğinde ise geçtiğimiz birkaç on yılda, K vitamininin büyümede önemli bir rol oynadığı yapılan bazı çalışmalarla netlik kazanmıştır (Price, 1988; Manfioletti ve ark., 1993; Krossoy ve ark., 2011). Özellikle deniz balıkları yetiştiriciliğinde K vitamini eksikliğinin balıkların büyüme performansının düşmesine, neden olduğu bilinmektedir (Boglione ve ark., 2013a; Boglione ve ark., 2013b). Ayrıca sazanlarda Menadion (K3 vitamini) eksikliğinin yavaş büyümeye yol açtığı bildirilmiştir (Taveekijakarn ve ark., 1996; Udagawa, 2004; Lall ve Lewis-McCrea, 2007).

4. YAĞDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN BALIKLARDA ÜREME PERFORMANSI VE LARVA KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Yağda çözünen bazı vitaminler, balıklarda üremeye performansı ve larva kalitesi üzerine direk veya indirek olarak etkili olabilirler. A vitamini üreme performansı ve larva kalitesi açısından incelendiğinde A vita-

mininin embriyonik gelişme ve üreme üzerinde önemli görevleri olduğu bilinmektedir. Bu nedenle üreme ve larva gelişimini etkilediği bilinen A vitamini diğer besin bileşenlerine göre daha fazla ilgi görmektedir (Fontagné-Dicharry ve ark., 2010). A vitamini, karasal omurgalılarda cinsel olgunlaşma ve üreme için gereklidir ve balıklarda yapılan araştırmalar da benzer bir role işaret etmektedir (Hernandez ve Hardy, 2020). Balıkların vücut depolarında bulunan A vitamini tükendiğinde üremenin etkilendiği Alsop ve arkadaşları (2008), tarafından bildirmiştir. Diğer yandan Fontagné-Dicharry ve arkadaşları (2010), gökkuşağı alabalığı anaçlarının üreme performansını sürdürmek için yüksek seviyelerde A vitamini (60.000 ila 200.000 IU/kg) gerektirdiğini belirtmişlerdir. Bu açıdan bakıldığında A vitamini eksikliğinin üremeyi etkilediği açıktır. Nitekim A vitamini sadece normal üremeyi sürdürmek için gerekli değildir. Ayrıca fekondite, yumurtadan çıkma oranı ve larvaların hayatta kalması üzerine de doğrudan etkilidir (Hernandez ve Hardy, 2020) Nitekim A vitamini yetersizliğinde alabalıklarda, fekondite miktarında azalma görülmektedir. Alabalıklarda yumurtanın sarı-turuncu rengini veren A vitamini ve benzeri maddelerdir. Yumurta renginin koyuluğu ile yumurta verimi ve yumurtaların yaşama gücü arasında pozitif ilişkiler bulunmuştur (Shim ve Tan, 1989; Fontagné-Dicharry, ve ark., 2010). Benzer şekilde Santiago ve Gonzal (2000), sazan anaçlarının rasyonlarına A vitamini dahil edilmesinin yumurtadan çıkma oranını ve larvaların hayatta kalma oranını iyileştirdiğini bildirmiştir. Ayrıca Furuita ve arkadaşları (2009) Japon yılan balığının rasyonlarına A vitamini dahil edilmesinin yumurta kuluçka kabiliyetini ve larva hayatta kalma oranını iyileştirdiğini bildirmiştir. Diğer yandan rasyonlardaki yüksek A vitamini bazı olumsuzluklara da yol açabilmektedir. Fontagné-Dicharry, ve arkadaşları (2010), gökkuşağı alabalığı anaçlarının rasyonlarındaki yüksek A vitamini düzeylerinin (700.000 IU/kg) embriyonik aşamalarda yüksek ölümlere neden olduğunu bildirmiştir

E vitamini üreme performansı ve larva kalitesi açısından incelendiğinde ise balıklarda E vitamininin en önemli fonksiyonu üreme ile ilgili olduğu görülmektedir. Bu nedenle son yirmi yılda balıklarda gonad gelişimi, üreme ve yumurtlama performansını, larva büyümesini ve hayatta kalmasını desteklemede rasyonlardaki E vitamininin rolü büyük ilgi görmüştür. Yapılan çalışmalar rasyonlara E vitamini takviyesinin yumurta deformitesini ve anormalliğini azaltabileceğini göstermiştir. Ayrıca balıklarda fekondite oranını arttırabilecegini, yumurta gelişimini ve larva kalitesini iyileştirebileceğini ve yumurtaları oksidasyondan koruyabileceğini göstermiştir (Fernandez-Palacios ve ark., 1998; Izquierdo ve ark., 2001; Nascimento ve ark., 2014; Erdoğan ve Arslan 2019). E vitamini ayrıca sperm kalitesini iyileştirebilir ve sperm hücrelerini oksidasyondan koruyabileceği bazı çalışmalarda belirtilmiştir (Canyurt ve Akhan, 2008; Xu

ve ark., 2015). Nitekim Xu ve arkadaşları (2015) tarafından rasyonlara E vitamini takviyesinin, kalkan balıklarında sperm konsantrasyonunu, boyutunu ve hareketliliğini arttırdığını bildirmiştir. Diğer yandan, rasyonlarda E vitamini eksikliğinin olgunlaşmamış gonadlar üretebileceği ve yumurta döllenmesini, kuluçka kabiliyetini ve larva sağ kalımını azaltabileceği bildirilmiştir (Izquierdo ve ark., 2001; Canyurt ve Akhan, 2008; Ratinasamy ve ark., 2011; Miller ve ark., 2012). Yapılan bazı çalışmalarda Zebra balığı ve Japon balığı anaçları E vitamini takviyeli rasyonlarla beslenen anaçlara kıyasla E vitamini eksikliği olan rasyonlarla beslendiğinde, balıkların fekondite oranında düşme ve yumurtlama zamanlarında gecikme sergiledikleri ayrıca elde edilen embriyolarda ölüm oranının arttığı bildirilmiştir (James ve ark., 2008; Miller ve ark., 2012; McDougall ve ark., 2017). Benzer şekilde Çipura balığında, E vitamininden yoksun rasyonlar döllenmiş yumurta yüzdesini azalttığı bildirilmiştir (Fernández-Palacios ve ark. 2005).

5. YAĞDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN BALIKLARDA İSKELET SİSTEMİ GELİŞİMİNE ETKİSİ

Kemik ve omurga deformiteleri ticari balık yetiştiriciliği için tekrar eden bir problem teşkil etmektedir ve son yıllarda hayvan refahı konularında etik kaygıları gündeme getirmiştir (Krossoy ve ark., 2011). Balıklarda normal kemik gelişimi için yağda çözünen bazı vitaminler önem arz etmektedir. A vitamini balıklardaki iskelet gelişimi açısından incelendiğinde, A vitamininin larval aşamada iskelet gelişimi üzerindeki etkileri ile ilgili çok fazla çalışma yapılmıştır (Fernández ve ark., 2011; Fernández ve Gisbert, 2011; Haga ve ark., 2011). Larvalar besin kesesindeki A vitamini rezervlerini kullandıktan sonra, dış kaynaklardan A vitamini almaları gerekmektedir (Hernandez ve Hardy, 2020). Bu aşamada aşırı A vitamini alımı larvalarda normal gelişimi bozabilir (Fernández ve Gisbert, 2011). Hipervitaminoz A durumunda ise iskelet sisteminde lezyonlar, kıkırdakta hiperplazi, kemik formasyonunda anormallikler, omurgada füzyonlar ortaya çıkabilmektedir (Hoşsu ve ark., 2008). Diğer taraftan balıklarda hipovitaminozis A durumunda ise epitelyum dokularda keratinizasyon, iskelet sisteminde anormallikler ortaya çıkabilmektedir. Uzun bir eksiklik periyodundan sonra ise sinir sisteminde dejenerasyonlar görülebilmektedir (Hoşsu ve ark., 2008).

D vitamini balıklardaki iskelet gelişimi açısından incelendiğinde D vitamini balıklarda ve özellikle salmonidlerde kemik ve eser mineral metabolizmasını modüle ettiği bilinmektedir (Vielma ve ark., 1999; Prabhu ve ark., 2019). D vitamini mineral kullanımını düzenlemede önemlidir ve kemik metabolizmasında ve yeniden şekillenmesinde önemli bir role sahiptir (Lock ve ark., 2010). Minerallerle birlikte D vitamini, mineral ve kemik metabolizmasını düzenlemeye yardımcı olmaktadır (Lall ve

Lewis-McCrea, 2007). Ayrıca balıklarda D vitamini eksikliğinde kötü kemik gelişimi ve raşitizm görülebilir. Gelişmiş kemiklerde ise D vitamini eksikliğinde kalsiyum kaybı, buna bağlı olarak kemiklerde yumuşama, kalınlaşma, bükülme ve kırılma meydana gelebilir. Yavru alabalıklarda ise kısa operkulum, omurgada kıvrılma, yüzgeçlerde kısalma ve pul dökülmesi görülebilmektedir (Çetinkaya, 1995).

K vitamini balıklarda iskelet gelişimi açısından incelendiğinde K vitamininin kemik metabolizması üzerinde önemli bir rol oynadığı yapılan çalışmalarla netlik kazanmıştır(Price, 1988; Manfioletti ve ark., 1993). Ayrıca balıklarda, K vitaminin iskelet gelişimi üzerindeki etkisi çalışmalarla değerlendirilmiş olup, normal bir iskelet gelişimi için gerekli olduğu sonucuna varılmıştır (Krossoy ve ark,. 2011). Roy ve Lall (2007), tarafından yapılan bir çalışmada mezgit yavrularında K vitamini eksikliği, kemik mineralizasyonu ve kemik kütlesinde bir azalmaya neden olmuş ve bu durum, mezgit yavrularında kemik deformitesi olaylarının meydana gelmesinde artışa neden olduğu bildirilmiş. Benzer şekilde yapılan K vitamini ile ilgili diğer çalışmalarda, larva rasyonlarındaki K vitamini eksikliği larvaların kemik deformitelerinde artışa neden olduğunu tespit edilmiştir (Udagawa, 2001). Ayrıca sazanlarda Menadion (K3 vitamini) eksikliğininin yüzgeç dokularında kayıplara, omurga kemiğinde eğriliklere, zayıf kemiklere, kısa kuyruklara ve artan mortalite gibi olumsuzluklara yol açtığı bildirilmiştir (Taveekijakarn ve ark., 1996; Udagawa, 2004; Lall ve Lewis-McCrea, 2007).Benzer şekilde yapılan başka çalışmalarda deniz balıkları kuluçkahanelerinde K vitamini eksikliği durumunda yüksek oranda iskelet deformitelerinin arttığı ve larvaların morfolojilerinin bozulduğu rapor edilmiştir (Boglione ve ark., 2013a; Boglione ve ark., 2013b).

6. YAĞDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN BALIKLARDA BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Balıklardaki bağışıklık sisteminin normal işlevini sürdürmesi için yağda çözünen vitaminler önem arz etmektedir. A vitamininin bağışıklık sistemine üzerine etkisi incelendiğinde, A vitamini eksikliği sıklıkla immünosupresif olduğundan, A vitamininin balıkların immünolojik tepkilerinde önemli bir rol oynadığı görülmektedir (Thompson ve ark., 1995; Yang ve ark., 2008; Zhang ve ark., 2017). Balıklarda bağışıklık sisteminin normal işlevini sürdürmek için rasyonlara A vitamininin eklenmesinin gerekli olduğu açıktır, ancak yüksek konsantrasyonlarda A vitamini içeren yemlerle balıkların desteklenmesi bağışıklık tepkilerini iyileştirmez (Hernandez ve Hardy, 2020). D vitamininin bağışıklık sistemine üzerine etkisi incelendiğinde yapılan bazı çalışmalarda D vitamininin balıklarda bağışıklık tepkisini uyarabildiği gözlemlenmiştir (Soto-Dávila ve ark., 2020).

E vitamininin bağışıklık sistemine üzerine etkisi incelendiğinde, birçok çalışma rasyonlarda artan E vitamini takviyesinin bağışıklık tepkisini iyileştirebileceğini ve balıkların doğal sitotoksik aktivitesini artırabileceğini göstermiştir (Hardie ve ark, 1990; Stéphan ve ark., 1995; Ortuno ve ark., 2000; Clerton ve ark., 2001; Cuesta ve ark., 2004; Puangkaew ve ark., 2004; Lin ve Shiau, 2005). Yapılan bazı çalışmalarda rasyonlardaki uygun E vitamini seviyelerinin yavru sarı yayın balıklarının doğuştan gelen bağışıklığı iyileştirdiğini ve bakteriyel enfeksiyona karşı koruduğunu göstermiştir (Lu ve ark., 2016). Diğer yandan Li ve arkadaşları (2018) rasyonlardaki E vitamini eksikliğinin balıklarının bağışıklığını ciddi şekilde etkileyeceğini bildirmiştir.

K vitamininin bağışıklık sistemine üzerine etkisi incelendiğinde ise K vitamininin, bakteriyel enfeksiyonlara karşı alternatif olabilecek güçlü bir yapıda olduğu bildirilmiştir (Hoşsu ve ark., 2008).

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Balıklar için vitamin işlevleri ve gereksinimleri hakkında bilgiler son yıllarda artmıştır, ancak kültür balıkları için yemlerde vitamin takviye seviyelerini optimize etmek için gerekli bilgiler hala yerli değildir. Balıkların tüm yaşam evrelerinde vitaminlerin farklı işlevlerinin daha eksiksiz anlaşılması, verimli ve sürdürülebilir yoğun su ürünleri yetiştiriciliğinin daha da geliştirilmesi için açıkça önemlidir. Bu nedenle balık yemleri hazırlanırken anaç ve larva beslemesi de dahil olmak üzere, balık gelişiminin farklı aşamalarında minimum vitamin ihtiyacının hesaplanması dikkatle yapılmalıdır. Ayrıca üretilen yemler her zaman vitamin içeriği açısından analiz edilmelidir. Diğer yandan geleneksel olarak, vitamin gereksinimlerinin tahmini çoğunlukla bir vitamin bazında yapılmaktadır. Ancak farklı vitaminler birbirleriyle etkileşim gösterebileceğinden bu durumda dikkate alınarak gerekli önlemler alınmalıdır.

Vitaminler balıkların büyümesi, gelişmesi, üremesi ve diğer tüm fizyolojik işlevleri için temel bir besin maddesidirler. Ancak vitaminlerin yemlerin işlenmesi ve depolanması sırasında kayıplara duyarlı olduğu açıktır. Çünkü balık yemlerine ilave edilen vitaminler çevresel koşullara çok duyarlıdır ve hava, ışık ve yüksek sıcaklığa maruz kalması aktivite kaybına ve bozulmaya neden olmaktadır. Bozulmayı önlemek için bazı vitaminlerin korumalı formları kullanılmasına rağmen premikslerde zamanla vitamin aktivitesi azalabilir. Bu nedenle balık yemleri kuru tutulmalı ve en az hava oksidasyonu sağlanmalıdır. Ayrıca hazırlanan yemler kısa sürede tüketilmeli ve en az vitamin kaybına sebep olunmalıdır. Bu nedenle vitaminlerin işlenme ve depolamadaki stabilitesi daha fazla araştırılmalıdır. .

Diğer yandan kültür balıkçılığı yoluyla artan küresel balık üretimi ve dünya çapındaki deniz kaynaklarının azalması ve fiyatlarında artış nedeni ile balık unu ve balık yağı yeni bitkisel protein ve lipid kaynakları ve deniz yan ürünleri ile değiştirilmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği, özellikle dış besleme girdi kaynaklarının değişikliğinden büyük olasılıkla etkilenecektir. Yeni yem bileşenlerinin kullanımı, bazı vitaminlerin nispi gereksinimini değiştirebilir. Bu nedenle çiftlik balıklarında vitamin ihtiyacının yeniden değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.Yeni moleküler teknikler ve/veya gen ekspresyonu analizleri genlerin farklı vitamin konsantrasyonlarında nasıl ifade edildiğini anlamak için faydalı olabilir. Ayrıca moleküler teknikler balıkların çeşitli yaşam evreleri için rasyondaki minimum ve/veya optimum vitamin gereksinimlerini iyileştirmeye de yardımcı olabilir.

Sonuç olarak kültür balıklarının refahı ve kalitesi ciddi bir tartışma konusudur. Balıkların ihtiyaçlarına yönelik şekilde uygun formüle edilmiş yemler sağlamalı ve tüm üretim aşamalarında optimum besin içeriğini belirlemeye yönelik daha fazla bilimsel araştırma yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Abdel-Hameid, N. A. H., Abidi, S. F., & Khan, M. A. (2012). Dietary vitamin E requirement for maximizing the growth, conversion efficiency, biochemical composition and haematological status of fingerling Channa punctatus. *Aquaculture Research*, *43*(2), 226-238.

Afonso, C., Bandarra, N. M., Nunes, L., & Cardoso, C. (2016). Tocopherols in seafood and aquaculture products. *Critical reviews in food science and nutrition*, *56*(1), 128-140.

Alsop, D., Matsumoto, J., Brown, S., & Van Der Kraak, G. (2008). Retinoid requirements in the reproduction of zebrafish. *General and comparative endocrinology*, *156*(1), 51-62.

Barnett, B. J., Cho, C. Y., & Slinger, S. J. (1982). Relative biopotency of dietary ergocalciferol and cholecalciferol and the role of and requirement for vitamin D in rainbow trout (Salmo gairdneri). *The Journal of nutrition*, *112*(11), 2011-2019.

Boglione, C., Gagliardi, F., Scardi, M., & Cataudella, S. (2001). Skeletal descriptors and quality assessment in larvae and post-larvae of wild-caught and hatchery-reared gilthead sea bream (Sparus aurata L. 1758). *Aquaculture*, *192*(1), 1-22.

Boglione, C., Gavaia, P., Koumoundouros, G., Gisbert, E., Moren, M., Fontagne, S. & Witten, P. E. (2013a). Skeletal anomalies in reared European fish larvae and juveniles. Part 1: normal and anomalous skeletogenic processes. Reviews in Aquaculture, 5: 99-120.

Boglione, C., Gisbert, E., Gavaia, P., Witten, P. E., Moren, M., Fontagne, S. & Koumoundouros, G. (2013b). Skeletal anomalies in reared European fish larvae and juveniles. Part 2: main typologies; occurrences and causative factors. Reviews in Aquaculture, 5: 121-167.

Canyurt, M. A., & Akhan, S. (2008). Effect of dietary vitamin E on the sperm quality of rainbow trout (Onchorynchus mykiss). *Aquaculture Research*, *39*(9), 1014-1018.

Canyurt, M.A., (1986). Yağda eriyen vitaminlerin (A, D, E, K) balık beslemesindeki önemi. *Su Ürünleri Dergisi*. Cilt: 3. Sayı: 9-10-11-12.70-80. Ege Üniversitesi Su Ürünler Yüksek Okulu. Bornova İzmir.

Clerton, P., Troutaud, D., Verlhac, V., Gabaudan, J., & Deschaux, P. (2001). Dietary vitamin E and rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) phagocyte functions: effect on gut and on head kidney leucocytes. *Fish & Shellfish Immunology*, *11*(1), 1-13.

Coloso, R. M., Basantes, S. P., King, K., Hendrix, M. A., Fletcher, J. W., Weis, P., & Ferraris, R. P. (2001). Effect of dietary phosphorus and vitamin D3

on phosphorus levels in effluent from the experimental culture of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). *Aquaculture*, *202*(1-2), 145-161.

Craig, S., Helfrich, L. A., Kuhn, D., & Schwarz, M. H. (2017). Understanding fish nutrition, feeds, and feeding.

Cuesta, A., Meseguer, J., & Esteban, M. A. (2004). Total serum immunoglobulin M levels are affected by immunomodulators in seabream (Sparus aurata L.). *Veterinary Immunology and Immunopathology*, *101*(3-4), 203-210.

Çetinkaya, O. (1995). *Balık Besleme*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın no:9.

Darias, M. J., Mazurais, D., Koumoundouros, G., Cahu, C. L., & Zambonino-Infante, J. L. (2011). Overview of vitamin D and C requirements in fish and their influence on the skeletal system. *Aquaculture*, *315*(1-2), 49-60.

De Silva, S. S., & Anderson, T. A. (1994). *Fish nutrition in aquaculture* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.

Dominguez, D., Montero, D., Zamorano, M. J., Castro, P., Fontanillas, R., Prabhu, P. A. J., & Izquierdo, M. S. (2021). Effects of vitamin D3 supplementation in gilthead seabream (Sparus aurata) juveniles fed diets high in plant based feedstuffs. *Aquaculture*, 736991.

El-Sayed, A. F. M., & Izquierdo, M. (2021). The importance of vitamin E for farmed fish—A review. *Reviews in Aquaculture*.

Erdogan, M., & Arslan, T. (2019). Effects of vitamin E on growth and reproductive performance of pindani (Pseudotropheus socolofi Johnson, 1974). *Aquaculture*, *509*, 59-66.

Fernández, I., & Gisbert, E. (2011). The effect of vitamin A on flatfish development and skeletogenesis: a review. *Aquaculture*, *315*(1-2), 34-48.

Fernández, I., Darias, M., Andree, K. B., Mazurais, D., Zambonino-Infante, J. L., & Gisbert, E. (2011). Coordinated gene expression during gilthead sea bream skeletogenesis and its disruption by nutritional hypervitaminosis A. *BMC Developmental Biology*, *11*(1), 1-20.

Fernandez-Palacios, H., Izquierdo, M., Gonzalez, M., Robaina, L., & Valencia, A. (1998). Combined effect of dietary a-tocopherol and n-3 HUFA on egg quality of gilthead seabream (Sparus auratus) broodstock. *Aquaculture*.

Fleming, A., Sato, M., & Goldsmith, P. (2005). High-throughput in vivo screening for bone anabolic compounds with zebrafish. *Journal of biomolecular screening*, *10*(8), 823-831.

Fontagné-Dicharry, S., Lataillade, E., Surget, A., Brèque, J., Zambonino-Infante, J. L., & Kaushik, S. J. (2010). Effects of dietary vitamin A on broodstock performance, egg quality, early growth and retinoid nuclear receptor expression in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). *Aquaculture*, *303*(1-4), 40-49.

Furuita, H., Unuma, T., Nomura, K., Tanaka, H., Sugita, T., & Yamamoto, T. (2009). Vitamin contents of eggs that produce larvae showing a high survival rate in the Japanese eel Anguilla japonica. *Aquaculture research*, *40*(11), 1270-1278.

Haga, Y., Du, S. J., Satoh, S., Kotani, T., Fushimi, H., & Takeuchi, T. (2011). Analysis of the mechanism of skeletal deformity in fish larvae using a vitamin A-induced bone deformity model. *Aquaculture*, *315*(1-2), 26-33.

Halver, J. E. (2002). The vitamins. In J. E. Halver, & R. W. Hardy (Eds.), *Fish nutrition* (pp. 61– 141). San Diego, CA: Academic Press.

Hamre, K. (2011). Metabolism, interactions, requirements and functions of vitamin E in fish. *Aquaculture nutrition*, *17*(1), 98-115.

Hamre, K., & Lie, Ø. (1997). Retained levels of dietary α-, γ-and δ-tocopherol in tissues and body fluids of Atlantic salmon, Salmo salar, L. *Aquaculture Nutrition*, *3*(2), 99-107.

Hamre, K., Krossøy, C., Lock, E. J., & Moren, M. (2010). Roles of lipid-soluble vitamins during ontogeny of marine fish larvae. *Aquaculture Research*, *41*(5), 745-750.

Hardie, L. J., Fletcher, T. C., & Secombes, C. J. (1990). The effect of vitamin E on the immune response of the Atlantic salmon (Salmo salar L.). *Aquaculture*, *87*(1), 1-13.

Hernandez, L. H. H., Teshima, S. I., Koshio, S., Ishikawa, M., Tanaka, Y., & Alam, M. S. (2007). Effects of vitamin A on growth, serum anti-bacterial activity and transaminase activities in the juvenile Japanese flounder, Paralichthys olivaceus. *Aquaculture*, *262*(2-4), 444-450.

Hernandez, L. H., & Hardy, R. W. (2020). Vitamin A functions and requirements in fish. *Aquaculture Research*, *51*(8), 3061-3071.

Hoşsu, B., Korkut, A. Y., & Fırat, KOP A. (2008). Balık Besleme ve yem teknolojisi I (Balık besleme fizyolojisi ve biyokimyası). V. *Baskı, Ege Üni., Su Ürünleri Fak. Yay*, *276*.

Huang, C. H., Chang, R. J., Huang, S. L., & Chen, W. (2003). Dietary vitamin E supplementation affects tissue lipid peroxidation of hybrid tilapia, Oreochromis niloticus× O. aureus. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, *134*(2), 265-270.

Hunt, A. Ö., Özkan, F., & Altun, T. (2004). Balıkların Üreme Performansı Üzerine Anaç Besinlerin Etkisi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi. Yıl*, *2*, 525-531.

Izquierdo M, & Betancor M. (2015) Vitamin E. In: Lee C-S, Lim C, Gatlin DM, Webster C, eds. Dietary Nutrients, Additives and Fish Health (1st edn). John Wiley & Sons, Inc.,:173–193.

Izquierdo, M. S., Fernandez-Palacios, H., & Tacon, A. G. J. (2001). Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, *197*(1-4), 25-42.

Izquierdo, M., Fernandez-Palacios, H., & Robaina, L. (2005). Efecto de distintas dietas para reproductores de Doradas (Sparus aurata) sobre la calidad de sus puestas. *Informes técnicos*.

James, R., Vasudhevan, I., & Sampath, K. (2008). Effect of dietary vitamin E on growth, fecundity, and leukocyte count in goldfish (Carassius auratus).

Krossøy, C., Waagbø, R., & Ørnsrud, R. (2011). Vitamin K in fish nutrition. *Aquaculture Nutrition*, *17*(6), 585-594.

Lall, S. P., & Lewis-McCrea, L. M. (2007). Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish—an overview. *Aquaculture*, *267*(1-4), 3-19.

Li, A. J. (1996). Aquaculture Nutrition and Feeds. China Agriculture press, Beijing, 21.

Li, J., Liang, X. F., Tan, Q., Yuan, X., Liu, L., Zhou, Y., & Li, B. (2014). Effects of vitamin E on growth performance and antioxidant status in juvenile grass carp Ctenopharyngodon idellus. *Aquaculture*, *430*, 21-27.

Li, M., Chen, L., Qin, J. G., Li, E., Yu, N., & Du, Z. (2013). Growth performance, antioxidant status and immune response in darkbarbel catfish Pelteobagrus vachelli fed different PUFA/vitamin E dietary levels and exposed to high or low ammonia. *Aquaculture*, *406*, 18-27.

Li, S., Lian, X., Chen, N., Wang, M., & Sang, C. (2018). Effects of dietary vitamin E level on growth performance, feed utilization, antioxidant capacity and nonspecific immunity of largemouth bass, Micropterus salmoides. *Aquaculture nutrition*, *24*(6), 1679-1688.

Lin, Y. H., & Shiau, S. Y. (2005). Dietary vitamin E requirement of grouper, Epinephelus malabaricus, at two lipid levels, and their effects on immune responses. *Aquaculture*, *248*(1-4), 235-244.

Ling-Hong, M., Xian-Ping, G., Jun, X., Bo, L., Ke-Bao, W., Jian, Z., ... & Ru-Li, C. (2015). Dietary vitamin D3 requirement of Wuchang bream (Megalobrama amblycephala). *Aquaculture*, *436*, 104-109.

Lock, E. J., Waagbø, R., Wendelaar Bonga, S., & Flik, G. (2010). The significance of vitamin D for fish: a review. *Aquaculture nutrition*, *16*(1), 100-116.

Lovell, T. (1989). *Nutrition and feeding of fish* (Vol. 260). New York: Van Nostrand Reinhold.

Lu, Y., Liang, X. P., Jin, M., Sun, P., Ma, H. N., Yuan, Y., & Zhou, Q. C. (2016). Effects of dietary vitamin E on the growth performance, antioxidant status and innate immune response in juvenile yellow catfish (Pelteobagrus fulvidraco). *Aquaculture*, *464*, 609-617.

Manfioletti, G., Brancolini, C., Avanzi, G., & Schneider, C. (1993). The protein encoded by a growth arrest-specific gene (gas6) is a new member of the vitamin K-dependent proteins related to protein S, a negative coregulator in the blood coagulation cascade. *Molecular and cellular biology*, *13*(8), 4976-4985.

McDougall, M., Choi, J., Truong, L., Tanguay, R., & Traber, M. G. (2017). Vitamin E deficiency during embryogenesis in zebrafish causes lasting metabolic and cognitive impairments despite refeeding adequate diets. *Free Radical Biology and Medicine*, *110*, 250-260.

Miller, G. W., Labut, E. M., Lebold, K. M., Floeter, A., Tanguay, R. L., & Traber, M. G. (2012). Zebrafish (Danio rerio) fed vitamin E-deficient diets produce embryos with increased morphologic abnormalities and mortality. *The Journal of nutritional biochemistry*, *23*(5), 478-486.

Nascimento, T. S. R., De Stéfani, M. V., Malheiros, E. B., & Koberstein, T. C. R. D. (2014). High levels of dietary vitamin E improve the reproductive performance of female Oreochromis niloticus. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, *36*(1), 19-26.

Nogala-Kałucka M.E. (2003). Fat-soluble vitamins. In: Sikorski ZE, Kołakowska A, eds. Chemical and Functional Properties of Food Lipids. CRC Press;:109-132.

NRC. (2011). *Nutrient requirements of fish* (114 pp.). Washington, D.C.: National Academic Press.

Ortuno, J., Esteban, M. A., & Meseguer, J. (1999). Effect of high dietary intake of vitamin C on non-specific immune response of gilthead seabream (Sparus aurata L.). *Fish & Shellfish Immunology*, *9*(5), 429-443.

Poston, H. A. (1969). Effects of massive doses of vitamin D_3 on fingerling brook trout. *Fish. Res. Bull.*, *32*, 48-50.

Prabhu, P. A. J., Lock, E. J., Hemre, G. I., Hamre, K., Espe, M., Olsvik, P. A., ... & Waagbø, R. (2019). Recommendations for dietary level of micro-minerals and vitamin D3 to Atlantic salmon (Salmo salar) parr and post-smolt when fed low fish meal diets. *PeerJ*, *7*, e6996.

Price, P. A. (1988). Role of vitamin-K-dependent proteins in bone metabolism. *Annual review of nutrition*, *8*(1), 565-583.

Prieto, A. I., Jos, A., Pichardo, S., Moreno, I., & Cameán, A. M. (2008). Protective role of vitamin E on the microcystin-induced oxidative stress in tilapia fish (Oreochromis niloticus). *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, *27*(5), 1152-1159.

Puangkaew, J., Kiron, V., Somamoto, T., Okamoto, N., Satoh, S., Takeuchi, T., & Watanabe, T. (2004). Nonspecific immune response of rainbow trout in relation to different status of vitamin E and highly unsaturated fatty acids. *Fish shellfish immunol*, *16*, 25-39.

Ratinasamy, N., James, R., & Indira, S. P. (2011). Effect of dietary vitamin E on growth, gonad weight and embryo development in female red swordtail, Xiphophorus helleri (Poeciliidae). *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, *63*.

Roy, P. K. & Lall, S. P. (2007). Vitamin K deficiency inhibits mineralization and enhances deformity in vertebrae of haddock (Melanogrammus aeglefinus L.). Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 148(2): 174-183.

Santiago, B. C., & Gonzal, A. C. (2000). Effect of prepared diet and vitamins A, E and C supplementation on the reproductive performance of cage-reared bighead carp Aristichthys nobilis (Richardson). *Journal of Applied Ichthyology*, *16*(1), 8-13.

Shafique, L., Afzal, M., Shah, S. Z. H., Fatima, M., Naz, H., ur Rehman, S., ... & Liu, Q. (2019). Dietary Formic Acid and Vitamin D3 as Growth Effective Supplement for Grass Carp Fingerlings. *Pakistan J. Zool*, *51*(6), 2385-2388.

Shiau, S. Y., & Lin, Y. H. (2006). Vitamin requirements of tilapia–A Review. *Avances en Nutrición Acuicola*.

Soto-Dávila, M., Valderrama, K., Inkpen, S. M., Hall, J. R., Rise, M. L., & Santander, J. (2020). Effects of vitamin D2 (Ergocalciferol) and D3 (Cholecalciferol) on Atlantic salmon (Salmo salar) primary macrophage immune response to Aeromonas salmonicida subsp. salmonicida infection. *Frontiers in immunology*, *10*, 3011.

Stéphan, G., Guillaume, J., & Lamour, F. (1995). Lipid peroxidation in turbot (Scophthalmus maximus) tissue: effect of dietary vitamin E and dietary n− 6 or n− 3 polyunsaturated fatty acids. *Aquaculture*, *130*(2-3), 251-268.

Taveekijakarn, P., Miyazaki, T., Matsumoto, M., & Aral, S. (1996). Histopathological and haematological changes in amago salmon, Oncorhynchus rhodurus (Jordan & McGregor), fed a vitamin-D-free diet. *Journal of Fish Diseases*, *19*(4), 289-294.

Thompson, I., Choubert, G., Houlihan, D. F., & Secombes, C. J. (1995). The effect of dietary vitamin A and astaxanthin on the immunocompetence of rainbow trout. *Aquaculture*, *133*(2), 91-102.

Udagawa, M. (2004). The effect of parental vitamin K deficiency on bone structure in mummichog Fundulus heteroclitus. *Journal of the World Aquaculture Society*, *35*(3), 366-371.

Uğurlu, E., Duysak, Ö., & Şereflişan, H. (2020) K vitamini ve sucul canlılara etkisi. *Marine and Life Sciences*, *2*(1), 45-50.

Ullrey, D.E.,. Allen, M.E., Ausman, L.M., & Nancy L., (2003). *Nutrient Requirements of Nonhuman Primates Board on Agriculture and Natural Resources*.Second Revised Edition The Natıonal Academies Pres-Tolap 286p.

Valk, E.E., & Hornstra, G., (2000). Relationship between E vitamin reguirement and polyunsaturated fatty acid ıntake in man: A Review. *Int. J. Vitam Nutr. Res*. 70: 31-42.

Vandenberg, G. W., Scott, S. L., & De La Noüe, J. (2012). Factors affecting nutrient digestibility in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fed a plant protein–based diet supplemented with microbial phytase. *Aquaculture nutrition*, *18*(4), 369-379.

Vielma, J., Lall, S., Koskela, J., & Mattila, P. (1999). Influence of low dietary cholecalciferol intake on phosphorus and trace element metabolism by rainbow trout (Oncorhynchus mykiss, Walbaum). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, *122*(1), 117-125.

Wang X., & Quınn P.J., (1999). *E Vitamin And Its Fonction in Membranes*. Prog. Lipid Res 38: 30-36.

Wang, L., Xu, H., Wang, Y., Wang, C. A., Li, J., Zhao, Z., ... & Xu, Q. (2017). Effects of the supplementation of vitamin D 3 on the growth and vitamin D metabolites in juvenile Siberian sturgeon (Acipenser baerii). *Fish physiology and biochemistry*, *43*(3), 901-909.

Woodward, B. (1994). Dietary vitamin requirements of cultured young fish, with emphasis on quantitative estimates for salmonids. *Aquaculture*, *124*(1-4), 133-168.

Xu, H., Huang, L., Liang, M., Zheng, K., & Wang, X. (2015). Effect of dietary vitamin E on the sperm quality of turbot (Scophthalmus maximus). *Journal of Ocean University of China*, *14*(4), 695-702.

Yang, Q. H., Zhou, X. Q., Jiang, J., & Liu, Y. (2008). Effect of dietary vitamin A deficiency on growth performance, feed utilization and immune responses of juvenile Jian carp (Cyprinus carpio var. Jian). *Aquaculture Research*, *39*(8), 902-906.

Zhang, L., Feng, L., Jiang, W. D., Liu, Y., Wu, P., Kuang, S. Y., ... & Zhou, X. Q. (2017). Vitamin A deficiency suppresses fish immune function with differences in different intestinal segments: the role of transcriptional factor NF-κB and p38 mitogen-activated protein kinase signalling pathways. *British Journal of Nutrition*, *117*(1), 67-82.

Zhou, Q. C., Wang, L. G., Wang, H. L., Wang, T., Elmada, C. Z., & Xie, F. J. (2013). Dietary vitamin E could improve growth performance, lipid peroxidation and non-specific immune responses for juvenile cobia (R achycentron canadum). *Aquaculture Nutrition*, *19*(3), 421-429.

Bölüm 8

CEVİZ YAPRAK ÖZÜTLERİ VE JUGLONUN KAVUNUN GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Hasan Basri KARAYEL [1]

1 Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Gediz Meslek Yüksekokulu, Sağlık Hizmetleri ve Teknikleri Bölümü, Kütahya 43600, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-4271-0540), kbasri23@hotmail.com

1. GİRİŞ

Allelopati bitkilerin ürettikleri kimyasal maddelerin yakınındaki bitkiler ve canlılar üzerine göstermiş olduğu etkilerdir. Allelopati bitki canlı etkileşimi sonucu, stabil olarak yaşamlarını sürdüren bitkilerin kendilerini savunan mekanizmalarını geliştirmişlerdir. Çoğunlukla inhibitör etki yaratan bu bileşenlerin etkileri fizyolojik, sitotoksik ya da genetiksel olabilmektedir. Bitki bileşenlerinin toksik etkilerinin belirlenmesiyle allelopatik etkilerinin mekanizması açıklanabileceği gibi ekstraksiyondan sonra çeşitli alanlarda (tarım, tıp, boya ve gıda sanayii gibi) güvenli kullanımları da sağlanmış olacaktır (Kobayashi ve ark., 2008; Mutlu ve Atici, 2009). Oysa tarımda kullanılan birçok zirai ilacın uygulandığı organizmalarla, bu organizmalarla beslenen canlılarda biriktiği ve toksik etkilere neden olduğu bilinmektedir (Bozari ve Aksakal, 2013). Özellikle tahıl grubunda verimi arttırmak için kullanılan pestisitlerin kullanımının hem ekosisteme hem de burada yaşayan canlılara zarar verdiği bilinmektedir (Aksakal ve ark., 2013; Cenkci ve ark., 2009). Hidrojuglon olarak adlandırılan renksiz, toksik olmayan, indirgenmiş form, özellikle yapraklarda, meyve kabuklarında ve ceviz köklerinde boldur. Hidrojuglon cevizden dışarı salgılandığında hava ile temas ederek oksitlenmeye maruz kaldığında toksik formu olan juglona dönüşür (Lee ve ark,1969; Segura- Aguilar ve ark, 1992). Yaprakların yağmur sularıyla yıkanmasıyla toprağa taşınır. Böylece, ceviz ağacından salıverilen juglonun komşu bitkilerin kökleri tarafından absorbe edilmesiyle komşu bitkiler olumlu veya olumsuz etkilenmektedir (Rietveld, 1983). Ceviz ağacından salgılanan juglonun hem odunsu hem de otsu bitkiler üzerine toksik etki oluşturduğu tespit edilmiştir (Funk ve ark,1979; Rietveld, 1983). Siyah ceviz kabuğu ile takviye edilmiş saha gözlemleri, damlama hattındaki domates ve yonca gibi bitkiler üzerinde toksik etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Massey, 1925). Allelopati, bir bitkinin kimyasal salgılarıyla yakınındaki bitkiler veya mikroorganizmalar üzerinde gösterdiği etkiler olarak tarif edilmektedir. Allelokimyasallar ise bitkiler tarafından oluşturulan ve allelopatik etkiye sahip olan kimyasal maddelerin genel adıdır (Rice, 1983). Daha sonra Davis (1928) sentetik juglonun toksik etkilerini gösterdiğinde bu fikri doğruladı. Juglon, esas olarak hidrojuglon adı verilen azaltılmış toksik olmayan bir formda bulunur. Kökler, ağaç kabuğu, dallar, yaprak parçaları, tomurcuklar, polen ve meyve gibi siyah ceviz parçaları parçalar (Cline ve Neely, 1984), diri odun ve öz odun (Gupta, Ravindranath ve Seshadri 1972). Allelokimyasalların etkileri genelde bitkiler üzerinde olumsuz olmakla birlikte, büyümede ve fotosentez hızında ve besinleri absorbe etme gücünde azalma, klorozis, deformasyon, absisyon, kuruma ve ölüm, olumlu etkileri de görülmektedir (Rice, 1979; Rizvi ve Rizvi,1992). Kara Ceviz (Juglans nigra L.), bazı türler üzerinde allelopatik bir etkiye sahip olan kimyasal juglonu üretir. Yine de karaceviz karışık türlerde popüler

bir ekili tür olmaya devam ediyor. Polietilen kök kullanımı da dâhil olmak üzere yönetim tekniklerindeki son gelişmeler sırasında bariyerler, hendek açma veya disk açma ve refakatçi türlerin dikilmesi ve yönetilmesi siyah ceviz erken kurulması, allelopatik hafifletmede etkili olduğu kanıtlanmıştır juglonun etkileri. Karaceviz araya ekilen sistemlerde allelopatik girişim bir gerçeklik olsa da, yönetim müdahalesi üretim potansiyelini sürdürmeye yardımcı olabilir, arazi sahipleri için ekonomik olarak uygun bir seçenek (jose ve ark., 2008). Yabani bitkiler, kültür bitkileri ile tarla şartlarında gerek besin maddesi, gerekse çevresel ortamı kullanmak suretiyle yarışmakta ve bitki büyümesini engellemektedirler. Bu sebeple hem laboratuvar şartlarında hem de tarla şartlarında allelopatik potansiyelin bitkiye etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır (Bhowmik ve Doll, 1982; Azmi ve Alam, 1989; Alam, 1990a, Alam, 1990b). Salatalık bitkisinin tohumlarına farklı konsantrasyonlarda Juglon uygulanmıştır. Juglonun bu tohumlar üzerinde çimlenmeye etkisi, antioksidan enzimlerin aktivitelerine etkisi ve bu enzimleri kodlayan gen bölgelerindeki anlatıma etkisi incelenmiştir. Juglona maruz kalan tohumlarda SOD, CAT ve APX enzimlerinin aktivasyonu genellikle 0,25 mM konsantrasyona kadar farklı oranlarda olmak üzere artmış; tüm enzimler için 0,5 mM konsantrasyonda düşüş gözlenmiştir. CAT enziminin gen ifadesinde 0,1 mM konsantrasyonda kontrole oranla artış; SOD enziminin gen ifadesinde yaprakta artış, kökte düşük ekspresyon; APX enziminin gen ifadesinde ise kökte 0,1 mM konsantrasyonda, yaprakta ise 0,5 mM konsantrasyonda artış gözlemlenmiştir ((Bhowmik ve Doll, 1982; Azmi ve Alam, 1989; Alam, 1990a, Alam, 1990b). Aslında allelopati zirai bilimlerin çok eski bir parçasıdır Allelokimyasalların, sentezlendiği bitkideki fizyolojik rollerinin ne olduğu henüz bilinmemektedir. Ancak başka bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerinin çoğunlukta olması, allelokimyasalların bitkiler için bir müdafaa silahı olabileceği gibi, az da olsa bazı bitkiler üzerinde olumlu etkilerinin de olması açısından bunların bitkiler arasındaki sosyal komşuluk münabesetlerinin düzenlenmesinde rol alan maddeler olabileceği düşünülmektedir (Rice,1984). Geleneksel sentetik pestisitlerin ve zirai kimyasalların uygulanması, haşere istilasını azaltarak ve mahsul büyümesini teşvik ederek mahsullerin verimini ve üretkenliğini artırdı, ancak bu ürünlerin çoğuna olan bağımlılığın artması ciddi çevresel tehditler oluşturuyor. Bu, geleneksel pestisitlere ve zirai kimyasallara daha çevre dostu alternatifler elde etme konusundaki ilginin artmasına neden oldu. Bitkiler, mantarlar ve mikroplar tarafından üretilen allelokimyasallar, etkili ancak daha düşük çevresel yarı ömürleri olan yeni doğal ürün bazlı pestisitler ve zirai kimyasallar geliştirmek için seçenekler sunar (Islam ve ark., 2020).

Juglon'un etkisiyle ilgili olarak yapılan birçok çalışma mevcuttur. Buna rağmen henüz juglon'un bitkiler üzerindeki fizyolojik etkisi tam anlamıyla ortaya çıkarılmamıştır. Yüksek lisans tez çalışmamda, daha önce

kavun üzerinde juglon ve ceviz yaprak özütlerinin vegetatif ve genaratif olumlu etkisinin olduğunu belirtmiştim. Şimdi ise hem generatif ve vegetatif etkisinin yanında tat oranının (şeker oranı) üzerine etkisinin olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma 2006 yıllarında, Kütahya, Gediz ilçesinde bulunan (39 ° 0' 27,65 ''N, 29 ° 24' 14,66'' E; deniz seviyesinden 802 m yukarıda) Dumlupınar üniversitesi Gediz Meslek yüksekokulu uygulama alanında yürütülmüştür. Materyal olarak kullanılan kavun tohumları Kütahya'nın - Gediz ilçesinde bir üreticiden temin edilmiştir. Tohumlar viollere ekildikten sonra saf su, özüt, juglon çözeltileri başlangıçta 3 gün ara ile 50 ml sıvı özütler viollere dökülmek suretiyle verilmiştir. Çimlenen tohumlardan fidelerin toprak üzerine çıkmaları bütün uygulamalarda 7. günde görülmüştür. Tohum dikim parselleri sıra arası ve sıra üzeri mesafeler (50x120) şeklinde belirlenmiştir. Tarla denemeleri tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş. Denemede kavun bitkisine 6 farklı özüt dozları uygulanmıştır. Bu özüt dozlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

1-) Saf su (kontrol) (K)

2-) Juglon (5-hidroksi-1,4 – Naftakinon),0,1mM (J)

3-) Saf özüt (seyreltilmemiş ceviz yaprak özütü) (C1)

4-) 1/2 oranında seyreltilmiş ceviz yaprak özütü (C2)

5-) 1/4 oranında seyreltilmiş ceviz yaprak özütü (C3)

6-) 1/8 oranında seyreltilmiş ceviz yaprak özütü (C4)

Fideler Nisan 2006 tarihinden itibaren parsellere dikilmeye başlanmıştır. Fideler parsellere dikildikten hemen sonra can suyu verilmiş. Daha sonrada tüm parsellerde bitki 10 cm olduktan sonra özütler verilmeye başlanmış bitki başına 50 ml sıvı olarak verilmiş, bir ay sonra bitki başına 50 ml sıvı olarak tekrardan verilmiştir. Denemede yağış durumu, hava sıcaklığı ve topraktaki nem durumu dikkate alınarak su ve özüt verilmiştir.

Kütahya ili Gediz ilçesindeki lokasyonun toprak analizine göre potasyum ve fosfor bakımında zengin olmadığı yapılan analizle belirlenmiştir. Kireç oranı yüksek bulunmuştur, organik madde bakımında fakir, toprak doygunluğu killi-tınlı olduğu analizler sonucunda belirlenmiştir (Anonim, 2015). Kütahya ili Gediz ilçesi yazları sıcak ve kurak, kışlar yağışlı, mikroklimatik bir iklim yapısına sahiptir. Gediz 'de en sıcak aylar, Temmuz ve Ağustos, en soğuk aylar Ocak ve Şubattır. En düşük ölçülen sıcaklık ise 5,5 ^{0}C' dir. Yıllık yağış miktarı 483,08 mm'dir. En yağışlı ay Mayıs-Haziran, en kurak ay Eylül dür (Anonim., 2017).

2.1. Özüt Hazırlanması

Çalışmamızda kullanılan özütler ceviz yapraklarından hazırlanmıştır. Söz konusu yapraklar; Yalova Atatürk Bahçe kültürleri Araştıma Enstitüsüne ait araştırma bahçesindeki yedi yaşlı ceviz ağaçlarında (Juglans regia cv Kr2 "Yavuz-1") Ağustosun ilk haftasında alınmıştır. Yapraklar bekletilmeden 70 C° ye ayarlı bir etüvde 48 saat içinde kurutulmuştur. Daha sonra kurutulan yapraklardan 10 g tartılıp 100 ml. Saf suda bir mutfak mikseri ile beş dakika sürede homojenize edilmiştir. Homejenat 4 katlı bir tülbent bezinden süzülerek süzüntü kısmı alınmış ve beş dakika süre ile 3000 rpm de santrifüj edilmiştir. süpernatant kısmı santrifüj edilmiştir. süpernatant kısmı alınarak buzdolabında saklanmıştır. Bu özüt ya saf olarak veya 1/2, 1/4 ve 1/8 oranında saf su ile seyreltilerek uygulanmıştır. Juglon çözeltisi 0,1mM konsantrasyonunda olmak üzere saf suda 40 C^0 de 24 saat karıştırılarak hazırlanmıştır (Hejl, ve ark., 1993).

3. BULGULAR -TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırma Dumlupınar üniversitesi Gediz Meslek Yüksekokulu Araştırma ve uygulama alanında yetiştirilen GALİA F1 hybrid kavununda yapılmıştır. Bitkinin fideleri 2006 yılında serada yetiştirilmiştir. Yetiştirilen kavun bitkileri 2006 yılının Nisan ayında parsellere dikilmiş, saf su (kontrol), 1/8 oranında seyreltilmiş ceviz yaprak özütü, 1/4 oranında seyreltilmiş ceviz yaprak özütü, 1/2 oranında seyreltilmiş ceviz yaprak özütü, saf özüt (seyreltilmemiş ceviz yaprak özütü), Juglon (5-hidroksi-1,4 – Naftakinon),10^{-4} M=0,1mM özütler bitki başına 50 ml sıvı olarak verilmiş, bir ay sonra bitki başına 50 ml sıvı olarak uygulama yapılmıştır. Ceviz yaprak özütleri ve juglon'un çimlenme üzerine etkilerine, genel olarak bakarsak, 7. gün esas alındığında kullanılan GALİA F1 kavun çeşidin de tohumların çimlenmesinin belirgin bir şekilde gerçekleştiği görülmüştür. Bundan sonra ki aşamada bitkiler çimlendikten sonra bitkinin ihtiyacına göre bir hafta özüt, juglon, bir hafta sonrada yalnızca su verilmiştir. Bu işlem kavun bitkisi üç yapraklı oluncaya kadar devam etmiştir. Üç yaprakta sonra yalnız su verilmiştir. Kavun bitkisinde çimlenme gibi çimlenme sonrası fide büyümesi de özütler ve juglon tarafından olumlu etkilenmiştir ve fide büyümesi kontrole göre hem juglondan hem de özütlerde daha fazla kaydedilmiştir. Eğer olumlu etki sadece özütler de olup juglonda olmasaydı o zaman bu etkinin özütteki juglondan mı olup olmadığına karar veremezdik. Fakat bu etkinin tüm uygulamalarda ortaya çıkması, bu müspet olayın juglondan kaynaklandığını göstermektedir. 2006 yıllarında yapılan bu uygulama sonunda 1/8 oranında seyreltilmiş özütün yaprak boyunda önemli artış meydana getirmiştir. Bununla beraber 1/8 oranında seyreltilmiş özütün uygulaması bitkiyi vegetatif yönde geliştirmiştir. Ayrıca bu uygulama sonunda 1/8 oranında seyreltilmiş özütün gövde boyunda önemli artış meydana getirmiştir.

Kavun fide gövdelerinde uzunluk miktarı 1/8 oranında seyreltilmiş özütte artmışken, bütün uygulamalarda kontrole göre juglon, özüt (saf), 1/4 oranında seyreltilmiş özütlerde ise gövde gelişimi daha azdır. 1/2 oranında seyreltilmiş özütün gövde gelişimi kontrol parseliyle aynıdır (Tablo 1). Kavun fide yaprak uzunluk miktarı 1/8 oranında seyreltilmiş özütte artmışken, bütün uygulamalarda kontrole göre juglon, özüt (saf), 1/2 oranında seyreltilmiş özütlerde ise yaprak gelişimi daha azdır. 1/4 oranında seyreltilmiş özütün yaprak gelişimi kontrol parseliyle aynıdır (Tablo 1). Juglon ve ceviz yaprak özütlerinin kavunda çiçek sayısı ve meyve ile ilgili parametreler üzerine etkilerinde kavun çiçek sayısı / bitki miktarında 1/8 oranında seyreltilmiş özütte çiçek sayısı artmışken, bütün uygulamalarda kontrole göre juglon, saf özüt, 1/2 oranında seyreltilmiş özütler de ise çiçek sayısı daha azdır. 1/4 oranında seyreltilmiş özütün çiçek sayısı kontrol parseliyle aynıdır (Tablo 1). Kavunda meyve ağırlığı kontrol muamelesinde ve 1/8 oranında seyreltilmiş özütte meyve ağırlığı artmışken bütün uygulamalarda kontrole göre juglon, saf özüt,1/4 oranında seyreltilmiş özüt, 1/2 oranında seyreltilmiş özütler de ise meyve ağırlığı azdır (Tablo 1).

Tablo 1. *Juglon ve ceviz yaprak özütlerinin kavunda vegetatif ve genaratif parametreler üzerine etkileri*

Özütler	Glikoz oranı (mg/dL)	Çiçek sayısı/ Bitki	Ağırlık (g)	Meyve et kalınlığı (cm)	Meyve ev uzunluğu (cm)	Meyve ev genişliği (cm)	Meyve sayısı / Bitki	Fidelerin gövde uzunluğu (cm)	Fidelerin yaprak uzunluğu (cm)	Kol uzunluğu (cm)/ Bitki sayısı	Çiçek sayısı/ Bitki sayısı
1/8 özüt	250	18	1885	4	8.6	5.3	6	3.33	3.33	27	18
1/4 özüt	500	16	1446.6	3.6	8.1	6	5	2.83	3	27	15
1/2 özüt	2000	15	1096.6	3.4	7.6	5.3	5	3	2.83	30	15
Saf özüt	250	14	1188.3	3.3	8.3	6.5	4	2.66	2.66	26	14
Kontrol (saf su)	1000	16	1995	4.1	10	6.3	6	3	3	26	16
junglon (0,1mM)	100	12	1493.3	4	9.1	6.1	3	2.63	2.5	24	12

Kavun da glikoz oranı en yüksek 1/2 özütte, en düşük ise junglon da görülmüştür. Özütler seyreltildikçe glikoz oranı artmıştır (Tablo 1). Kavunda meyve et kalınlığı kontrol ve 1/8 oranında seyreltilmiş özütte meyve et kalınlığı artmışken bütün uygulamalarda kontrole göre juglon,

saf özüt, ,1/4 oranında seyreltilmiş özüt 1/2 oranında seyreltilmiş özütler de ise meyve et kalınlığı azdır (Tablo 1). Kavunda meyve ev uzunluğu kontrol muamelesinde ve juglon'da meyve ev uzunluğu artmışken bütün uygulamalarda kontrole göre saf özüt, 1/8 oranında seyreltilmiş özüt, 1/4 oranında seyreltilmiş özüt, 1/2 oranında seyreltilmiş özütler de ise meyve ev uzunluğu azalmıştır (Tablo 1). Kavunda meyve ev genişliği saf özüt muamelesinde ve juglon'da meyve ev genişliği artmışken bütün uygulamalarda saf özüte göre kontrol, 1/8 oranında seyreltilmiş özüt, 1/4 oranında seyreltilmiş özüt, 1/2 oranında seyreltilmiş özütler de ise meyve ev genişliği azalmıştır (Tablo 1). Kavunda meyve sayısı kontrol muamelesinde ve 1/8 oranında seyreltilmiş özütte meyve sayısı artmışken bütün uygulamalarda kontrole göre juglon, saf özüt, 1/4 oranında seyreltilmiş özüt, 1/2 oranında seyreltilmiş özütler de ise meyve sayısı azdır (Tablo 1). Kol uzunluğu / bitki miktarında 1/2 özütte artış varken 1/4 özüt ile 1/8 özütte bitki kol uzunluğu aynı, saf özüt ve kontrol (saf su) da ise kol uzunluğu aynı juglon'da ise kol uzunluğunda azalma var. Kol uzunluğunda ise yalnız 1/2 özütte artış vardır. En düşük kol uzunluğu juglon da görülmüştür (Tablo 1). Çiçek sayısında ise kontrol, 1/8 özütlerde artış var. 1/2 özüt ile 1/4 özütte çiçek sayısı aynı. juglon, saf özütte ise azalış görülmüştür. En düşük çiçek sayısı juglon da görülmüştür (Tablo 1). Juglon ve ceviz yaprak özütlerinin kavunda generatif ve vejetatif parametreleri üzerine etkili olmuştur. Yapılan bazı çalışmalarda; Her ne kadar kavun üzerinde juglon'un allelopatik etkisi önceden rapor edilmişse de, juglon'un diğer bazı bitkiler üzerinde olumlu etkisinden bahsedilmektedir (Aybak, 1999; Özkan, 1995). Kavunda, kök gövde uzaması, taze ve kuru ağırlık; çimlenme öncesi uygulama da kontrole göre 10^{-3} M'da artmıştır. Çimlenme sonrası uygulamada ise kök, gövde uzaması, taze ve kuru ağırlık kontrole göre bütün juglon konsantrasyonları da azalmıştır. Her ne kadar kavun üzerinde juglonun olumlu allelopatik etkisi önceden hariç rapor edilmemişse de juglonun diğer bazı bitkiler üzerinde olumlu etkisinde bahsedilmektedir (Aybak, 1999; Özkan, 1995). Karpuz ve kavun aynı familyadan yakın türler olmalarına rağmen juglondan etkilenmeleri benzer değildir. Karpuz tohumlarının çimlenmesi saf özütte engellenmiş fide büyümesi de hem özüt hem de juglon tarafından indirgenmiştir. Kavun ise tam tersine gerek juglon gerekse özütler tarafından olumlu etkilenmiştir. Yapılan bu çalışmada vegetatif ve generatif bitki gelişimi üzerindeki etkisini saptamak için bir bitkideki kol uzunluğu, Çiçek sayısı, meyve sayısı, meyve et kalınlığı ve meyve ev uzunluğu, meyve ev genişliği değerleri ölçülmüştür elde edilen sonuçlara göre yapılan değerlendirmelerde ekim ve dikim mesafeleri etkili olduğu gibi bazılarında önemsiz olduğunu bildirmişlerdir (Abak ve ark.,1991). Kavunda çenek yapraklar kontrolde olduğu gibi bütün juglon konsantrasyonların da %100 açılmıştır. Bu olumlu etkinin bir tezahürüdür. Kavunda juglonun çenek yapraklarının açılım yüzdesi ile

ilgili olarak herhangi bir çalışmaya bugüne kadar rastlanılmamıştır. Bir ilk çalışmadır (Piedrahita, 1984).

Deneme sonuçlarına göre elde edilen veriler şunu göstermiştir ki; juglon, farklı ceviz yaprak özütlerinin Galia – F1 kavun çeşitleri üzerinde olumlu etkisi görülmüştür. Özelikle 1/8 oranında seyreltilmiş özütte bitkinin gelişimi deneme boyunca gözlenmiştir, 1/8 oranındaki seyreltilmiş özüt; kontrol, juglon, 1/2 özüt, 1/4 özütte göre daha iyi bir gelişim göstermiştir. Kavun da glikoz oranı en yüksek 1/2 özütte, en düşük ise junglon da görülmüştür. Özütler seyreltildikçe glikoz oranı artmıştır Deneme boyunca hiç kimyasal madde kullanılmamıştır. İlk hasat 19 Ağustos 2006 tarihinde yapılmıştır. Kavun tohumlarının çimlenmesi juglon'a karşı toleranslı olduğu gibi, fide büyümesi de juglondan olumlu yönde etkilenmiştir. Bu sebeple ceviz ağaçlarının bulunduğu bahçe veya tarlada kavun yetiştirilmesinin bir mahsuru olmadığını, organik tarım olarak kapama ceviz bahçelerinde kavun yetiştiriciliği yapabiliriz, bilakis olumlu sonuç alınabileceğini söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Abak, K., sarı, N., Pakyürek, Y. Ve Büyükalaca, S., 1991. Sera Kavun Yetiştiriciliğnde malç ve farklı budama yöntemlerinin verim, erkencilik ve meyve iriliği üzerine etkileri.Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 1991. 6 (4): 39-50

Aksakal, O. (2013). Assessment of paraquat genotoxicity on barley (Hordeum vulgare L.) seedlings using molecular and biochemical parameters. Acta physiologiae plantarum, 35, 7, 2281-2287.

Alam, S. M., Azmi, A.R., Ali, S.A. (1990). Effect of purple nutsedge (Cyperus Rotundus L.) leaf extracts on germination and seedling growth of wheat. Pakistan Journal of Sciense and Industrial Research 33(5/6) : 835

Alam, S.M. (1990). Effect of wild plant extracts on the germination and seedling growth of wheat . Rachis 9(2): 12-35.

Anonim. (2015). Toprak Analizi Sonuçları. Kütahya Ziraat Odası Başkanlığı, Kütahya.

Anonim. (2017). İklim Verileri. Kütahya Meteoroloji İl Müdürlüğü, Kütahya.

Aybak, H.Ç. (1999). Hasat Dergisi,Yıl: 14 Sayı:168. s.19.

Azmi, A.R., Alam, S.M. (1989). Effect of some wild plant residues on germination and growth of wheat cultivars. Cereal research communications 17(1):25-27

Bhowmik, P.C., Doll, J. D. (1982). Allelopathic effects of annual weed residues on growth and nutrient uptake of corn and soybeans. Agronomy journal 74:601-601.

Bozari, S., Aksakal, O. (2013). Application of random amplified polymorphic DNA (RAPD) to detect genotoxic effect of trifluralin on maize (Zea mays). Drug and Chemical Toxicology, 36, 2, 163-169.

Cenkci, S., Yildiz, M., Cigerci, I.H., Konuk, M., Bozdag, A. (2009). Toxic chemicals-inducedgenotoxicity detected by random amplified polymorphic DNA (RAPD) in bean (Phaseolus vulgaris L.) seedlings. Chemosphere, 76, 7, 900-906.

Cline, S. and Neely, D. (1984). Relationship between juvenile-leaf resistance to anthracnose and the presence of juglone and hydrojuglone glucoside in black walnut. Phytopathology. 74, 185–188.

Davis, E.F. (1928). The toxic principle of Juglans nigra as identified with synthetic juglone and its toxic effects on tomato and alfalfa plants. Am. J. Bot. 15, 620.

Funk, D .T., Case, P. J, Rietveld, W .J., Phlares, R. E. (1979). Effects of juglone on the growth of coniferous seedlings. Forest Science, 25, 452- 454.

Gupta, S.R., Ravindranath, B. and Seshadri, T.R. (1972). Polyphenols of Juglans nirgra. Phytochemistry. 11, 2634–2636.

Hejl, A.M., Einhellig, F.A. and Rasmussen , J.A. (1993). Effects of juglone on growth, photosynthesis and respiration, Journal of Chemical Ecology, 19, 559-568,

Islam, A. K. M., Widhalm, J. R. (2020). Agricultural Uses of Juglone: Opportunities and Challenges. Agronomy, 10(10), 1500.

Jose, S., Holzmueller, E. (2008). Black walnut allelopathy: implications for intercropping. In Allelopathy in sustainable agriculture and forestry (pp. 303-319). Springer, New York, NY.

Kobayashi, K., Itaya, D., Mahatamnuchoke, P., Pornprom, T., (2008) . Allelopathic potential of itchgrass (Rottboellia exaltata L. f.) powder incorporated into soil. Weed Biol Manag, 8, 1, 64-68.

Lee, K. C, Campbell, R .W. (1969). Nature and occurrence of juglone in Juglans nigra L. Horticultural Science, 4, 297-298.

Massey, A.B. (1925). Antagonism of the walnuts (Juglans nigra L. and J. cinerea L.) in certain plant associations. Phytopathology. 15, 773–784

Mutlu, S., Atici, O. (2009). Allelopathic effect of Nepeta meyeri Benth. extracts on seed germination and seedling growth of some crop plants. Acta Physiologiae Plantarum, 31,1, 89-93.

Özkan, Y. (1995). Ilıman İklim Meyveleri Ders Notları. s.96-103.

Piedrahita, O. (1984). Black walnut tokixity, Factsheet, 11, 7-8.

Rice, E.L. (1979). Allelopathy-an update, The Botanical Review, 45, 15-109.

Rice, E.L. (1983). Allelopathy. Second Edition. Academic Press. 1-7, 422 p.

Rice, E.L.(1984). Allelopaty, Academic press,New York.

Rietveld, W. J. (1983). Allelopathic effects of juglone on germination and growth of several herbaceous and woody species. Journal of Chemical Ecology, 9, 295-308.

Rizvi, S.J.H., Rizvi,V. (1992). Allelopathy, Chapman and Hall, 480, London.

Segura-Aguilar, J., Hakman, I., Rydström, J. (1992). The effect of 5 OH- 1,4-Naphthoquinone on Norway spruce seeds during germination. Plant Physiology, 100, 1955-1961

Bölüm 9

ÇİNKO SÜLFAT VE FE-EDDHA GÜBRELEMESİNİN BAZI ÇELTİK ÇEŞİTLERİNDE GELİŞMEYE, KLOROFİL KAPSAMINA VE SPAD METRE DEĞERLERİNE ETKİSİ[1]

Güney AKINOĞLU[a*]

Ahmet KORKMAZ[a]

Ayhan HORUZ[a]

İlkay ÇOKA[b]

1 [a]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, TÜRKİYE

[b]Mersin Üniversitesi Gülnar Mustafa Baysan Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mersin, TÜRKİYE

ORCID ID Dr. Güney AKINOĞLU: 0000-0003-4624-2876

ORCID ID Prof. Dr. Ahmet KORKMAZ: 0000-0001-5595-0618

ORCID ID Doç. Dr. Ayhan HORUZ: 0000-0002-8338-3208

ORCID ID Ziraat Yüksek Mühendisi İlkay ÇOKA: 0000-0001-8387-8457

Bu çalışma Güney Akınoğlu'nun doktora tezinden üretilmiştir.

Doktora tezi: Bazı çeltik (O*ryza sativa* L.) çeşitlerinin çinko ve demir noksanlığı ile demir toksisitesine toleranslarının belirlenmesi, **Danışman:** Prof. Dr. Ahmet Korkmaz, **Enstitü:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, **Doktora Tez Savunma Tarihi:** Temmuz, 2020

1. GİRİŞ

Çinko bütün canlı organizmalar için hayati önem taşıyan bir mikro elementtir. Bu element protein sentezi, şekerin nişastaya dönüşümü, karbonhidrat ve oksin metabolizması, polen formasyonu, bitkiye bazı patojen enfeksiyonlarına karşı direnç sağlama ve antioksidatif koruyucu gibi pek çok biyolojik işlemlerde ve hücresel metabolizmanın birçok reaksiyonlarında görev alır (Alloway, 2004; Clemens, 2006; Broadley ve ark., 2007).

Çinko, tüm organizmalar için gerekli bir elementtir ve enzimler ile proteinlerin kritik komponentidir (Marschner, 1995), enzimler ile substrat bağları arasında bağlanma ve yönlendirmede rol oynamaktadır (Çakmak, 2000). Çinko, özellikle karbonik asit anhidraz ile süperoksit dismutaz enzimlerini aktifleştirir; bu enzimlerin kloroplasta lokalize olduğu belirlenmiştir (Jakobsan ve ark., 1975; Marschner, 1995). Ayrıca çinko bitkide doğrudan RNA sentezine katkıda bulunur ve çinko noksanlığında RNA sentezinin ve buna bağlı olarak protein üretiminin durduğu bildirilmiştir (Price, 1962). Bitkilerin çinko ihtiyaçları farklıdır. Bazı bitkiler çok az çinko ile yaşamlarını sürdürürken, bazı bitkiler yüksek düzeyde çinkoya ihtiyaç duyarlar.

Çinko eksikliği, çeltik fidelerinin gelişme ortamına dikiminden genellikle 2 ila 3 hafta sonra ortaya çıkan çoklu semptomlara neden olur. Bu semptomlar: genç yaprakların tabanında sararmalar ve yaşlı yaprakları tamamen kaplayacak şekilde oluşan paslı kahverengi lekeler ve çizgilerdir. Ayrıca çinko noksanlığında, bitkiler bodur kalır ve gelişim sekteye uğrar. Çinko noksanlığının çok şiddetli görülmesi halinde bitki yaşamı son bulabilir. Hayatta kalan bitkilerde ise kardeşlenme azalır ve olgunlaşma gecikir. Nihayetinde bitki veriminde kayda değer azalmalar görülür (Yoshida ve Tanaka, 1969; Van Breemen ve Castro 1980; Neue ve Lantin, 1994). Çinko eksikliği nedeniyle bitki verimlerinde görülen azalmalar çeltik çeşitlerine göre farklılık gösterir. (Forno ve ark., 1975).

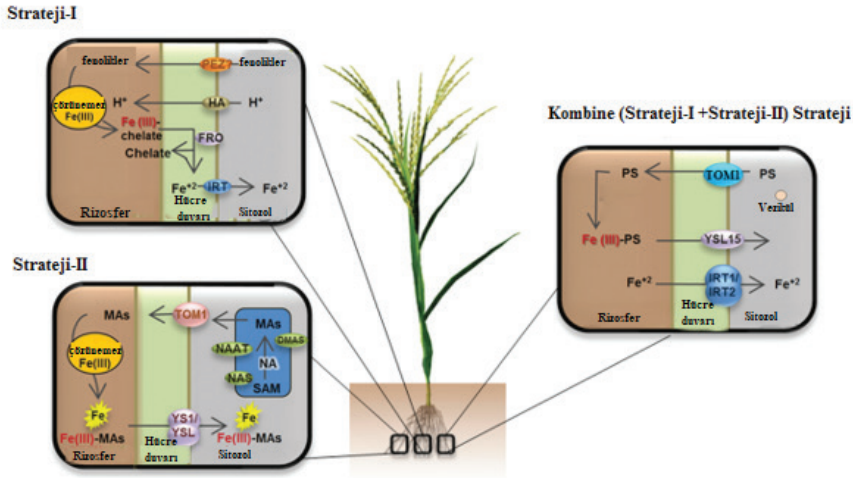
Şekil 1. Çeltik bitkisi yaprağında çinko noksanlığı semptomu (Dobermann ve Fairhurst, 2000)

Cayton ve ark. (1985), toprakta çinko noksanlığına toleranslı çeltik çeşitlerinin daha düşük Zn gereksinimine sahip olabileceğini veya bitki köklerinden sürgünlere nispeten daha fazla çinko transloke olabileceğini rapor etmişlerdir. Bowen (1986), toprakta çinko (Zn) noksanlığına duyarlılık bakımından çeltik (*Oryza sativa* L.) çeşitlerinin büyük farklılıklar gösterdiğini bildirmiştir.

Bitkiler için demirin temel bir besin elementi olduğu ilk kez E. Griss (1843) isimli araştırıcı tarafından ortaya konulmuştur. Demir, genellikle bir mikro besin elementi olarak kabul edilmektedir. Bitkilerin mikrobesinlere olan gereksinimi miktar olarak az olsa da, bu besinler mahsulün büyüme ve gelişmesini doğrudan etkiler. Demir; klorofil biyosentezi, fotosentez, solunum, DNA sentezi, protein sentezi ve nitratların amonyağa indirgenmesi gibi bitkinin birçok hücresel fonksiyonunda görev alan mutlak gerekli bir elementtir (Ishimaru ve ark., 2006; Kumar ve ark., 2013). Ek olarak, demir; sitokrom, katalaz, peroksidaz, Fe-S (ferrodoksin), akonitaz, süperoksit dismutaz enzimi de dahil hem proteini gibi hücresel redoks sisteminin ana maddesidir (Marschner, 1995).

dos Santos ve ark. (2017) yaptıkları bir çalışmada çeltikte demirin absorpsiyonu ve taşınımını incelemişlerdir. Araştırıcılar, Palmer ve Guerinot (2009); Kobayashi ve Nishizawa (2012); Bashir ve ark. (2013) tarafından verilen bilgilere göre, çeltik bitkisinin demiri absorbe etme ve taşıma yönünden Strateji-I ve Strateji-II bitkilerinin kombine özelliklerini gösterdiğini belirtmişlerdir. Şekil 3.5'ten görüleceği üzere, çeltik bitkisi-

nin rizosfer ortamına H^+ iyonu vererek çözünemez formdaki Fe^{+3}'ü çözmesi ve ayrıca ferrik redüktaz oksidaz enzimi sayesinde Fe^{+3}'ün, Fe^{+2}'ye indirgenip hücre içerisine alınması Strateji-I bitkilerinin özelliğidir. Diğer yandan, çeltik bitkisinin köklerinden fitosiderofor salgılaması ve bu sayede çözünemez formdaki Fe^{+3}'ün çözünürlüğünü sağlayarak, Fe^{+3}'ün hücre içerisine alınmasını sağlaması Strateji-II bitkilerinin bir özelliğidir. Dolayısıyla araştırıcılar, demir alımı ve taşınımı yönünden çeltik bitkisinin, hem Strateji-I hem de Strateji-II bitkileri gibi davrandığını ve bu iki özelliğin bitkide kombine ortaya çıktığını belirtmişlerdir.



Şekil 2. *Çeltikte demirin absorpsiyonu ve taşınımı (Palmer ve Guerinot, 2009; Kobayashi ve Nishizawa, 2012; Bashir ve ark., 2013)*

Ellsworth ve ark. (1997), Fe eksikliğine karşı alınabilecek kültürel önlemler arasında Fe'nin toprak ve yapraktan uygulanması ilk sırada yer aldığını belirtmişler; ancak bu uygulamaların pahalı, çevre dostu olmayan ve sürdürülemez bir alternatif olduğunu ifade etmişlerdir. Öte yandan birçok faktörün, demirli gübrelerin etkinliğini değiştirebileceğini rapor etmişlerdir. Dahası, gübreleme uygulamasının genellikle organik materyal ile şelatlamayı gerektirdiğini; ancak bu şelatların genellikle pahalı olup, verimliliklerin de bir zaman sonra hızla azaldığı bildirilmiştir. Sorunun nihai çözümünün ise Fe noksanlığı koşulları altında iyi verim gösteren Fe-etkin genotipleri kullanmak olduğunu bildirmişlerdir.

Fernandez ve ark. (2006), bitkide Fe klorozu problemini azaltmak için yapraktan demirli gübreleme uygulaması ve Fe-EDDHA'nın tohum ile muamelesi gibi çeşitli yaklaşımlar öne sürmüşlerdir. Bununla birlikte, bu tekniklerin yüksek maliyetli olup, bitkilerin Fe beslenmesini her zaman iyileştirmediği belirtilmiştir. Bu nedenle, çeşit seçiminin daha alternatif bir yaklaşım olduğu düşünülmektedir.

Ma ve ark. (2003), bitkide Fe eksikliğine bağlı klorozu kontrol etmek için çeşitli agronomik yaklaşımlar önermiştir. Bu agronomik yaklaşımlar arasında; Demir şelatları ve $FeSO_4$ gibi Fe bileşiklerinin yaprak ve topraktan uygulamaları, sülfürik asit gibi kimyasal maddenin toprağa uygulanması ve kloroza dirençli genotip veya anaçların kullanılması yer almaktadır.

Richardson ve ark. (2002), bitkide klorofil konsantrasyonu ve kloroz derecesinin iyi bir göstergesi olan SPAD metre ölçümlerinin önemli olduğunu vurgulamıştır. Sudahono ve ark. (1994) yaprakta klorofil değerlerinin, sadece kloroz derecesi hakkında bilgi vermekle kalmadığını; aynı zamanda genotiplerin Fe klorozuna karşı farklı davranışları hakkında da bilgi verebileceğini rapor etmiştir. Kumar ve ark. (2013), SPAD okuma değerlerinin, bitkilerde klorofil konsantrasyonunun dolaylı ölçümleri olduğunu belirterek; SPAD okuma değerinin ne kadar yüksek bir değeri gösterir ise, yaprak kloroz derecesinin de o derece düşük bir sayı değerini göstereceğini bildirmiştir.

Bu çalışmanın amacı, çinko sülfat ve Fe-EDDHA gübrelemesinin bazı çeltik çeşitlerinde gelişmeye, klorofil kapsamına ve SPAD metre değerlerine etkisini belirlemektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Deneme toprağının alındığı yer ve toprağın denemeye hazırlanması

Sera denemelerinde bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılan toprak materyali; Samsun ilinin Bafra ilçesinde bulunan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesine bağlı Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin mevcut bir lokasyonundan (41º 33'K, 35º 51'D) temin edilmiştir. Sera denemelerinde 4 mm'lik elekten elenmiş toprak kullanılmıştır. Ayrıca, toprak örneği 2 mm'lik elekten geçirilerek, bazı fiziksel ve kimyasal analize tabi tutulmuştur.

2.2. Toprak analizinde kullanılan yöntemler

Toprak örneğinde tekstür, Bouyoucous (1951)'a; pH ve EC, Richards (1954)'a; organik madde, Nelson ve Sommers (1982)'e; kireç, Çağlar (1949)'a; toplam azot içeriği, Bremner ve Mulvaney (1982)'e; alınabilir fosfor, Olsen ve ark. (1954)'na; alınabilir sodyum (Na) ve potasyum (K), Jackson (1958)'a; alınabilir Ca ve Mg miktarları, Thomas (1982)'a; Lanyon ve Heald (1982)'a; DTPA'da ekstrakte edilebilir metalik mikro elementler (Fe, Mn, Zn, Cu), Lindsay ve Norvell (1978)'e göre belirlenmiştir.

2.3. Denemeler

Çinko sülfat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) denemesi, 5×2 (çeşit×çinko dozu) faktöriyel deneme deseni şeklinde yürütülmüştür. Toprağa uygulanan çinko sülfat dozları: a) Kontrol (Zn:0), b) 5 mg Zn kg^{-1} şeklindedir.

Fe-EDDHA denemesi, 5×2 (çeşit× Fe-EDDHA dozu) faktöriyel deneme deseni şeklinde yürütülmüştür. Toprağa uygulanan Fe-EDDHA dozları: a) Kontrol (Fe:0), b) 7 mg Fe kg^{-1} şeklindedir.

Denemelerde kullanılan çeltik çeşitleri: Biga İncisi, Osmancık-97, Hamzadere, Ronaldo, Edirne'dir. Denemelerde her muamele 3 tekerrürlü yapılmıştır. Mutlak kuru ağırlıktaki 750 gram toprak her bir saksıya konulmuştur.

Çeltik tohumları % 5.0'lık (v/v) sodyum hipoklorit (NaClO) çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilerek, tohumların sterilizasyonu sağlanmıştır. Daha sonra çeltik tohumları deiyonize su ile yıkanıp nemli bez torbalarda çimlendirilmiştir. 5 farklı çeltik çeşidine ilişkin çimlenmiş tohumlar, toprak ile dolu olan plastik saksılara her saksıda 10 tohum olacak şekilde ekilmiştir. Bitki çıkışlarından sonra her saksıda 5 adet kalacak şekilde bitki seyreltme işlemi yapılmıştır.

Çinko sülfat denemesinde dikim öncesi 100 mg N kg^{-1} [$(NH_4)_2SO_4$ formunda], 50 mg P kg^{-1} (KH_2PO_4 formunda), 150 mg K kg^{-1} (K_2SO_4 formunda) ve 7 ppm Fe (Fe-EDDHA) formunda uygulanmıştır. Çeltik bitkileri kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde iken bütün saksı topraklarına aynı miktarda olmak üzere 100'er mg N kg^{-1} amonyum sülfat formunda verilmiştir. Aynı şekilde, Fe-EDDHA denemesinde dikim öncesi yukarıda belirtilen dozlarda N, P, K ve ayrıca 5 ppm Zn ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ formunda) uygulanmıştır.

Denemelerde saksılardaki su seviyesi toprak yüzeyinden itibaren 3 cm su katmanı olacak şekilde tutulmuştur. Deneme 80. gün sonunda hasat edilmiştir. Hasat edilen çeltik bitkileri saf su ile yıkanıp, 48 saat süresince 65ºC'ye ayarlı bir etüvde kurutulmuştur. Kurutulan bitkilerin sap kuru madde ağırlıkları tespit edilmiştir.

Hasattan önce portatif SPAD metre cihazı (Konica Minolta SPAD-502 Plus) ile yaprakların tam ortasından okuma ölçümleri alınarak, bitkilerin SPAD metre okuma değerleri belirlenmiştir.

Taze yaprak örneklerinde toplam klorofil konsantrasyonları aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Hesaplanan analiz sonuçları bitkide mg/g taze madde (TM) olarak ifade edilmiştir (Arnon, 1949; Witham ve ark., 1971).

$$\text{Toplam klorofil, mg / g TM} = [(20.2*A_{645}) + (8{,}02*A_{663})]*V / (1000*w)$$

Burada;

A_{663} = 663 nm'deki absorbans okuma değeri

A_{645} = 645 nm'deki absorbans okuma değeri

V= Son hacim, mL

w = Örnek miktarı, g TM

2.4. İstatistiksel Analizler

Her iki deneme de 5x2 faktöriyel deneme desenine göre kurulmuş olup, her denemeye ait sonuçlar SPSS 17.0 paket programından yararlanılarak varyans analizine ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Denemelerde kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi

Her iki denemede de kullanılan toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Lindsay ve Norvell (1978)'e göre deneme toprağında alınabilir Fe, Mn, Zn ve Cu kapsamları düşük bulunmuştur. Ayrıca bu toprak, hafif alkalin karakterli, tuzsuz; organik madde kapsamı yönünden fakir; kireç kapsamı yüksek; toplam azot kapsamı yönünden çok fakir; yarayışlı fosfor kapsamı bakımından yeterli düzeyde; yarayışlı potasyum kapsamı yönünden çok fakir olup, kumlu tın tekstür sınıfına sahip bir topraktır.

Çizelge 1. *Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri*

Toprak özellikleri	Değer
pH (1:2.5 Toprak: saf su)	7,38
EC (1:2.5 Toprak: saf su), µS /cm	186.4
Kireç, ($CaCO_3$) %	15.30
Organik Madde, %	1.18
Kum, %	62
Kil, %	17
Silt, %	21
Toplam Azot (N), %	0.045
Yarayışlı fosfor (P), mg kg^{-1}	12.23
Yarayışlı potasyum (K), mg kg^{-1}	0.25
Alınabilir Na, me / 100 g	0.28
Alınabilir Ca, me / 100 g	20.2
Alınabilir Mg, me / 100 g	5.0
Alınabilir Fe, mg kg^{-1}	1.50

Alınabilir Mn, mg kg^{-1}	0.27
Alınabilir Zn, mg kg^{-1}	0.26
Alınabilir Cu, mg kg^{-1}	0.50

3.2. Çinko sülfat ve Fe-EDDHA gübrelemesinin bazı çeltik çeşitlerinde sap kuru madde miktarına etkisi

Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan çinko sülfatın sap kuru madde miktarına etkisine ilişkin değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. *Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan çinko sülfatın sap kuru madde miktarına etkisi*

Çeltik çeşidi	Bitki sap kuru madde miktarı (g / saksı)		
	Zn 0 (Kontrol)	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (5.0 mg Zn kg^{-1})	Ortalama
Biga incisi	11.38	12.25	11.81A
Osmancık-97	11.62	10.40	11.01B
Hamzadere	8.38	9.92	9.15C
Ronaldo	6.87	6.60	6.73D
Edirne	14.27	11.65	12.96A
Ortalama	10.50	10.16	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan çinko sülfatın sap kuru madde miktarına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. *Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan çinko sülfatın sap kuru madde miktarına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları*

Varyasyon kaynakları							
Çeşit		Çinko sülfat dozu		Çeşit × çinko sülfat dozu interaksiyonu		Hata	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
4	35.88**	1	0.870	4	4.125	20	1.869

**p<0.01; *p<0.05 SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması

Çizelge 3'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere, çeşidin sap kuru madde miktarına etkisi p<0.01 seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna karşın, çinko sülfat uygulamasının ve çeşit×çinko sülfat interaksiyonunun sap kuru madde miktarına etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çinko sülfat gübrelemesi yapılan bazı çeltik çeşitlerinde sap kuru madde miktarlarına ilişkin genel ortalamalar dikkate alındığında en iyi gelişme Edirne çeltik çeşidinde; en az gelişme ise Ronaldo çeltik çeşidinde gözlenmiştir. Çeltik çeşitleri Edirne ~ Biga incisi > Osmancık-97

> Hamzadere > Ronaldo şeklinde vejetatif gelişme göstermiştir. Taban ve Kacar (1991), çeltik topraklarına uyguladıkları 0, 0.5, 1.0, ve 2.0 mg kg^{-1} çinkonun, Ribe çeltik çeşidinde kuru madde miktarını kontrole göre sırasıyla % 38, % 53 ve % 47 arttırdığını bildirmişlerdir.

Yarayışlı çinko miktarı düşük topraklarda bitkide çinko stresi ürün miktarının ve besin kalitesinin önemli derecede azalmasına sebep olur. Bilindiği gibi besin elementlerinin eksikliğinde bitkiler normal gelişimlerini sürdürememektedirler (Welch, 1995). Ancak, bazı bitkiler bu eksikliklere karşı daha dayanıklıdırlar. Aynı bitkinin çeşitleri arasında bile bu farkları gözlemlemek mümkündür. Günümüzde çoğu çalışmalar bu doğrultudadır (Rengel, 2001). Bitkiler eksikliği bulunan elemente yönelik hem kök sistemleri hem de bazı beslenme stratejisi mekanizmaları geliştirmişlerdir, Çinko içinde bu geçerlidir (Hacısalihoğlu, 2003). Bitkilerin çinko ile beslenme düzeyini toprakta çinkonun bulunma formlarının da etkilediği bildirilmektedir (Obrador ve ark., 2003). Diğer yandan, Aydeniz ve ark. (1978) ise, Çorum, Edirne ve Ankara yöresinde çeltik tarımı yapılan alanlardan alınan topraklarda yaptıkları denemede, çeltik bitkisinin kuru madde miktarı üzerine toprağa artan miktarlarda verilen çinko sülfat ve Zn-EDDHA'nın önemli bir etkisi olmadığını bildirmiştir.

Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan Fe-EDDHA'nın sap kuru madde miktarına etkisine ilişkin değerler Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. *Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan Fe-EDDHA'nın sap kuru madde miktarına etkisi*

Çeltik çeşidi	Bitki sap kuru madde miktarı (g / saksı)		
	Fe 0 (Kontrol)	Fe-EDDHA (7.0 mg Fe kg^{-1})	Ortalama
Biga incisi	13.09b	12.25bc	12.67A
Osmancık-97	10.87cd	10.40cd	10.63B
Hamzadere	7.55e	9.92d	8.74C
Ronaldo	6.38e	6.60e	6.49D
Edirne	15.37a	11.65bcd	13.51A
Ortalama	10.65	10.16	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan Fe-EDDHA'nın sap kuru madde miktarına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. *Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan Fe-EDDHA'nın sap kuru madde miktarına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları*

Varyasyon kaynakları							
Çeşit		Fe-EDDHA dozu		Çeşit× Fe-EDDHA dozu interaksiyonu		Hata	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
4	49.435**	1	1.791	4	7.214**	20	1.362

**p<0.01; *p<0.05 SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması

Çizelge 5'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere çeşidin ve çeşit×-Fe-EDDHA interaksiyonunun sapta kuru madde miktarına etkileri p<0.01 seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ancak bitki sap kuru madde miktarına Fe-EDDHA uygulamasının etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Fe-EDDHA gübrelemesi yapılan bazı çeltik çeşitlerinde sap kuru madde miktarlarına ilişkin genel ortalamalar dikkate alındığında, çinko sülfat gübrelemesi yapılan çeşitlerde görüldüğü gibi en iyi gelişme Edirne çeltik çeşidinde; en az gelişme ise Ronaldo çeltik çeşidinde gözlenmiştir. Çeltik çeşitleri Edirne ~ Biga incisi > Osmancık-97 > Hamzadere > Ronaldo şeklinde vejetatif gelişme göstermiştir. Fe-EDDHA ve çinko sülfat uygulanan denemelerde çeşitlerin sap kuru madde miktarları dikkate alındığında her iki denemede yakın değerler gösterdikleri tespit edilmiştir. Buna göre Ronaldo çeşidi vejetatif gelişme yönünden zayıf bir çeşittir. Buna karşın, Edirne çeşidi ise hızlı gelişen ve daha fazla biyokütle oluşturan bir çeşittir. Bununla birlikte, Biga incisi de Edirne çeşidine yakın bir vejetatif gelişme göstermektedir.

Fe-EDDHA'nın çeltikte sap kuru madde miktarına etkisi çeşitlere bağlı bulunmuştur. Hamzadere ve Ronaldo çeltik çeşitlerinde toprağa Fe-EDDHA uygulaması sap kuru madde miktarını arttırmış; fakat bu artış sadece Hamzadere çeltik çeşidinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna karşın, Biga incisi, Osmancık-97 ve Edirne çeltik çeşitlerinde toprağa Fe-EDDHA uygulaması sap kuru madde miktarını azaltmış; fakat bu azalma sadece Edirne çeltik çeşidinde önemli bulunmuştur. Hamzadere çeltik çeşidinde toprağa Fe-EDDHA uygulaması sap kuru madde miktarını % 31.4 oranında önemli derecede arttırmıştır. Buna karşın, Edirne çeltik çeşidinde toprağa uygulanan Fe-EDDHA sap kuru madde miktarını % 24.2 oranında önemli derecede azaltmıştır. Sonuç olarak, Fe-EDDHA'ya en yüksek olumlu respons gösteren çeşit Hamzadere çeltik çeşididir.

Toprak mikro besin havuzunda bir eksiklik olduğunda, bu mikro element eksikliğine dayanıklı bitki çeşitlerini önermenin yanı sıra, kısa süreli etkin çözüm stratejilerinden birisi de noksanlık gösteren mikro besin elementinin yetiştirilme ortamına yeterli ve dengeli miktarda uygulanmasıdır (Çakmak ve Kutman, 2017).

3.3. Çinko sülfat ve Fe-EDDHA gübrelemesinin taze yaprakta toplam klorofil kapsamına etkileri

Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan çinko sülfatın taze yaprakta toplam klorofil kapsamına etkisine ilişkin değerler Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. *Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan çinko sülfatın taze yaprakta toplam klorofil kapsamına etkisi*

Çeltik çeşidi	Toplam klorofil kapsamı (mg / g taze madde)		
	Zn 0 (Kontrol)	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (5.0 mg Zn kg^{-1})	Ortalama
Biga incisi	1.25	2.52	1.89B
Osmancık-97	1.70	2.45	2.07AB
Hamzadere	1.93	2.69	2.31A
Ronaldo	1.39	2.30	1.84B
Edirne	1.16	2.33	1.75B
Ortalama	1.48	2.45	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan çinko sülfatın taze yaprakta toplam klorofil kapsamına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. *Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan çinko sülfatın taze yaprakta toplam klorofil kapsamına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları*

Varyasyon kaynakları							
Çeşit		Çinko sülfat dozu		Çeşit × çinko sülfat dozu interaksiyonu		Hata	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
4	0.299*	1	7.057**	4	0.084	20	0.076

**p<0.01; *p<0.05 SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması

Çizelge 7'nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, taze yaprakta toplam klorofil kapsamına çeşidin etkisi $p<0.05$ seviyesinde; çinko sülfat dozunun etkisi ise $p<0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna karşın, taze yaprakta toplam klorofil kapsamına çeşit×çinko sülfat dozu interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çeltik çeşitlerinin yaprakta toplam klorofil kapsamlarına ilişkin genel ortalama değerleri dikkate alındığında en düşük toplam klorofil kapsamı Edirne çeşidinde iken; en yüksek Hamzadere çeşidinde saptanmıştır. Çeltik çeşitleri toplam klorofil içerikleri bakımından büyükten küçüğe doğru; Hamzadere, Osmancık-97, Biga incisi, Ronaldo, Edirne şeklinde sıralanmışlardır. Toprağa uygulanan çinko sülfat yaprakta toplam klorofil kapsamını önemli derecede arttırmış, bu artış ise bütün çeltik çeşitlerinde benzer bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada, Humaira ve ark. (2015), JP-05, Swat-I, IRRI-6 ve Basmati-2000 çeltik çeşitlerini çimlendirilip, hidroponik ortamda yetiştirmiştir. Çinko dozlarının (0, 1.0 ve 2.0 µM) çeltik çeşitlerinde bitki boyu, ham protein, klorofil-a ve klorofil-b, toplam çinko ve demir kapsamı üzerindeki etkisi araştırıcılar tarafından incelenmiştir. Araştırma bulguları neticesinde, 1.0 µM çinko dozu ilaveli ortamda IRRI-6 ve Basmati-2000 çeltik çeşitleri, JP-05 ve Swat-I çeltik çeşitlerine kıyasla daha yüksek bitki boyuna ulaşmıştır. 1.0 µM Zn dozunda ham protein içeriği JP-05 ve Basmathi-2000 çeltik çeşidinde maksimum seviyede iken; Swat-1 ve IRRI-6 çeltik çeşidinde maksimum seviyeye 2.0 µM Zn dozunda ulaşmıştır. Çeltik yapraklarının klorofil-a ve klorofil-b içeriklerinde de bu duruma benzer bir olay gözlenmiştir. Li ve ark. (1999), çeltik bitkisinde klorofil içeriğinin ve net fotosentetik oranının Zn eksikliği nedeniyle önemli ölçüde azaldığını bildirmiştir. Çinko, klorofilin biyosentez yolunda işlev görev bazı enzimlerin tetiklenmesinde önemli bir rol üstlenir (Ayad ve ark., 2010). Mousavi (2011), Zn'nin yaprak veya topraktan uygulanmasının, klorofil biyosentezini arttırdığını bildirmiştir. Çinko sülfat monohidratın toprağa uygulanma dozu arttıkça, çeltik bitkisinin taze yapraklarında toplam klorofil içeriğinin de arttığı bildirilmiştir (Arif ve ark., 2012). Toprak veya yapraktan uygulanan çinkolu gübrelerin buğday (*Triticum* spp.) bitkisinde toplam klorofil içeriğini kontrol uygulamalarına (Zn:0) kıyasla arttırdığı bildirilmiştir (Kandoliya ve ark., 2018).

Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan Fe-EDDHA'nın taze yaprakta toplam klorofil kapsamına etkisine ilişkin değerler Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. *Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan Fe-EDDHA'nın taze yaprakta toplam klorofil kapsamına etkisi*

Çeltik çeşidi	Toplam klorofil kapsamı (mg / g taze madde)		
	Fe 0 (Kontrol)	Fe-EDDHA (7.0 mg Fe kg^{-1})	Ortalama
Biga incisi	2.34abc	2.52ab	2.43A
Osmancık-97	2.17abc	2.45abc	2.31A
Hamzadere	1.95bc	2.69a	2.32A

Ronaldo	1.23d	2.30abc	1.76B
Edirne	1.99bc	2.33abc	2.16A
Ortalama	1.93	2.45	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan Fe-EDDHA'nın taze yaprakta toplam klorofil kapsamına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. *Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan Fe-EDDHA'nın taze yaprakta toplam klorofil kapsamına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları*

Varyasyon kaynakları							
Çeşit		Fe-EDDHA dozu		Çeşit× Fe-EDDHA dozu interaksiyonu		Hata	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
4	0.409**	1	2.044**	4	0.210*	20	0.075

**p<0.01; *p<0.05 SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması

Çizelge 9'un incelenmesinden anlaşılacağı üzere çeşidin, Fe-EDDHA dozunun taze yaprakta toplam klorofil kapsamına etkileri p<0.01 seviyesinde; çeşit×Fe-EDDHA dozu interaksiyonunun etkisi ise p<0.05 seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çeltik çeşitlerinin yaprakta toplam klorofil kapsamlarına ilişkin genel ortalama değerleri dikkate alındığında en düşük toplam klorofil kapsamı Ronaldo çeşidinde iken; en yüksek Biga incisi çeşidinde saptanmıştır. Çeltik çeşitleri toplam klorofil içerikleri bakımından büyükten küçüğe doğru; Biga incisi, Hamzadere, Osmancık-97, Edirne, Ronaldo şeklinde sıralanmışlardır. Toprağa uygulanan Fe-EDDHA yaprakta toplam klorofil kapsamını önemli derecede arttırmış, fakat bu artışlar çeltik çeşitlerine göre farklılık göstermiştir. Toprağa uygulanan Fe-EDDHA Biga incisi yapraklarında toplam klorofil kapsamını %7.69; Osmancık-97'de %12.9; Hamzadere'de %37.94; Ronaldo'da %86.99; Edirne'de %17.08 oranlarında arttırmıştır. Fe-EDDHA uygulamasıyla toplam klorofil kapsamında sağlanan bu artışlar Biga incisi, Osmancık-97 ve Edirne çeltik çeşitlerinde istatistiksel olarak önemsiz; buna karşın, Hamzadere ve Ronaldo çeşitlerinde önemli bulunmuştur.

Topraktan veya yapraktan uygulanan demirli gübrelerin buğday (*Triticum* spp.) bitkisinde toplam klorofil içeriğini kontrol uygulamalarına kıyasla arttırdığı bildirilmiştir (Kandoliya ve ark., 2018).

3.4. Çinko sülfat ve Fe-EDDHA gübrelemesinin yaprakta SPAD metre değerlerine etkileri

Bazı çeltik çeşitlerinde topraktan $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ gübrelemesinin taze yaprakta ölçülen SPAD metre değerlerine etkisi Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10. *Bazı çeltik çeşitlerinde topraktan $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ gübrelemesinin taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerine etkisi*

Çeltik çeşidi	SPAD metre okuma değeri		
	Zn 0 (Kontrol)	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (5.0 mg Zn kg^{-1})	Ortalama
Biga incisi	29.0	33.8	31.45
Osmancık-97	29.2	30.8	30.01
Hamzadere	32.5	33.1	32.83
Ronaldo	31.5	34.2	32.88
Edirne	30.6	33.6	32.15
Ortalama	30.5	33.1	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Bazı çeltik çeşitlerinde topraktan $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ gübrelemesinin taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 11. *Çeltik çeşitlerinde topraktan $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ gübrelemesinin taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları*

Varyasyon kaynakları							
Çeşit		Çinko sülfat dozu		Çeşit × çinko sülfat dozu interaksiyonu		Hata	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
4	8.467	1	48.641*	4	3.680	20	6.238

**p<0.01; *p<0.05 SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması

Çizelge 11'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere, taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerine çinko sülfat dozunun etkisi $p<0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna karşın, taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerine çeşidin ve çeşit×çinko sülfat dozu interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Genel olarak, toprağa $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ uygulaması, bütün çeltik çeşitlerinde taze yaprakta SPAD metre okuma değerlerini arttırmıştır. Ancak taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerleri bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Toprağa çinko sülfat uygulamasının taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerle-

rine etkisi bütün çeltik çeşitlerinde benzer bulunmuştur. Rana ve Kashif (2014), toprağa uyguladıkları farklı çinko kaynaklarının ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, ZnO ve Zn-EDTA) çeltik bitkisinin taze yapraklarında SPAD metre okuma değerlerini, kontrol uygulamasında (Zn:0) yetiştirilen bitkilerinkine kıyasla arttırdığını bildirmişlerdir.

Bazı çeltik çeşitlerinde topraktan uygulanan Fe-EDDHA gübrelemesinin yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerlerine etkisi Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 12. *Bazı çeltik çeşitlerinde topraktan uygulanan Fe-EDDHA gübrelemesinin yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerlerine etkisi*

Çeltik çeşidi	SPAD metre okuma değeri		
	Fe 0 (Kontrol)	Fe-EDDHA (7.0 mg Fe kg^{-1})	Ortalama
Biga incisi	25.5	33.8	29.68
Osmancık-97	27.1	30.8	28.98
Hamzadere	29.2	33.1	31.18
Ronaldo	26.9	34.2	30.58
Edirne	28.9	33.6	31.31
Ortalama	27.5	33.1	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Bazı çeltik çeşitlerinde topraktan uygulanan Fe-EDDHA'nın taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 13'te verilmiştir.

Çizelge 13. *Bazı çeltik çeşitlerinde toprağa uygulanan Fe-EDDHA'nın yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları*

Varyasyon kaynakları							
Çeşit		Fe-EDDHA dozu		Çeşit× Fe-EDDHA dozu interaksiyonu		Hata	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
4	5.993	1	233.52**	4	6.558	20	9.393

**p<0.01; *p<0.05 SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması

Çizelge 13'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere, topraktan uygulanan Fe-EDDHA gübrelemesinin yaprakta SPAD metre okuma değerine etkisi p<0.01 seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuş; fakat çeşidin ve çeşit×Fe-EDDHA dozu interaksiyonunun etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Genel olarak, toprağa Fe-EDDHA uygulaması, bütün çeltik çeşitlerinde taze yaprakta SPAD metre okuma değerlerini arttırmıştır. Ancak taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerleri bakımından çeşitler

arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Toprağa Fe-EDDHA uygulamasının taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerlerine etkisi bütün çeltik çeşitlerinde benzer bulunmuştur.

4. SONUÇLAR

İncelenen çeltik çeşitleri arasında ortalama sap kuru madde miktarı en yüksek çeşit Edirne çeşidi; buna karşın, en düşük çeşit ise Ronaldo çeltik çeşididir. Demir ve çinko kapsamları düşük toprakta çinko sülfat ve Fe-EDDHA uygulamasının sap kuru madde miktarına etkisi önemsiz bulunmuştur. Çinko sülfatın sap kuru madde miktarına etkisi bütün çeltik çeşitlerinde benzer olmakla birlikte Fe-EDDHA'nın etkisi çeşitlere bağlı bulunmuştur. Hamzadere ve Ronaldo çeltik çeşitlerinde toprağa Fe-EDDHA uygulaması sap kuru madde miktarını arttırmış; fakat bu artış sadece Hamzadere çeltik çeşidinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna karşın, Biga incisi, Osmancık-97 ve Edirne çeltik çeşitlerinde toprağa Fe-EDDHA uygulaması sap kuru madde miktarını azaltmış; fakat bu azalma sadece Edirne çeltik çeşidinde önemli bulunmuştur.

Çinko sülfat uygulanan çeltik çeşitlerinin yaprakta toplam klorofil kapsamlarına ilişkin genel ortalama değerleri dikkate alındığında en düşük toplam klorofil kapsamı Edirne çeşidinde iken; en yüksek Hamzadere çeşidinde saptanmıştır.

Fe-EDDHA uygulanan çeltik çeşitlerinin yaprakta toplam klorofil kapsamlarına ilişkin genel ortalama değerleri dikkate alındığında en düşük toplam klorofil kapsamı Ronaldo çeşidinde iken; en yüksek Biga incisi çeşidinde saptanmıştır.

Genel olarak, toprağa $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ve Fe-EDDHA uygulaması, bütün çeltik çeşitlerinde taze yaprakta SPAD metre okuma değerlerini arttırmıştır.

KAYNAKLAR

Alloway, B. J. 2004. Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association, 130, Brussels.

Arif, M., Shehzad, M. A., Bashir, F., Tasneem, M., Yasin, G. And Iqbal, M. 2012. Boron, zinc and microtone effects on growth, chlorophyll contents and yield attributes in rice (*Oryza sativa* L.) cultivar *African Journal of Biotechnology*, 11(48), 10851-10858.

Arnon, D. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. *Plant Physiol*, 24, 1-12.

Ayad, H. S., Reda, F. and Abdalla M. S. A. 2010. Effect of putrescine and zinc on vegetative growth, photosynthetic pigments, lipid peroxidation and essential oil content of geranium (*Pelargonium graveolens* L.). *World Journal of Agricultural Sciences*, 6, 601- 608.

Aydeniz, A., Danışman, S. and Brohi, A. R. 1988. Efficiency of different sources and method of application of zinc fertilizer to flooded rice. *Cumhuriyet Üniversitesi Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4, 127-146.

Bashir, K., Nozoye, T., Ishimaru, Y., Nakanishi, H. and Nishizawa, N. K. 2013. Exploiting new tools for iron bio-fortification of rice. *Biotechnology Advances*, 31, 1624-1633.

Bouyoucous, G. L. 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, (43), 434-438.

Bowen, J. E. 1986. Kinetics of zinc uptake by two rice cultivars. *Plant and Soil*, 94, 99-107.

Bremner, J. M. and Mulvaney, C. S. 1982. Nitrogen-Total. In: Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. Eds., American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 595-624, Madison, Wisconsin.

Broadley, M., White, P., Hammond, J., Zelko, I. and Lux, A. 2007. Zinc in plants. *New Phytologist*, 173, 677-702.

Cakmak, I., and Kutman, U. B. (2017). Agronomic biofortification of cereals with zinc: a review. *Eur. J. Soil Sci*. 69, 172-180.

Cayton, M. T. C., Reyes, E. D. and Neue, H. U. 1985. Effect of zinc fertilization on the mineral nutrition of rices differing in tolerance to zinc deficiency. *Plant Soil*, 87, 319-327.

Clemens, S. 2006. Evolution and function of phytochelatin synthases. *Journal of Plant Physiology*, 163, 319-332.

Çağlar, K. Ö. 1949. Toprak Su Koruma Mühendisliği. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No: 108, Adana.

Çakmak, I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytologist*, 146, 185-205.

Dobermann, A. and Fairhurst, T. 2000. Rice: Nutrient Disorders and Nutrient Management. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.

Dos Santos, R. S., de Araujo Júnior, A. T., Pegoraro, C. and de Oliveira, A. C. 2017. Dealing with iron metabolism in rice: From breeding for stress tolerance to biofortification. *Genetics and Molecular Biology*, 40, 312-325.

Ellsworth, J. W., Jolley, D. V., Nuland, D. S. and Blaylock, A. D. 1997. Screening for resistance to iron deficiency chlorosis in dry bean using iron reduction capacity. *Journal of Plant Nutrition,* 20, 1489-1502.

Fernandez, V., Del Rio, V., Abadia, J. and Abadia, A. 2006. Foliar iron fertilization of Peach (*Prunus persica* (L.) Batsch): effects of iron compounds, surfactants and other adjuvants. *Plant Soil*, 289, 239-252.

Forno, D. A., Yoshida, S. and Asher, C. J. 1975. Zinc deficiency in rice I. Soil factors associated with the deficiency. *Plant Soil*, 42, 537-550.

Gris, E. 1843. Memoir relatif a l'a action des compos´es solubles ferruguineaux sur la vegetation [Report concerning the action of soluble ferrous compounds in plants]. Compte Rendu de l'Academie des Sciences,´ 17: 679.

Humaria., Samreen, T., Javid, M., Amin, M., Shah, H.U., Ullah, S. and Alam, S. 2015. Effect of Zinc on Physico-chemical Parameters of Hydroponically grown Rice Varieties. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 4(3), 395-403.

Ishimaru, Y., Suzuki, M., Tsukamoto, T., Suzuki, K., Nakazono, M., Kobayashi, T., Wada, Y., Watanabe, S., Matsuhashi, S., Takahashi, M., Nakanishi, H., Mori, S. and Nishizawa, N. K. 2006. Rice plants take up iron as an Fe^{3+}-phytosiderophore and as Fe^{2+}. *Plant Journal*, 45, 335-346.

Jackson, M. L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, 498.

Jakobson, B. S., Fong,F. and Eath, R. L. 1975. Carbonic anhydrase of spinach. Studies on its location, inhibition and physiological function. *Plant Physiology*, 55, 468-474.

Kandoliya, R. U., Sakarvadiya, H. L. and Kunjadia, B. B. 2018. Effect of zinc and iron application on leaf chlorophyll, carotenoid, grain yield and quality of wheat in calcareous soil of Saurashtra Region. *International Journal of Chemical Studies*, 6(4), 2092-2096.

Kobayashi, T. and Nishizawa, N. K. 2012. Iron uptake, translocation, and regulation in higher plants. *Annual Review of Plant Biology*, 63, 131-152.

Kumar, R., Sahi, G.K., Kaur, R., Khanna, R., Choudhary O.P., Mangat, G. S. and Singh, K. 2013. Tolerance response of wild and cultivated Oryza species under iron deficiency condition. *Journal of Crop Improvement*, 40(2), 168-172.

Lanyon, L. E. and Heald, W. 1982. Magnesium, calcium, strontium and barium. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Biological Properties, 247-262, ASA, SSSA, Madison.

Li., Yan., Qin., Suichu., Li, Y. and Qin, S. C. 1999. Effect of rice metabolism and the diagnosis of hidden zinc deficiency in rice. *Journal Fujian Agricultural and Foresty University*, 28 (1), 66-67.

Lindsay, W. L. and Norvell, W. L. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 421-428

Ma, J. F., Ueno, H., Rombola, A. D. and Iwashita, T. 2003. Characterization of phytosiderophore secretion under Fe deficiency stress in *Festuca rubra*. *Plant and Soil*, 256, 131-137.

Marschner, H. 1995. Function of mineral nutrients: Micronutrients, Mineral Nutrition of Higher Plants, 313-324, Academic Press, London,

Mousavi, R. S. 2011. Zinc in crop production and interaction with phosphorous. *Austrian Journal of Basic. Applied Sci*ences, 5(9), 1503-1509.

Nelson, D. W. and Sommers, L. E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A.L., Ed., Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. 2nd Edition, Agronomy Series No. 9, ASA SSSA, Madison.

Neue, H. U. and Lantin, R. S. 1994. Micronutrient toxicities and deficiencies in rice. In AR Yeo, TJ Flowers, eds, Soil Mineral Stresses: Approaches to Crop Improvement, 175-200, Springer-Verlag, Berlin.

Obrador, A., Novillo, J. and Alvarez, J. M. 2003. Mobility and availability to plants of two zinc sources applied to a calcareous soil. *Soil Science Society of America Journal*, 67(2), 564-572.

Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S., and Dean, L. A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. Circular, Vol 939 (p. 19). Washington, DC: US Department of Agriculture.

Palmer, C. M. and Guerinot, M. L. 2009. Facing the challenges of Cu, Fe and Zn homeostasis in plants. *Nature Chemical Biology*, 5, 333-340.

Price, H. A. 1962. RNA-synthesis zinc deficiency and the kinetics of growth. *Plant Physiology*, 37. XXI.

Rana, W. K. and Kashif, S. R. 2014. Effect of different Zinc sources and methods of application on rice yield and nutrients concentration in rice grain and straw. *Journal of Environmental and Agricultural Sciences*, 1:9, ISSN: 2313-8629.

Rengel, Z. 2001. Genotypic differences in micronutrient use efficiency in crops, Communucations in Soil Science and Plant Analysis 32(7-8), 1163-1186.

Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. U.S.A: U.S. Department of Agriculture, Handbook 60.

Richardson, A. D., Duigan, S. P. and Berlyn, G. P. 2002. An evaluation of non-invasive methods to estimate foliar chlorophyll content. In: *New Phytologist*, 153(1), 185-194.

Taban, S. ve Kacar, B. 1991. Orta Anadolu'da çeltik yetiştirilen toprakların mikro element durumu. *Doğa Tr. Journal of Agriculture and Forestry*, 15, 129-145.

Thomas, G. W. 1982. Exchangeable cations. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Biological Properties,159-165, ASA, SSSA, Madison.

Van Breemen, N. and Castro, R. U. 1980. Zinc deficiency in wetland rice along a toposequence of hydromorphic soils in the Philippines. II. Cropping Experiment. *Plant Soil*, 57, 215-221.

Welch, R. M. 1995. Micronutrient nutrition of plants. Critical Reviews of Plant Sciences, 14, 49-87.

Witham, F. H.,Blaydes, D. F. and Devlin, R. M. 1971. Experiments in plant physiology. Van Nostrend Reinhold Company, New York.

Yoshida, S., Tanaka, A. 1969. Zinc deficiency of the rice plant in calcareous soils. *Soil Science and Plant Nutrition*, 15: 75-80.

Bölüm 10

KARADENİZ BÖLGESİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN ÇALI, AĞAÇ VE ÇALI VEYA KÜÇÜK AĞAÇ FORMLU BİTKİLER VE IUCN RİSK KATEGORİLERİ: SAMSUN İLİ ÖRNEĞİ

Ömer SARI[1]

Fisun Gürsel ÇELİKEL[2]

1 Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun, Türkiye
2 Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye, omer.sari@tarimorman.gov.tr, Orcid: Ömer SARI 0000-0001-9120-2182, Fisun G. ÇELİKEL 0000-0002-4722-2693

1. GİRİŞ

Türkiye'nin, tür ve tür altı takson sayısı 12.000'e ulaşmıştır. Yeni türlerin tanımlanması ile bu sayı her geçen gün artmaktadır. Türkiye, endemik bitkiler açısından da oldukça zengin olup, sahip olduğu türlerin %34'ü (3925) endemiktir (Özhatay vd., 2009; Atik vd., 2010). Avrupa kıta florası 12000 adet eğrelti ve tohumlu bitki ile 2750 adet endemik türe sahiptir. Kıtanın ülkemizin yaklaşık 15 katı büyüklükte olduğu düşünülürse, yurdumuzun floristik zenginliği daha da iyi anlaşılmaktadır.

Ülke genelinde önemli bitki alanlarına sahibiz. Bu alanlar içerisinde Karadeniz Bölgesi de ülkemizin önemli gen merkezlerini içinde barındıran bir bölgemizdir. Karadeniz Bölgesinin sahip olduğu bu zenginlik incelendiğinde il düzeyinde Samsun ilinin de bitki zenginliği açısından önemli bir alan olduğu görülmektedir. Ekonomisi büyük oranda tarıma bağlı olan, Kızılırmak ve Yeşil ırmak deltalarında yeralan Bafra ve Çarşamba ovaları ile Samsun ili çok çeşitli bitki türlerini barındırmaktadır. Bu ovaların dışında genellikle dağlık bir yapıya sahip olan ilin başlıca bitki örtüsünü orman ağaçları teşkil eder. Orman ağaçları oalrak çam, gürgen, meşe ve kayın ilk sıraları alır. Bunlardan başka kavak, söğüt, kestane, çınar ve akasya ağaçlarıda vardır. Bölgeye ayrı bir özellik veren bu bitki örtüsü yapılan yanlış ve yasak kesimler yüzünden oldukça azalmıştır. Söz konusu orman ağaçları önemli dış mekan süs bitkileri arasında yeralmaktadır. Ayrıca Karadeniz florasında yaygın olarak bulunan orman gülleri (Rhododendron), bölgenin önemli doğal bitkilerinden olup, değişik renkteki gösterişli çiçekleri ile süs bitkisi olarak iç ve dış mekânda kullanım potansiyeli vardır (Çelikel, 2014; Çelikel, 2015b). Ancak son yıllarda birçok faktör nedeniyle mevcut bitkilerin nesli tehlike altına girmektedir.

Bu çalışmada Samsun ilde yayılış gösteren ve yetişen çalı, ağaç ve çalı veya küçük ağaç formlu bitkiler incelenmiş ve bu bitkilere ait bazı sayısal veriler verilerek IUCN (Doğa ve Doğal Kaynakların Korunması için Uluslararası Birlik) Kırmızı Liste Sınıflarına göre incelemeleri yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Alanının Özellikleri

Çalışma Orta Karadeniz Bölgesinde Samsun İlinde yapılmıştır ve tüm il coğrafyasını kapsamaktadır. Araştırma alanı bitki coğrafyası bakımından Euro-Siberian floristik bölgesinin öksin provensinde yer alır. Samsun ili; Karadeniz sahil şeridinde Yeşilırmak ve Kızılırmak nehirlerinin Karadeniz'e döküldükleri deltalar arasında yer almakta (Şekil 1) ve 9.579 km^2 'lik yüz ölçüme sahiptir. Coğrafi konum olarak, 40° 50' - 41° 51' kuzey enlemleri, 37° 08' ve 34° 25' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Kuzeyinde Karadeniz'in yer aldığı ilimizin komşuları; doğusunda Ordu,

batısında Sinop, güneyinde Tokat ve Amasya, Güney batısında ise Çorum illeridir. Samsun İli yeryüzü şekilleri bakımından üç ayrı özellik gösterir. Birincisi güneyindeki dağlık kesim, ikincisi; dağlık kesimle kıyı şeridi arasında kalan yaylalar, üçüncüsü; yaylalarla Karadeniz arasındaki kıyı ovalarıdır. Kızılırmak ve Yeşilırmak akarsularının delta alanlarında oluşmuş kıyılarında, yurdumuzun tarımsal potansiyeli en yüksek ovalarından Bafra ve Çarşamba ovaları yer almaktadır. İlin deniz seviyesinden yüksekliği 0-2000 m arasında değişmektedir. Samsun ili genellikle ılıman bir iklime sahiptir. Ancak iklim, sahil şeridi ve iç kesimlerde ayrı özellik gösterir (Şekil 1).

Şekil 1. Samsun ilinin konumsal haritası (URL-1; URL-2)

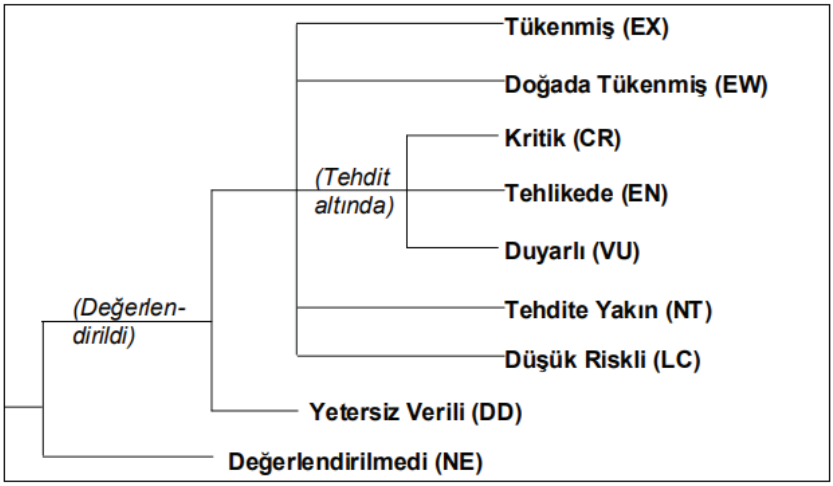
2.2. Yöntem

Bu çalışmanın ana materyalini, Samsun ilinde hem doğal hemde kültür olarak yayılış gösteren çalı, ağaç ve çalı veya ağaç formlu bitkiler oluşturmuştur. Bu kapsamda Samsun ilinde yayılış gösteren tüm bitkiler üzerinde çalışma yürütülmüştür. Çalışmada bitkiler; formlarına, familyalarına, endemik olup olmama durumuna ve IUCN risk sınıflarına göre gruplandırılmıştır. Bu kapsamda TÜBİVES veri tabanı ve Doğa ve Doğal Kaynakların Korunması için Uluslararası Birlik (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN) kayıtları incelenmiştir.

2.3. Doğa ve Doğal Kaynakların Korunması İçin Uluslararası Birlik (IUCN)

Doğa ve Doğal Kaynakların Korunması için Uluslararası Birlik (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN) kapsamında oluşturulan Kırmızı Liste Sınıfları ve Ölçütleri (Şekil 2), nesli tehlike altında olan türleri sınıflandırmak için tasarlanmıştır (IUCN, 2001; IUCN, 2012). Bitki türlerimizin IUCN Kırmızı Liste Sınıfında yeri Samsun ilinde yayılış gösteren türlerinde içinde yer aldığı birçok genetik kaynağımızın, çevresel ve diğer baskılarla genetik erozyona uğramakta ve yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Ülkemiz üç kıtanın kesişme noktasında yer alması nedeniyle birçok tehdide diğer ülkelere göre daha

fazla maruz kalmaktadır. Özellikle son yıllarda Karadeniz Bölgesinde birçok türde maruz kalınan olumsuzlukların etkileri ortaya çıkmış ve bu etkilerin sonucu bazı türlerin nesli tehlike altına girmiştir. Bu türlerin bazıları belli olmasına rağmen bazıları üzerinde henüz çalışmalar yapılmamış veya yapılan çalışmalar yetersizidir.



Şekil 2. IUCN (Internatiıonal Union for Conservation of Nature & Natural Resources) Risk Kategorileri (Allen vd., 2014).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bölgede çalı, ağaç ve çalı veya küçük ağaç olarak gruplandırılan toplam 415 tür bulunmaktadır.

3.1. Karadeniz Bölgesinde Familyalarına Göre Tür Sayıları

Karadeniz Bölgesinde tür sayısı bakımından familyalar sıralandığında ilk sırada Rosaceae (89), ikinci sırada Fabaceae (58) ve üçüncü sırada Salicaceae (24) familyaları yeralmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tür sayısı bakımından familyalar

Familya	Tür sayısı
Rosaceae	89
Fabaceae	58
Salicaceae	24
Ericaceae	21
Fagaceae	17

3.2. Samsun İlinin Çalı veya Ağaç Formlu Bitkileri

Samsun ilinde 36 familyaya ait topmlamda 80 adet çalı, ağaç ve çalı veya ağaç formlu bitki bulunmaktadır. Bu bitkiler formlarına göre gruplan-

dırıldığında; 44'ü çalı, 25'i ağaç ve 11'i çalı veya küçük ağaç formludur. Bu bitkilerden 3'ü endemiktir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Karadeniz Bölgesinde Samsun ilinin endemik, çalı veya ağaç formu bitki sayıları (TUBİVES, 2020; Bakis vd., 2011; Babac, 2004).

Familya/Tür	Endemik	Çalı	Ağaç	Çalı veya küçük ağaç
36/80	3	44	25	11

3.3. Samsun İline Özgü Olan Çalı ve Ağaç Formlu Bitkiler

Karadeniz Bölgesi illeri değerlendirildiğinde Samsun ilinde yayılış gösteren ve yetişen çalı, ağaç ve çalı veya ağaç formlu bitkiler içerisinde saadece Samsun'da yayılış gösteren ve yetişen bitki sayısı 6 adettir. *Acer negundo* (ağaç), *Persica vulgaris* (çalı veya küçük ağaç), *Styrax officinalis* (çalı), *Periploca graecavaryete vestita* (çalı), *Tournefortia sibirica* (çalı) ve *Daphne sericea* (çalı) sadece Samsun ilinde yayılış gösteren ve yetişen diğer Karadeniz illerinde yetişmeyen bitkilerdir.

Samsun ilinde tür sayısı bakımından familyalar sıralandığında ilk sırada Rosaceae (14), ikinci sırada Oleaceae (7) ve üçüncü sırada Fabaceae (6) familyaları yer almaktadır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Bölge illeri içerisinde sadece Samsun ilinde yayılış gösteren ve yetişen çalı, ağaç ve çalı veya ağaç formlu bitki familyaları ve tür sayıları (TUBİVES, 2020; Bakis ve ark. 2011; Babac 2004)

Familya	Tür sayısı
Rosaceae	14
Oleaceae	7
Fabaceae	6

3.4. Samsun İlinde IUCN Risk Kategorilerine Göre Nesli Tehlike Altında Olan Çalı veya Ağaç Formlu Bitki Türleri

Samsun ilde yayılış gösteren ve yetişen çalı, ağaç ve çalı veya ağaç formlu bitkiler IUCN kırmızı liste risk kategorilerine göre değerlendirilmiştir: 1 tür kritik (CR) olarak kategorize edilmiştir. 17 tür düşük riskli (LC) (Çizelge 4), 2 tür yetersiz veri (DD) ve 60 bitki türü ise değerlendirilmemiş (NE) olarak kategorize edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Samsun ilinde endemik ve endemik olmayan bitkilerin IUCN risk kategorilerine göre gruplandırılması (IUCN 2021)

	CR	EN	VU	NT	LC	DD	NE	Toplam
Endemik	1	0	0	0	0	0	0	1
Endemik olmayan	0	0	0	0	17	2	60	79
Toplam	1	0	0	0	17	2	60	80

3.5. IUCN Kritik (CR) Kategoride Bulunan Çalı veya Ağaç Formlu Bitkiler

Kritik (CR) kategoride yer alan tek tür Lamiaceae familyasına ait olan *Stachys sosnowskyi* (Şekil 3) türüdür ve bu tür endemiktir. Synonymi *Stachys fruticulosa* M.Bieb.'dir. Halk arasında otludeliçayı, dağ çayı ve karabaş olarak bilinmektedir (Ekim vd., 2014).

Şekil 3. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde kritik (CR) olarak yer alan Stachys sosnowskyi (Çizelge 3) (URL-3).

3.6. IUCN Düşük Risk (LC) Kategorisinde Bulunan Çalı veya Ağaç Formlu Bitkiler

Samsun ilinde 17 tür LC kategorisinde yer almaktadır. Düşük risk kategorisine (LC) sahip türler familyalarına göre incelendiğinde en fazla türe sahip familyalar 2'şer tür ile *Aceraceae, Rosaceae, Salicaceae ve Ulmaceae* familyaları, bunu 1'er tür ile *Apiaceae, Cupressaceae, Punicaceae, Ebenaceae, Betulaceae, Celastracea, Staphyleaceae, Rhamnaceae* ve *Ericaceae* familyaları takip etmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Samsun ilinin IUCN düşük risk (LC) kategorilerine ve familyalarına göre doğal çalı ve ağaç formlu bitki türleri (IUCN 2021).

Tür	Familya	IUCN kategorisi	**Endemizm**	**Türkçe isim**
Oenanthe silaifolia	Apiaceae	LC	-	At tohumu

Juniperus oxycedrus alttür oxycedrus	Cupressaceae	LC	-	Diken ardıç
Acer campestre alttür campestre	Aceraceae	LC	-	Ova akçaağacı
Acer negundo	Aceraceae	LC	-	Dişbudak yapraklı akçaağaç
Mespilus germanica	Rosaceae	LC	-	Muşmula, Töngel
Crataegus monogyna alttür monogyna	Rosaceae	LC	-	Adi alıç
Punica granatum	Punicaceae	LC	-	Nar
Diospyros lotus	Ebenaceae	LC	-	Kara Hurma
Carpinus betulus	Betulaceae	LC	-	Gürgen ağacı
Euonymus verrucosus	Celastraceae	LC	-	-
Staphylea pinnata	Staphyleaceae	LC	-	Ağızlık çalısı
Celtis australis	Ulmaceae	LC	-	Adi çitlembik
Celtis caucasica	Ulmaceae	LC	-	Kafkas çitlenbiği
Salix alba	Salicaceae	LC	-	Ak söğüt
Salix amplexicaulis	Salicaceae	LC	-	Çifte Söğüt ·
Rhamnus catharticus	Rhamnaceae	LC		Adi Cehri
Arbutus unedo	Ericaceae	LC	-	Kocayemiş

Şekil 4. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Oenanthe silaifolia (At tohumu) (Çizelge 5) (URL-4).

Şekil 5. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Juniperus oxycedrus alttür oxycedrus (Diken ardıç) (Çizelge 5) (Kaya vd., 2016).

Şekil 6. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Acer campestre alttür campestre (Ova akçaağacı) (Çizelge 5) (URL-5).

Şekil 7. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Acer negundo (Dişbudak yapraklı akçaağaç) (Çizelge 5) (a:URL-6; b:URL-7).

Şekil 8. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Mespilus germanica (Muşmula, töngel) (Çizelge 5) (URL-8).

Şekil 9. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Crataegus monogyna alttür monogyna (Adi alıç) (Çizelge 5) (URL-9).

Şekil 10. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Punica granatum (Nar) (Çizelge5) (a:URL-10; b:URL-11).

Şekil 11. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Diospyros lotus (Kara hurma) (Çizelge 5) (a:URL-12; b:URL-13).

Şekil 12. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Carpinus betulus (Gürgen ağacı) (Çizelge 5) (URL-14).

Şekil 13. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Enymus verrucosus (Çizelge 5) (URL-15).

Şekil 14. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Staphylea pinnata (Ağızlık çalısı) (Çizelge 5) (a:URL-16; b:URL-17).

Şekil 15. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Celtis australis (Adi çitlembik) (Çizelge 5) (a:URL-18; b:URL-19).

Şekil 16. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Celtis caucasica (Kafkas çitlenbiği) (Çizelge 5) (a:URL-20; b:URL-21).

Şekil 17. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Salix alba (Ak söğüt) (Çizelge 5) (URL-22).

Şekil 18. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Salix amplexicaulis (Çifte söğüt) (Çizelge 5) (URL-23).

Şekil 19. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Rhamnus cathartica (Adi çehri) (Çizelge 5) (a:URL-24; b:URL-25).

Şekil 20. Samsun ilinin IUCN risk kategorilerinde düşük riskli (LC) olarak yer alan Arbutus unedo (Koca yemiş) (Çizelge 5) (a:URL-26; b:URL-27).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Samsun ili ülkemizin nüfus ve bitki zenginliği açısından önemli bir coğrafi alanıdır. Bu araştırmada Samsun'un zengin bitki çeşitliliği içerisinde çalı ve ağaç formlu bitkilerin tür sayıları, grupları, edemizim durumu ile IUCN (Doğa ve Doğal Kaynakların Korunması için Uluslararası Birlik) kırmızı liste sınıflarında risk kategorileri belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada Samsun ilinde toplam 36 familya içerisinde 80 adet çalı ve ağaç formlu bitki türünün yayılış gösterdiğini belirledik. Bu bitkilerden 44'ü çalı, 25'i ağaç ve 11'i ise çalı veya küçük ağaç olarak gruplandırılmaktadır. Endemik bitki sayısı ise 3 adettir. Bitkilerden 6'sı diğer bölgelerde farklı illerde bulunmakla beraber, Karadeniz Bölgesi illeri içerisinde sadece Samsun ilinde yetişmektedir. Bu bitkiler; *Acer negundo* (ağaç), *Persica vulgaris* (çalı veya küçük ağaç), *Styrax officinalis* (çalı), *Periploca graeca* varyete Vestita (çalı), *Tournefortia sibirica* (çalı) ve *Daphne sericea* (çalı)'dır.

Samsun ilinde tür sayısı bakımından familyalar incelendiği zaman, ilk sırada Rosaceae (14), ikinci sırada Oleaceae (7), üçüncü sırada Fabaceae (6) ve dördüncü sırada Fagaceae (4) familyaları yer almaktadır.

İlde yayılış gösteren çalı ve ağaç formlu bitkiler IUCN risk kategorilerine göre değerlendirilmiştir. Bir tür kritik (CR) sınıfta, 17 tür düşük riskli (LC), 2 tür yetersiz veri (DD) ve 60 bitki türü de değerlendirilmemiş (NE) olarak kategorize edilmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda il düzeyinde çalı ve ağaç formlu bitkilerin belirlenmesi, bu türler üzerinde yapılacak çalışmalara rehber niteliğinde olup yol gösterici olabilecektir. Ayrıca yapılan çalışma, bölgede dış mekân süs bitkisi olarak kullanılabilecek bitkilerin belirlenmesi açısından da önemli veriler ortaya koymuştur.

Karadeniz Bölgesi genelinde bulunan bitki tür zenginliği oldukça yüksektir. Bu zenginlik tıbbi aromatik bitkileri kapsadığı gibi süs bitkisi olarak kullanım potansiyeli olan birçok türü de kapsamaktadır. Yapılan çalışma göstermiştir ki bölgede her il kendi içinde farklı bitkileri de kapsamaktadırlar. Ekolojik olarak illerde yetişen bitkiler bölgeye uyum sağlamış bitkilerdir. Son yıllarda özellikle peyzaj alanlarında kendi bölgelerine uyum sağlamış doğal bitkilerin kullanımının Avrupa'daki ülkelerde tercih edildiği görülmektedir. Doğal bitkilerin çoğaltılarak kullanılması ıslah süreçleri uzun ve maliyetli olan dış mekân süs bitkilerinde giderek yaygınlaşmaktadır. Bu nedenle ülkemizde de bölgesel olarak veya il düzeyinde ekolojiye uyum sağlamış bitkilerin çoğaltılarak süs bitkisi olarak kullanımının ekonomik olarak hem sektöre hem de yetiştiği bölgeye avantaj sağlayacağı söylenebilir. Mevcut bitkilerimizin süs bitkisi sektöründe değerlendirilmesine yönelik çalışmalar olmasına rağmen yeterli değildir (Çelikel, 2015a). Ülkemizde ayrıca doğal olarak yetişen türlerin önemli bir kısmı hastalık ve zararlılar, turizm faaliyetleri, hayvancılık, tarımsal faaliyetler ve çeşitli insan etkileri dolayısıyla gelecekleri risk altına girmiş durumdadır. Hatta bazı türler bahsi geçen etkiler nedeniyle yok olmuş veya yok olma tehlikesi ile karşı karşıyadır. Mevcut bu tehditlerin bertaraf edilmesine yönelik çalışmalar olmasına rağmen, bu çalışmaların yetersiz kaldığını görmekteyiz. Özellikle nesli tehlike altında olan türler ile ilgili çoğaltma çalışmalarının yapılarak koruma altına alınması önem arz etmektedir (Sarı ve Çelikel, 2018a; Sarı ve Çelikel, 2018b; Sarı ve Çelikel, 2019).

KAYNAKLAR

Allen, D., Bilz, M., Leaman, D.J., Miller, R.M., Timoshyna, A., Window, J. (2014). European Red list of medicinal plants, http://www.iucnredlist.org/initiatives/europe/publications. 20 Ekim 2020.

Atik, A.D., Öztekin, M., Erkoç, F. (2010). Biyoçeşitlilik ve Türkiye'deki endemik bitkilere örnekler. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi. 30/1: 219-240.

Babac, M. T. (2004) "Possibility of an information system on plants of South-West Asia with particular reference to the Turkish Plants Data Service (TÜBİVES)" Turk J Bot, 28, 119-127. [PDF].

Bakis, Y., Babac, M. T., Uslu, E. (2011) "Updates and improvements of Turkish Plants Data Service (TÜBİVES)" In Health Informatics and Bioinformatics (HIBIT), 2011 6th International Symposium on (pp. 136-140). IEEE. [PDF].

Çelikel, F.G. (2014). Süs Bitkileri Ders Notları. OMÜ Ziraat Fakültesi Samsun.

Çelikel, F.G. (2015a). Süs bitkilerinde tohumluk (tohum, fide, fidan, soğan) üretimi ve kullanımı. SÜSBİR Dergisi, 3:32-33.

Çelikel, F,G. (2015b). Samsun ilinin süs bitkileri potansiyeli. In: Bakır T, Duran H, editors. Tarım-Hayvancılık Çevre-Ekonomi Sağlık Kadın Öğretim Üyeleri Toplum Konferansları. Bursa: Renkvizyon Matbaacılık Yayıncılık, pp.20-31

Ekim, T., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N. (2014). *Stachys sosnowskyi* Kopell.. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: null

IUCN, (2001). IUCN Kırmızı Liste Sınıfları ve Ölçütleri, http://life.bio.sunysb.edu/ee/akcakayalab/kurallar5.pdf.

IUCN, (2012). IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second Edition. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. iv + 32pp.

IUCN, (2021). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 05 May 2021.

Kaya, L.G., Kaynakci Elinç, Z., Baktir, İ., Elinç, H. (2016). "Utilisation Potentials Of Maquis Shrubland in Sustainable Landscape Design", Journal Of Environmental Protection And Ecology, vol.17, pp.1357-1369, 2016. https://creatuseto.fundacionfire.org/especie/juniperus-oxycedrus-subsp-oxycedrus/ 14 Haziran 2021

Özhatay, N., Kültür, Ş., Aslan, S. (2009). Check-list of additional taxa to the supplement Flora of Turkey IV. Turk Journal Botany. 33:191-226.

Sarı, Ö. ve Çelikel, F.G. (2018a). "A Review on Native Plant Species *Aquilegia olympica*", 2 nd International UNIDOKAP Black Sea Symposium on Biodiversity Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey, 28-30 November 2018.pp: 220-226.

Sarı, Ö. ve Çelikel, F.G. (2018b). Türkiye'de doğal yayılış gösteren süs bitkisi gazel otu (*Dictamnus albus*). 2 nd International UNIDOKAP Black Sea Symposium on Biodiversity Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey, 28-30 November 2018.pp: 227-231.

Sarı, Ö. ve Çelikel, F.G. (2019). Trabzon İlinde Doğal Olarak Yayılış Gösteren Çalı ve Ağaç Formlu Bitkiler ve IUCN Risk Kategorileri VII. Süs Bitkileri Kongresi ve I. Uluslararası Süs Bitkileri Kongresi, 9-10-11 Ekim 2019, Bursa, Türkiye. 527-534.

URL-1, https://earth.google.com/web/@41.23497721. 07 Eylül 2021.

URL-2, https://www.uyduharita.org/samsun-haritasi-resimleri/samsun_haritasi_com_5/ 07 Eylül 2021.

URL-3, Murtazaliyev R. 2013. https://www.inatu...g/photos/71819335 21 Haziran 2021

URL-4, https://kocaelibitkileri.com/oenanthe-silaifolia/#jp-carousel-34143 21 Haziran 2021

URL-5, https://kocaelibitkileri.com/oenanthe-silaifolia/#jp-carousel-34143 21 Haziran 2021

URL-6, https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id4464/?taxonid=3603&type=1 21 Haziran 2021

URL-7, https://www.australianseed.com/shop/item/acer-negundo 21 Haziran 2021

URL-8, CC BY-SA 2.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=379157 15 Haziran 2021

URL-9, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=129189 15 Haziran 2021

URL-10, Kurt Stüber-caliban.mpiz-koeln.mpg.de/mavica/index.html part of www.biolib.de, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8376.

URL-11, H.Zell-Own work, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10966663 .21 Haziran 2021

Zicha, O. (ed.) (1999-2019) BioLib. http://www.biolib.cz/en.

URL-12, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diospyros_lotus 21 Haziran 2021

URL-13, https://kocaelibitkileri.com/diospyros-lotus/#jp-carousel-26304 21 Haziran 2021

URL-14, Herman V. Obrazový atlas rostlin [http://www.orchis.cz] 21 Haziran 2021

URL-15, Josef Placek https://pfaf.org/User/Plant.aspx?LatinName=Euonymus+verrucosus 21 Haziran 2021.

URL-16, Marco Schmidt-Own work, CC BY 2.5, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2125041 21 Haziran 2021.

URL-17, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=205113 21 Haziran 2021.

URL-18, Krish Dulal - Own work, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=22137937 21 Haziran 2021

URL-19, Pavel Buršík https://www.biolib.cz/cz/image/id118474/ 21 Haziran 2021

URL-20, Sten Porse - Own work, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=75167035 21 Haziran 2021

URL-21, Kolbintsev V. 2016. Image of Celtis caucasica Willd. // Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. 2007-2021. https://www.plantarium.ru/lang/en/page/image/id/474345.html 12 Haziran 2021

URL-22, Рыбаков В. 2019. Image of Salix alba L. // Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. 2007-2021. https://www.plantarium.ru/lang/en/page/image/id/616017.html 12 Haziran 2021.

URL-23, Pasquale Buonpane, http://floradelmatese.blogspot.com/2015/08/salix-amplexicaulis.html. 21 Haziran 2021

URL-24, https://aidealareussite.uclouvain.be/mod/hvp/view.php?id=1977&lang=en.21 Haziran 2021.

URL-25, Franz Xaver-Own work, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17231799. 11 Haziran 2021

URL-26, Kovalchuk A. 2012. Image of Arbutus unedo L. // Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. 2007-2021. https://www.plantarium.ru/lang/en/page/image/id/125183.html 10 Haziran 2021

URL-27, Wilks E. 2013. Image of Arbutus unedo L. // Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. 2007-2021. https://www.plantarium.ru/lang/en/page/image/id/175318.html 05 Haziran 2021.

Bölüm 11

BAYBURT İLİ EKOLOJİK KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN ÇÖREK OTU (*NİGELLA SATİVA* L.) BİTKİSİNİN ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

Betül GIDIK[1]*

Zehra CAN[2]

1 *Sorumlu Yazar Dr. Öğr. Üyesi Betül GIDIK, Bayburt Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Bayburt, Türkiye. betulgidik@gmail.com ORCID NO: 0000-0002-3617-899X

2 Doç. Dr. Zehra CAN, Bayburt Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Acil Yardım Afet Yönetimi Bölümü, Bayburt, Türkiye. zehracan61@gmail.com ORCID NO: 0000-0002-7156-4941

GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler geçmişten bu yana insan hayatında sürekli yer almıştır. Öncelikle gıda alanında kullanılan ve doğadan toplanan bu bitkilerin tamamının yabani bitkilerden oluştuğu bilinmektedir. Doğada kendiliğinden yetişen tıbbi bitkilerin nesilden nesile aktarılan tecrübeler ve deneme yanılma yöntemleri ile keşfedildiği düşünülmektedir. Gün geçtikçe gıda dışındaki kullanımları da fark edilen tıbbi aromatik bitkiler son yıllarda kültüre alınarak geniş üretim alanlarında yetiştirilmektedir.

Eski tarihlerden beri bilinen tıbbi ve aromatik bitkiler 1990 yılından sonra daha geniş alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu dönemden sonra doğal ürünlere olan ilgi ve talebin artması ile tıbbi ve aromatik bitkilere olan ilgi de artmıştır (Kumar, 2009). Ekonomik açıdan daha önemli bir hal alan bu bitkiler her geçen gün daha farklı alanlarda kullanılmakta ve daha geniş alanlarda yer almaktadır.

Tıbbi aromatik bitkiler için kültüre alma çalışmaları son günlerde hız kazansa da henüz kültür bitkilerinden elde edilen ürünler talebe karşılık verememektedir. Bu sebeple ihtiyaç duyulan tıbbi bitkilerin birçoğu doğadan toplama yolu ile temin edilmektedir (Bayram ve ark., 2010). Doğadan toplama yönteminin kolaylıklarının yanı sıra bazı zorlukları da bulunmaktadır. Özellikle bitki türünün doğru seçilememesi karşılaşılan en önemli sorunlar arasında bulunmaktadır. Birbirlerine çok benzemelerine rağmen farklı türelere ait bitkilerin birbirlerinin yerine toplanması fayda yerine zarara neden olabilecek bir durumdur. Ayrıca toplama işlemi bitkinin uygun gelişim aşamasında yapılmalıdır. Tıbbi bitkiler farklı gelişim aşamalarında farklı içeriklere sahip olabileceklerinden yanlış gelişim aşamasında toplanan bitkiler beklenen yararı sağlayamayacağı gibi içerdiği beklenmedik bileşikler nedeni ile sağlığın bozulmasına da neden olabilir. Bütün bunlara ek olarak sayılabilecek birçok risk durumu daha bulunmaktadır. Son olarak bu bitkilerin kontrolsüzce doğadan toplanması, bitki popülasyonlarının sürdürebilirliğini tehlikeye sokacağından mutlaka kontrollü ve dinlendirerek toplama yöntemleri kullanılmalıdır.

Kültüre alınması ya da doğadan toplanması fark etmeksizin tıbbi aromatik bitkilerin kullanım alanları ve kullanılan kısımları farklılık göstermektedir. Bazı bitkilerin yaprak kısımları kullanılırken, bazılarının çiçek, kök, gövde ya da tohum gibi kısımları kullanılmaktadır (Bayram ve ark., 2010; Korkmaz ve Karakurt, 2014). Ayrıca bazı tıbbi bitkiler çay olarak tüketilirken bazılarının yağı gıda olarak ya da harici uygulamalarda kullanılmaktadır.

Bitkisel ürünlerin ve doğal baharatların antioksidanların kaynağı olduğu ve bu bitkilerin ster giderici etkilerinin de olduğunun bilinmesinin bu bitkilerin tüketimlerine yansıdığı konusunda birçok çalışma bulunmaktadır

(Dorman ve ark., 1995; Tomaino ve ark., 2005; Tekce ve ark., 2019). Uçucu yağlı bitkilerin farmakolojik özellikleri değerlendirildiğinde, kozmetik, tıp ve birçok farklı alanda kullanıldığı bilinmektedir (Kırbağ ve Zengin, 2006). Son zamanlarda sentetik ilaçların yaygın yan etkilerinin görülmesi ile tıbbi ve aromatik bitkiler ve bu bitkilerden elde edilen ürünlere olan ilginin arttığı görülmektedir. Özellikle bu bitkilerin antioksidan aktivitesi, antimikrobiyal özellikleri, uçucu yağ bileşenleri ve biyoaktif özellikleri ile etken madde içeriklerinin belirlenmesi de kullanım alanlarını genişleterek, bu bitkilere olan talebi artırmaktadır. Artan talebe bağlı olarak tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştiriciliği ve kültüre alınması konusunda yapılan çalışmalar da artmaktadır. Ayrıca kültüre alınan tıbbi ve aromatik bitkiler her geçen gün daha genişleyen tarım alanlarında yetiştirilmektedir (Şekil 1.).

Tablo I. 2012-2020 Yılları Arasında Türkiye'de Tıbbı ve Aromatik Bitki Üretim Miktarları

Tür	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Kırmızı Biber(ton)	165.527	198.636	186.291	204.131	228.531	179.264	227.380	240.656	256.735
Kırmızı Biber(dekar)	112.677	112.736	108.508	112.887	122.415	101.710	119.865	119.409	119.869
Anason(ton)	11.023	10.046	9.309	9.050	9.491	8.418	8.664	17.589	10.716
Anason(dekar)	194.430	152.431	140.506	138.118	136.552	121.833	124.455	239.171	155.317
Kimyon(ton)	13.900	17.050	15.570	16.897	18.586	19.175	24.195	20.245	13.926
Kimyon(dekar)	226.294	247.045	224.421	270.247	268.849	267.358	361.761	321.889	212.132
Kekik(ton)	11.598	13.658	11.752	12.992	14.724	14.477	15.895	17.965	23.866
Kekik(dekar)	94.283	89.137	92.959	104.863	121.127	121.472	139.061	157.074	184.711
Çörekotu(ton)	161	352	140	425	2.527	3.094	3.322	3.603	3.412
Çörekotu(dekar)	2.299	3.261	1.717	4.681	23.160	32.560	33.864	37.085	33.773
Rezene(ton)	1.862	1.994	2.289	1.461	2.464	2.022	3.067	4.655	4.365
Rezene(dekar)	15.775	13.848	15.848	15.512	17.503	16.525	23.400	33.859	22.204
Kişniş(ton)	1	1	1	11	42	29	29	12	188
Kişniş(dekar)	11	11	11	150	503	410	405	155	2.455
Susam(ton)	16.221	15.457	17.716	18.530	19.521	18.410	17.437	16.893	18.648
Susam(dekar)	292.063	248.070	263.496	280.887	289.332	280.316	259.858	248.604	256.663
Aspir(ton)	19.945	45.000	62.000	70.000	58.000	50.000	35.000	21.883	21.325
Aspir(dekar)	155.918	292.920	443.050	431.071	395.710	273.762	246.932	158.601	151.150
Kolza(ton)	110.000	102.000	110.000	120.000	125.000	60.000	125.000	180.000	121.542
Kolza(dekar)	295.421	311.272	321.330	350.817	354.530	165.195	378.456	525.146	349.891
Haşhaş(ton)	3.844	19.244	16.223	30.730	18.205	15.244	26.991	27.288	20.542

Şekil 1. *Türkiye'de yetiştirilen bazı tıbbi aromatik bitkilerin 2012 ve 2020 yılları arasındaki üretim alanları ve ürün miktarları*

Çörek otu (*Nigella sativa* L.) Ranunculaceae familyasında yer alan ve özellikle tohumları kullanılan önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir (Şekil 2.). Bu familyada aynı cinse ait birçok tür bulunmasına rağmen kültür bitkisi olarak bilinen *Nigella sativa* L. türüdür. Bu bitki yaklaşık olarak 20-30 cm boylanabilen, siyah renkte tohumları bulunan tek yıllık otsu bir bitki olarak bilinmektedir. *Nigella* cinsi ülkemizde 12 tür ile temsil edilmektedir (Baytop, 1999; Turan, 2014).

Şekil 2. *Çörek otu (Nigella sativa L.) bitkisinin kısımları (Anonim 1)*

Nigella sativa L. türü Türkiye'de farklı bölgelerde kültürel olarak yetiştirilmekte ve hem doğrudan tohumları hem de işlenerek farklı ürünler halinde kullanılmaktadır (Şekil 3.). Özellikle gıda ürünlerinde oksidasyonun engellenmesi amacı ile çörek otu yağı sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca hücre hasarını giderme konusunda olumlu etkileri de bilinen bu bitkinin antioksidan özellikleri de kullanımına olan ihtiyacı destekler niteliktedir (Sultan, 2009; Lutterodt ve ark., 2010). Çörek otu bitkisinin uçucu yağında antioksidanların yanı sıra antimikrobiyal, antienflammatuar, antikanserojen ve antidiyabetik özelliklerinin de bulunduğu bilinmektedir (Bourgou ve ark., 2012).

Şekil 3. *Çorum ili Alaca ilçesinde çörek otu (Nigella sativa L.) bitkisinin yetiştirildiği bir üretici tarlasının genel görünümü (Anonim 2.)*

Çörek otunun (*Nigella sativa* L.) bitkisinin tohumlarından elde edilen yağının antimikrobiyal etkisinin olduğuna dair çalışmalar bulunmaktadır (Nair ve ark., 2005).

Çörek otu (*Nigella sativa* L.) bitkisi Doğu ve Güney Avrupa, Doğu Akdeniz ülkeleri ve Batı Asya kökenli olduğu bilinmektedir. Ayrıca Kuzey Afrika, Balkanlar, Hindistan, Ortadoğu ve Güney Avrupa'da yabani olarak kendiliğinden yetişmekte ya da kültür olarak yetiştirilmektedir. Türkiye'de çörek otu bitkisi 2012 yılında 2.299 dekar alanda üretilmiştir. Buna karşılık 2019 yılında ise ortalama 16 kat artarak 37.085 dekar alanda yetiştiriciliği yapılmaya başlamıştır. Üretim miktarı ise 2012 yılında 161 ton iken yaklaşık 22 kat artış ile 3.603 ton olarak hesaplanmıştır. 2012 yılında Türkiye'de sadece 5 ilde üretimi yapılan çörek otu bitkisinin 2019 yılında yaklaşık 24 ilde yetiştirilmeye başlandığı bilinmektedir (Anonim 4.) (Şekil 4.).

İller	Alanı (Dekar)	Üretim Miktarı (Ton)	Verim (Kg/Dekar)
Burdur	11.318	929	82
Uşak	8.735	779	89
Konya	6.431	753	117
Antalya	1.340	203	151
Çorum	2.000	199	100
Bursa	1.741	132	76
Kütahya	910	93	102
Samsun	813	90	111
Sivas	761	77	101
Kayseri	550	70	127
Kars	476	67	141
Diğer	2.008	211	-
Toplam	**37.085**	**3.603**	**-**

Kaynak: TÜİK, 2020

Şekil 4. *Çörek otu (Nigella sativa L.) bitkisinin Türkiye'de yetiştiği iller ve üretim miktarları*

Çörek otu bitkisi Türkiye'nin birçok farklı bölgesinde üretildikten sonra, hem Türkiye sınırları içine hem de yurt dışına satışı gerçekleşmektedir. Özellikle ihracatı konusunda büyük aşama kat edilmiş olup her geçen gün artan miktarda yurt dışına ihracatı yapılmaktadır (Şekil 5.).

Yıl	İhracat		İthalat	
	Miktar (Ton)	Değeri (Bin Dolar)	Miktar (Ton)	Değeri (Bin Dolar)
2011	28	127	1.995	1.467
2012	45	170	2.218	1.732
2013	65	219	2.288	1.910
2014	57	225	2.933	2.766
2015	53	245	2.898	3.017
2016	116	462	3.465	3.657
2017	462	1.361	5.501	55.581
2018	462	1.097	2.429	2.512
2019	593	1.237	2.648	2.532

Kaynak: TÜİK, GTİP NO; 091099910014 (Çörek otu (ezilmemiş/öğütülmemiş)

Şekil 5. *Çörek otu bitkisinin 2011 ve 2019 yılları arasındaki ithalat ve ihracat miktarları*

MATERYAL VE METOT

Bitki Materyali

Bu çalışmada üç farklı yerden temin edilen çörek otu (*Nigella sativa* L.) tohumları kullanılmıştır (Şekil 6). Çorum ili Alaca ilçesinden yerel üreticiden, Kırıkkale ili yerel üreticiden ve ticari olarak satılan piyasadan temin edilen çörek otu tohumlarının antioksidan aktivitesi belirlenmiştir.

Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemi

Çörek Otu Tohum Örneklerinin Ekstraksiyonlarının Hazırlanması

Çörek otu numuneleri için her bir örnekten 3 g tohum tartılarak üzerine 30 mL metanol çözücüsü ilave edildikten sonra 24 saat süreyle oda sıcaklığında manyetik karıştırıcı ile iyice karışması sağlandı. Bu süre sonunda olası muhtemel safsızlıklardan arındırmak amacı ile hazırlanan ekstraktlar önce adi süzgeç kağıdı daha sonra ise mavi bant süzgeç kâğıdı kullanılarak süzüldü. Elde edilen ekstraktların son konsantrasyonu belirlendikten sonra antioksidan ile ilgili testler yapılıncaya kadar +4˚C'ta muhafaza edildi.

Şekil 6. *Çörek otu (Nigella sativa L.) bitkisinin tohumlarının genel görünümü (Anonim 3.)*

Toplam Polifenol Madde (TP) Tayini

Bu yöntem, çörek otu tohumlarında bulunan fenolik maddelerin Folin Ciocalteu reaktifi ile renkli kompleks oluşturması prensibine dayanmaktadır (Singleton ve Rossi, 1965; Singleton ve ark., 1999). Bu yöntem özellikle bitkilerde toplam fenolik madde tayininde en sık kullanılan yöntem olarak bilinmektedir. Reaksiyon sonunda oluşan koyu mavi renkli kompleksin 760 nm'de ölçümü yapılmaktadır. Ölçülen aborbans değerleri fenolik madde içerikleri ile doğru orantılıdır.

Standart eğri grafiğini oluşturmak amacı ile kullanılan en yaygın standardın gallik asittir olduğu bilinmektedir. Kullanılan gallik asit standardı stok 1 mg/mL konsantrasyonundan başlanarak 0,500, 0,250, 0,125, 0,062, 0,031 ve 0,015 mg/mL'lik çözeltiler hazırlanmıştır. Hazırlanmış olan 6 farklı konsantrasyonda ki değerlere karşılık gelen absorbans değerlerine göre standart eğri grafiği çizilmiştir. Bu çizilen doğrusal eğri grafiğinden faydalanılarak örnek numunelerde ki toplam fenolik miktarları hesaplanmıştır. Sonuçlar 1 g örnek başına mg gallik asit eşdeğeri (mg GAE/g) olarak belirlenmiştir.

Toplam Flavonoid Madde Tayini

Fenoliklerin bir alt grubu olarak bilinen flavonoidler bitkilerde bulunan doğal antioksidan kaynakları olarak bilinmektedirler. Bu yöntem Fu-

kumoto ve Mazza (2000)'e göre yapılmıştır. Gerçekleşen reaksiyon sonucunda meydana gelen sarı renkli kompleks 415 nm'de ölçülmesiyle toplam flavonoid madde miktarı belirlenmiştir. Sonuçların hesaplanabilmesi için standart olarak kuersetin kullanılarak, kalibrasyon grafiği elde etmek için stok 1 mg/mL olarak hazırlanmıştır. Bu stoktan seri seyreltme işlemi ile 0,500, 0,250, 0,125, 0,062, 0,031 ve 0,015 mg/mL'lik çözeltiler hazırlanıp absorbans değerleri belirlenmiştir. Kuersetin konsantrasyonuna karşılık absorbans grafiği çizilerek standart kalibrasyon grafiği elde edilmiştir. Standart kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak çörek otu tohumlarında bulunan toplam flavonoid miktarı hesaplanmış ve sonuçlar gram örnek başına mg Kuersetin eşdeğeri (mg QE/g) olarak belirlenmiştir.

Kondase Tanen Madde Miktarı

Bu yöntem Julkunen-Titto (1985) tarafından ortaya koyulan yönteme göre yapılmıştır. Çalışmada standart olarak kateşin kullanılmıştır (1-0,03125 mg/mL). Ayrıca bu çalışmada numune ve standartlara ait pipetlemeler değişen konsantrasyonlarda 25µL ilave edilerek, %4'lük vanillin 750 µL ve %37'lik HCl asitden 375 µL ilave edilmiştir. 20 dakika oda sıcaklığında inkübasyona bırakılarak 500 nm'de absorbans değerleri ölçülmüştür. Konsantrasyonlara karşılık bulunan absorbans değerleri ile standart grafiği çizilmiş ve bu grafiğe göre çörek otu tohum örneklerinin kondase tanen madde miktarı hesaplanmıştır. Sonuçlar mg kateşin eşdeğerliği/g numune olarak belirlenmiştir.

Demir (/III) İndirgeme antioksidan güç (FRAP) Tayini

Demir (/III) İndirgeme antioksidan güç (FRAP) tayini (Fe(III)-TPTZ-2,4,6-tris (2-pyridly)-S-triazin) kompleksinin antioksidanların varlığında indirgenerek mavi renkli kompleks Fe(II)-TPTZ oluşması ve oluşan bu kompleksin 595 nm'de maksimum absorbans vermesi esasına dayanan bir yöntemdir (Benzie and Strain, 1999). Çörek otu tohum ekstraklarındaki antioksidan kapasitenin ölçülmesinde FRAP oldukça geçerli bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Benzie and Strain, 1996).

Kalibrasyon için $FeSO_4 7H_2O$ değişen konsantrasyonlarda (31,25-62,5- 125- 250- 500- 1000 µM) kullanılarak çalışma eğrisi hazırlanmıştır. Bu eğri hazırlandıktan sonra 1,5 mL FRAP reaktifi [300 mM pH 3,6 asetat tamponu: 10 mM TPTZ: 20 mM $FeCl_3$ (10:1:1)] ile 50 µL numune karıştırılmıştır. 4 dakika sonunda 593 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Kalibrasyon eğrisi elde etmek için $FeSO_4 7H_2O$ değişen konsantrasyonlarda kullanılarak absorbanslar okuma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Çörek otu tohumlarına ait sonuçlar $FeSO_4 7H_2O$ ile karşılaştırılarak µM $FeSO_4 7H_2O$ eşdeğeri antioksidan güç olarak ifade edilmiştir.

DPPH Radikal Temizleme Aktivitesi Tayini

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ticari olarak piyasadan temin edilebilen bir radikal olarak bilinmektedir. Bu radikale ait 100 µM'lık metanolik çözelti hazırlanmıştır. Bu yöntem Molyneux (2004)'e göre uygulanmıştır. Örneklerin metanolik ekstraktları kendi çözücüleri ile seyreltilerek değişik konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Eşit hacimde (750 µL) DPPH çözeltisi ve çörek otu tohumu çözeltileri karıştırılıp oda sıcaklığında 50 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre tamamlandıktan sonra DPPH'ın maksimum absorbansının gözlendiği 517 nm'de absorbanslar okunmuştur. Kör olarak DPPH çözeltisi ve numunenin çözüldüğü çözücü kullanılmıştır. Standart olarak troloks standardı kullanılmıştır. Belirlenen absorbanslara karşılık gelen konsantrasyonlar kullanılarak grafik elde edilmiş ve SC_{50} değerleri mg/mL cinsinden ifade edilmiştir.

BULGULAR

Bu çalışmada üç farklı yerden temin edilen çörek otu (*Nigella sativa* L.) tohumları bitki materyali olarak kullanılmıştır. Çorum ili Alaca ilçesinden yerel üreticiden, Kırıkkale ili yerel üreticiden ve ticari olarak satılan piyasadan temin edilen çörek otu tohumlarının antioksidan aktivitesi belirlenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 1.'de gösterilmektedir.

Tablo 1. *Farklı lokasyonlardan temin edilen çörek otu tohumlarına ait antioksidan aktivite değerleri*

Çörek otu tohumları	TP mgGAE/g numune	TF mgQE/ g numune	CT mg CE/ g numune	FRAP (µmol$FeSO_4.7H_2O$ /g)	DPPH SC_{50} mg/mL
Alaca Yerli Üretici	2.525±0.274	0.700±0.008	2.927±0.012	17.041±0.199	3.455±0.009
Kırıkkale Yerli Üretici	2.145±0.012	0.881±0,011	3.015±0.037	22.705±0.098	5.026±0.183
Piyasadan Ticari Tohum	2.606±0.092	2.165±0,144	2.695±0.283	35.248±1.033	1.423±0.072

Çörek otu tohumlarının antioksidan aktivitesini belirlemek amacı ile yapılan analizler sonucunda; TP bakımından en düşük değer 2.145 mg GAE/g numune Kırıkkale ili yerli üreticiden temin edilen çörek otu tohumlarında elde edilirken, en yüksek değer 2.606 mg GAE/g numune ise piyasada tohumluk olarak satılan çörek otu tohumlarında elde edilmiştir. Ayrıca TF değerlerinden en düşüğü 0.700 mg QE/g numune Çorum ili Alaca ilçesi yerli üreticiden temin edilen çörek otu tohumlarında, en yükseği 2.165 mg QE/g numune ise piyasada tohumluk olarak satılan çörek otu tohumlarında belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan örnekler CT değerleri bakımından incelendiğinde en düşük değer 2.695 mg CE/g numune piyasada tohumluk

olarak satılan çörek otu tohumlarında, en yüksek değer ise 3.015 mg CE/g numune Kırıkkale ili yerli üreticiden temin edilen çörek otu tohumlarında görülmüştür. Yapılan analizler sonucunda en düşük FRAP değerinin 17.041 µmol $FeSO_4.7H_2O$/g ile Kırıkkale ili yerli üreticiden temin edilen çörek otu tohumlarında, en yüksek değerin ise 35.248 µmol $FeSO_4.7H_2O$/g ile piyasada ticari olarak satılan çörek otu tohumlarında bulunduğu belirlenmiştir. DPPH bakımından incelenen çörek otu tohumlarında en yüksek değerin 3.455 SC_{50} mg/mL ile Kırıkkale ili yerli üreticiden temin edilen çörek otu tohumlarında olduğu, en düşük değerin 1.423 SC_{50} mg/mL ile piyasada ticari olarak satılan çörek otu tohumlarında olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada yapılan farklı lokasyonlardan temin edilen çörek otu (*Nigella sativa* L.) bitkisine ait tohumların antioksidan aktivitesini belirlemek için yapılan TP, TF, CT, FRAP ve DPPH analizlerinde elde edilen sonuçlar özellikle piyasada tohumluk olarak satılan çörek otu tohumlarının antioksidan aktivitesi bakımından bu çalışmada kullanılan diğer çörek otu tohumlarına göre daha üstün özellikler gösterdiği görülmüştür.

Çörek otu (*Nigella sativa* L.) bitkisinin yağının antioksidan özelliklerinin belirlenmesi konusunda literatürde bazı çalışmalara rastlanırken; tohumlarının antioksidan aktivitesi konusunda arklı çalışmalara rastlanmamıştır. Bu konuda yapılan çalışmaların yetersizliği göz önüne alındığında, daha fazla çalışma yaparak bu konudaki kaynakların geliştirilebileceği düşünülmektedir.

Türkiye'de Çörek otu, gün geçtikçe daha geniş üretim alanlarına yayılırken bu bitkinin biyoaktif özellikleri, antimikrobiyal özellikleri ve etken maddeleri gibi başlıca konularda daha geniş çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bayburt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından, Proje Kod No: 2019/01-69001-09 ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Anomim 1. https://www.shutterstock.com/image-vector/collection-nigella-sativa-seeds-flower-vector-1526762972. Erişim Tarihi: 17.12.2021.

Anonim 2. https://www.alacalider.com/guncel/alaca-corek-otunda-soz-sahibi-h1363.html. Erişim Tarihi: 17.12.2021.

Anonim 3. https://www.google.com/search?q=nigella+sativa+tohum&tbm=isch&ved=2ahUKEwjA_1eSJ2uv0AhU1wbsIHVYjDSQQ2-cCegQIABAA&oq=nigella+sativa+tohum Erişim Tarihi: 17.12.2021.

Anonim 4. URL, 2020, https://www.tarimorman.gov. tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx Erişim Tarihi: 17.12.2021.

Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S., Telci, İ., (2010). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretiminin Arttırılması Olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-I, 437–456, 11–15 Ocak, Ankara.

Baytop, T. (1999). Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün) Nobel Tıp Kitabevi İstanbul, 189-190 s.

Benzeie, I.F.F., Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. Journal Analytical of Biochemistry, 239, 70-76.

Bourgou, S., Pichette, A., Marzouk, B., Legault, J. (2012). Antioxidant, Anti-Inflammatory, Anticancer and Antibacterial, activities of extracts from *Nigella sativa* (black cumin) plant parts. Journal of Food Biochemistry, 36: 539–546.

Dorman, H.J.D., Deans, S.G. and Noble, R.C. (1995). Evaluation in vitro plant essential oils as natural antioxidants, Journal of Essential Oil Research, 71, 645-651.

Fukumoto, L.R., Mazza, G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. Journal of Agricultural Food Chemistry, 48, 3597–3604.

Julkunen-Titto, R., (1985). Phenolics constituents in the leaves of northern willos: Methods for the analysis of certain phenolics. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 33, 213-217.

Kırbağ S. ve Zengin, F, (2006). Elazığ yöresindeki bazı tıbbi bit kilerin antimikrobiyal aktiviteleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J.Agric. Sci.), 16(2): 77-80.

Korkmaz, M., Karakurt, E. (2014). Kelkit (Gümüşhane) Aktarlarında Satılan Tıbbi Bitkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 18 (3):60-80.

Kumar, S.A. (2009). Plants-based Medicines in India. http://pib.nic.in/feature/feyr2000/fmay2000 /f240520006.html. Erişim Tarihi: 06.06.2010.

Lutterodt, H., Luther, M., Slavin, M., Yin, J.J., Parry, J, Gao, J.M., Yu, L.L. (2010) Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidantproperties of coldpressed black cumin seed oils. LWT-Food Sci. Technol. 43: 1409–1413.

Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 26, 211–219.

Nair, MKM., Vasudevan, P.and Venkitanarayanan, K. (2005). Antibacterial effect of black seed oil on Listeria monocytogenes. Food Control, 16 (5) 395-398.

Singleton V.L. ve Rossi J.A., (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic–Phosphotungstic Acid Reagents, American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144-158.

Singleton V.L., Orthofer R. ve Lamuela-Raventos R.M., (1999). Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent, Methods in Enzymology, 299, 152-178.

Sultan, M.T., Butt, M.S., Anjum, F.M., Jamil, A., Akhtar, S., Nasır, M. (2009) Nutritional profile of indigenous cultivar of Black cumin seeds and antioxidant potential of its fixed and essential oil. Pak J Bot 41: 1321-1330

Tekce, E., Bayraktar B., Aksakal V. (2019). Investigation of the Effects of Some Herbal Extracts Used in Different Ratios on Meat Fatty Acid Profile Level in Experimental Heat Stress Created in Broilers. Poultry - An Advanced Learning. Şubat, 2019.

Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., De Pasquale, A. and Saija, A. (2005). Influence of heating on antioxidant activity and the chemical comparision of some spice essential oils. Food Chemistry, 89, 549-554.

Turan, Y.S. (2014). Fosfor Dozlarının Çörek Otunun (*Nigella sativa* L.) Verim ve Kalitesine Etkisi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.

Bölüm 12

BİYOKÜTLE ENERJİSİ VE EKOLOJİ

Tuğçe Zülbiye GÖNÜL[1]
Gül Ebru ORHUN[2]

1 Yüksek Lisans Ögrencisi, Canakkale Onsekiz Mart Universitesi Lisanustu Egitim Enstitusu, Enerji Kaynaklari ve Yonetimi Ana Bilim Dali, Canakkale Onsekiz Mart Universitesi Bayramic Meslek Yuksekokulu Bayramic-
2 Doc. Dr. Gül Ebru ORHUN, Canakkale Lisanustu Egitim Enstitusu - Canakkale (Orcid No: 0000-0002-9902-5421)

Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Biyokütle Enerjisi

"Yenilenebilir enerji kaynağı" olarak da sınıflandırılabilecek alternatif enerji kaynaklarından biri Biyokütle Enerjisi ve Biyoenerjinin geliştirilmesidir. Biyok ü tle enerjisi, organik, biyolojik veya bitki maddesinden yapılmış olarak sınıflandırılan ve kullanılabilir bir enerji kaynağına dönüştürülebilen her türlü fosil olmayan yakıt için kullanılan bir terimdir. Biyokütle, dünya üzerinde "Biyo-Yenilenebilir Kaynak" olarak adlandırılma noktasına kadar hayati bir kaynak olarak kabul edilir. Çeşitli biyokütle ilgili teknolojilerin enerjiye dönüştürülmesi için bu biyolojik materyaller kullanılabilir: çöp, kompost, hayvan gübresi ve diğer atık ürünleri (örneğin, tarım ürünleri, tohumlar, otlar, yabani bitkiler, ağaçlar ve çalılar, yaşayan bitki gibi) Ama biyokütle nedir? Biyokütle birçok şekil alır, ancak "biyokütle enerjisinin" iyi bir örneği, ısıtma ve pişirme için bir kamp ateşinde ölü odun, çubuk veya samanın açık yanmasıdır. Bununla birlikte, bu tür biyokütle yakma, ürettiği ısı enerjisinin çoğu dumanla birlikte arttığından çok verimli değildir. Fotosentez sürecinde, canlı bitkiler güneşten elde edilen muazzam enerjiyi, Dünya atmosferinden gelen karbon ve topraktan emilen besinlerle birlikte biyokütle üretmek için yakalama ve kullanma kapasitesine sahiptir. Kısaca biyokütleyi, depolanan güneş ışığını kimyasal enerji şeklinde içeren herhangi bir organik veya biyolojik materyal olarak tanımlayabiliriz. Aksi takdirde toprak dolgusu atığı olarak sona erecek olan organik ve biyolojik maddelerin ısıya ve elektriğe dönüşümü, çevreyi doğrudan kirletmeden daha önce kullanılmayan kaynaklardan enerji üretme potansiyeli yüksek heyecan verici bir alandır. İşleme tesisi maddelerinden, mahsullerden, orman atıklarından veya dışkı atıklarından üretilen biyokütle malzemeleri katı halde olabilir veya çok çeşitli dönüşüm ve arıtma işlemleriyle, daha sonra elektrik enerjisi, ısı veya yakıt üretmek için kullanılabilecek sıvılara veya gazlara dönüştürülebilir. Katılar, yakıtlar ve gazlar sağlamanın yanı sıra, biyokütle, kumaşlar, ilaçlar, kimyasallar ve inşaat malzemeleri dahil olmak üzere insan yapımı malzemelerin çoğunda da kullanılabilir. Bitkilerin büyümek ve hayvanların gübre üretmesi için küçük bir zaman ölçeği gerekir. Fosil yakıtlar bitki ve hayvan yeryüzünde son zamanlarda oluşur. İnsan ise her gün atık malzeme atıp milyonlarca yıl biyokütle üretilmesine yardımcı olur. Ayrıca, biyokütle malzemelerinin yakıt olarak kullanılması, biyokütleyi yenilenebilir bir enerji kaynağı haline getirerek sürekli olarak yetiştirildikleri için arzlarını tüketmez. Bu nedenle birçok kişi Biyoenerji ve Biyoyakıtlar dahil "biyobazlı ürünlerin" gelecek için önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı olacağına inanmaktadır.

Yakıt Olarak Biyokütle Enerjisi

Yaklaşık 400 yıl önce insan yerden kömür kazmaya başlayana kadar, dünya neredeyse sadece bir enerji kaynağı olarak biyokütle ve biyokütle tipi ürünlere bağlıydı. Biyokütle günümüzde hala önemli bir enerji kayna-

ğıdır ve son yıllarda biyokütle enerjisi, yemek pişirmek için odun kömürü, ısıtmak için yakacak odun ve enerji içeriği için özel olarak yetiştirilen ürünler olarak satın alınan ticari bir yakıt olarak zemin kazanmaktadır. Bu şekilde kullanıldığında biyokütle malzemelerine "hammadde" denir.

Biyokütle, maddenin üç temel formunda da mevcuttur: Katı, Sıvı ve Gaz, birincil (fotosentez yoluyla doğrudan güneş enerjisi kullanımıyla üretilen) ve ikincil (organik maddelerin ayrışması veya dönüşümü ile üretilen) ürünlere ayrılabilir. Bu üç formdan elde edilen biyo yakıtlar şu şekilde tanımlanmaktadır:

Katı Biyokütle - yanma ve yanma yoluyla depolanmış enerjilerini serbest bırakan peletler şeklinde katı veya sıkıştırılmış organik madde parçaları olan "hammadde" olarak da bilinir. Katı biyokütle veya hammadde malzemeleri şunları içerir:

- Ağaç, çalı, talaş, pelet, talaş ve atık odun gibi odun ve odun artıkları.
- Saman, otlar, tohumlar, kökler, kurutulmuş bitkiler, fındık kabukları ve kabukları gibi tarımsal artıklar.
- Kömür, turba yaprağı çöpü ve yosundan elde edilen enerji bitkileri.
- Küspe tesisi atıkları gibi işlenmiş atıklar.
- Kurutulmuş bulamaç ve gübre gibi hayvansal atıklar.
- Evsel çöp ve çöplerden kaynaklanan belediye katı atıkları.

Sıvı Biyokütle – "biyoyakıt" olarak da bilinir, bir noktada hala büyüyen veya canlı olan katı maddeden üretilen ve bir tür yakıt üretmek için işlenebilen herhangi bir sıvıdır. Sıvı biyokütle veya biyoyakıt sıvıları şunları içerir:

- Ayçiçeği ve kolza tohumlarından elde edilen saf bitkisel yağlar veya geri dönüştürülmüş atık bitkisel yağlar.
- Mısır, tahıl ve diğer bitkisel maddelerden fermente edilmiş metanol, Etanol ve alkol bazlı yakıtlar.
- Bitkisel yağlardan ve hayvansal yağlardan damıtılmış biyodizel.
- Bir yakıt üretmek için çeşitli katı ve sıvı maddeleri bir araya getiren P Serisi yakıtlar.

Gaz Biyokütlesi – "biyogaz" olarak da bilinir, çürüyen bitkiler, çürüyen çöpler, çürüyen hayvanlar, bulamaç ve gübre tarafından verilen ve bir yakıt türü olarak kullanılabilen her türlü doğal oluşturucu gazdır. Sıvı biyokütle veya biyogaz şunları içerir:

- Çürüyen bitkilerden, hayvanlardan ve gübreden metan.

- Çöplüklerdeki çürüyen çöplerden üretilen biyogaz.
- Piller ve yakıt hücreleri için hidrojen.
- Karbon Monoksit ve Hidrojenden harmanlanmış Sentez Gazı.
- Fosil yakıtlardan elde edilen doğal gaz.

Biyokütle Enerjisi

Organik ürünlerin ve malzemelerin doğrudan biyokütle olarak veya yenilenebilir enerji kaynağının bir parçasını oluşturan biyoyakıt olarak kullanılabilmesinin dört temel yolu vardır.

1.Biyokütlenin Isıl Yanması - yakma olarak da adlandırılan katı biyokütle malzemelerinin havada yakılması günümüzde biyokütle yakıtlarının en yaygın kullanımıdır. Bu işlemden salınan biyoenerji, doğrudan alan ve su ısıtmanın yanı sıra pişirme ve yıkama için kullanılır. Katı biyokütle malzemelerinin pişirme ve alan ısıtması için evsel termal yanması, özellikle biyoyakıtların ekonomik fiyatlarla mevcut olduğu veya özellikle izole edilmiş ya da kırsal alanlarda, biyoyakıtın tüketici tarafından yerel olarak toplanabileceği yerlerde geleneksel fosil yakıtlara cazip bir alternatif olabilir. Odun biyokütle enerjisinin çoğu boşa harcanan ısı olarak bacaya çıktığı için, ev yemekleri ve açık şöminelerde yanma gibi küçük ölçekli kullanımlar genellikle çok verimsizdir. Özellikle biyokütle enerjisinin yanması için yüksek verimli pişirme ocakları, ev tipi ısıtma ocakları ve şömine sistemleri geliştirilmiştir ve şu anda yaygın olarak mevcuttur. Daha büyük fırınlar ve kazanlar, atık odun, odun yongaları, kütükler, talaş ve fındık kabukları gibi çeşitli katı biyokütle malzemelerini yüksek nem içeriğine sahip olsun veya olmasın yakmak için de tasarlanmıştır. Daha büyük üniteler, geleneksel petrol veya gaz yakıtlı fırınların performansına neredeyse uyan çok çeşitli partikül boyutları ve bileşimleri üzerinde çok verimli olabilir.

2. Biyokütle kullanarak Elektrik Üretimi – Biyokütle gücü veya biyogaz gücü, elektrik üretmek için hammaddeyi yakarak üretilen ısı veya buharı kullanır. Çoğu elektrik üretim istasyonu ve konvansiyonel elektrik santralleri birincil yakıt kaynağı olarak kömür şeklinde fosil yakıtlar kullanır. Mevcut tahminler, dünya çapında enerji üretimi için buharlı kömürün kullanımının önümüzdeki birkaç on yıl içinde önemli ölçüde artacağını ve bu nedenle yüksek verimli, temiz, kömürle çalışan enerji üretim tesislerine yönelik pazar talebinin yüksek olduğunu göstermektedir. Kömürün katı biyokütle hammaddesi ile önceden karıştırılmasıyla, mevcut kömürle çalışan kazanlarda yakılmak üzere yeni bir yakıt türü üretilebilir. Karışık yakıt, daha önce olduğu gibi aynı kömür işleme, öğütme ve ateşleme sistemleri ile hala işlenebilir, şimdi avantajı, katı biyokütlenin birlikte ateşlenmesinin, üretim tesislerinin yalnızca fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltması, atık kül içeriğini ve zararlı kükürt ve CO2 karbon emisyonlarını azaltma-

sıdır. Elektrik üretiminde hem özel biyokütle hem de biyokütle kofirasyon santralleri kullanılmaktadır ve büyük ölçekli biyokütle kofirasyonu yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretmek için en verimli ve uygun maliyetli yaklaşımlardan biridir. Biyokütle ortak ateşlemeli enerji üretim tesislerinin en büyük avantajı, Biyokütlenin kömürden çok daha ucuz olması, dolayısıyla ortak ateşlemenin tek başına kömür yakmaktan daha ucuz olmasıdır. Biyokütle enerjisinden elde edilen mevcut enerji üretiminin neredeyse tamamında buhar türbinleri kullanmaktadır. Türbinleri çalıştırmak için gerekli miktarda buhar üretmek üzere biyokütle ve kömürün birlikte ateşlenmesi, yakalabilen, temizlenebilen ve başka bir biyoenerji ürünü olarak kullanılabilen gazlar üretir. Biyokütlenin ortak ateşlemesi elektrik üretimi için; ormancılık, odun ürünleri, kağıt hamuru ve kağıt, tarım ve gıda işleme vb. diğer endüstrileri de ilgilendirebilir. Büyük miktarlarda yanıcı biyokütle kalıntılarını toprak dolgularına göndermek yerine satmanın bir yolunu bulmak gerekir. Büyük miktarda odun ve tarımsal atık mevcut olduğunda işlenmiş biyokütle yakıtlarının maliyeti düşük olabilir.

3. Biyokütlenin Gazlaştırılması – biyokütlenin bir alt bölümü, hayvan gübresi, çürüyen atıklar ve algler gibi biyolojik kaynaklardan üretilen doğal olarak üretilen bir gaz olan Biyogazdır. Biyokütlenin daha sonra doğrudan kullanılabilen karayolu veya boru hattı ile ısıtma ya da enerji üretimi için nihai tüketiciye taşınabilen bir yakıta gazlaştırılması, bir başka yararlı biyoenerji şeklidir. Biyogaz, 60/40 gaz halinde Metan (CH4) ve Karbondioksit (CO2) karışımı üreten biyokütle malzemelerinin biyolojik anaerobik (oksijensiz bakteriyel ayrışma) sindirimidir. Bataklık, bir bataklık alanından veya yosun dolu bir göletten yükselen kabarcıklar gördüyseniz, bu doğal olarak üretilen metandır. Metan, bir doğal gaz sistemine veya başka bir tüketiciye gaz tedarik etmek için geleneksel teknoloji kullanılarak karbondioksitten ayrılır. Turuncu sıvı petrol gazı (LPG) bidonlarındaki gaz gibi, Biyogaz da geleneksel fırınlarda, sobalarda ve kazanlarda ev pişirmek, ısıtmak veya aydınlatmak için yakılabilir. Ayrıca bir araba sürmek veya elektrik üretmek için içten yanmalı motorlara güç sağlamak için de kullanılabilir. Biyogaz enerji konvansiyonel doğal gaz üzerinden pek çok avantajı sunmaktadır. Biyogazla çalışan elektrik santralleri hızlı, basit ve kilovat başına kömür, petrol veya nükleer santrallerden çok daha az parayla inşa edilebilir. Fosil yakıtların aksine ”Biyogaz” yenilenebilir bir kaynaktır. Organik maddenin bakteri ayrışmasıyla üretilen metan, gaz olarak kullanılsa da kullanılmasa da, depolama alanlarında ve tarım arazilerinde doğal olarak üretilmeye devam edecektir. Metan aynı zamanda önemli bir sera gazıdır ve küresel ısınma sorununa önemli bir katkıda bulunur, bu nedenle Biyogazın yakılması çevreye yararlı olan mükemmel bir enerji kaynağı sağlar. Son olarak, Biyogazın yanmasından arta kalan ve aktif çamur olarak adlandırılan kalıntı kurutulabilir ve arazide gübre olarak kullanılabilir.

4. Biyokütlenin Sıvı Dönüşümü - bir başka heyecan verici alternatif enerji, Biyoyakıt adı verilen biyokütle yakıtlarının üretilmesidir. Biyoyakıt, biyokütleden, genellikle bitki maddesinden yapılan sıvı yakıttır. Metanol ve etanolün yanı sıra sentetik benzin, biyodizel ve havacılık yakıtları da dahil olmak üzere bazı yaygın biyoyakıt türleri vardır. Mısır, şeker kamışı ve soya fasulyesinden elde edilen etanol (etil alkol) biyoyakıt, günümüzde dünya çapında en yaygın biyoyakıttır ve öncelikle Güneş enerjisinin kullanılabilir enerjiye dönüştürülmesinin sonucu olduğu için genellikle "yenilenebilir enerji kaynağı" olarak kabul edilmektedir. Ulaşım ayrıca yakıt gerektirir ve etanol, önemli bir otomotiv yakıtı kaynağı olarak benzini değiştiren veya artıran otomobilleri çalıştırmak için kullanılabilir. Yakıt olarak kullanılan etanol benzinden daha temiz yanar ve böylece daha az kirletici ve emisyon üretir. Biyodizel, içten yanmalı motor için petrol dizeline alternatif olarak kullanılabilen başka bir sıvı biyoyakıt türüdür. Biyodizel, genellikle bitkisel yağların veya hayvansal yağların işlenmesinden yapılan ester bazlı oksijenli bir biyoyakıttır. Bununla birlikte, ultra temiz bir dizel yakıt üreten verimliliği ve motor ömrünü artırmak için hurma yağı ve kanola yağı gibi çeşitli bitkisel yağlarla çeşitli yüzde biyodizel karışımlarının kullanılması yaygındır. Biyodizelin birçok avantajı vardır. Dizel taşıma ve otomobillerden büyük kamyonlara kadar her türlü dizel motorda kullanılabilir, bu da biyodizele geçişi çok kolaylaştırır. Biyoyakıtlar, geleneksel karbon bazlı petrol ve yakıtlara göre birçok avantaj sağlayabilir. Biyoyakıtın en büyük avantajlarından biri yenilenebilir olmasıdır. Biyoyakıt heyecan verici bir olasılıktır çünkü çiftçilerin fazla mahsulleri yakıta dönüştürmelerini sağlayacaktır, ancak bu avantajların büyüklüğü bir biyoyakıt mahsulünün nasıl yetiştirildiğine ve kullanılabilir bir yakıta dönüştürüldüğüne bağlıdır. Biyoyakıt aynı zamanda ithal petrole olan bağımlılığı da azaltır, çünkü yakıtın çoğu bir ülke içinde üretilebilir. Bununla birlikte, biyoyakıt üretiminde birçok dezavantaj da vardır. Biyoyakıt üretmek için fosil yakıt enerjisi kullanılmalıdır, bu da onu daha az verimli kılar. Biyoyakıt üretimi için yetiştirilen mahsulleri desteklemek için büyük miktarda araziye ihtiyaç duyulmakta, gıda üretimi için mevcut arazi miktarının azaltılması, gıda fiyatlarındaki artış ve küresel pazarda belirli gıda mahsullerinin yetersizliği gibi diğer sorunlara yol açabilmektedir.

KISACA;

Temiz yenilenebilir enerji üretmek için biyokütlenin kullanılması fosil yakıtlara olan bağımlılığımızı azaltabilir, sera gazı emisyonlarını azaltabilir; kirlilik ve atık yönetimi sorunlarını azaltabilir.

Fotosentez sürecinde bitkiler, güneşten elde edilen enerjiyi, dünya atmosferinden gelen karbon ve topraklarımızdan gelen besinlerle birlikte, daha sonra organik maddelerin yanması yoluyla Biyoenerji olarak kullanılabilecek biyokütle üretmek için yakma ve kullanma kapasitesine sahiptir.

Biyokütlenin biyoenerji yakıtı olarak birçok avantajı vardır, atıkları ve emisyonları azaltır, çiftçileri destekleyen çeşitli farklı ürünler kullanır, ham petrol ve konvansiyonel fosil yakıtlara yeni temiz ve yenilenebilir alternatifler üretir. Ancak biyokütle enerjisiyle ilgili her şey yeşil değildir, çünkü dezavantajları da vardır.

Örneğin, biyokütle ancak değiştirilebileceğinden daha hızlı tüketilmediği sürece yenilenebilir. Katı biyokütle yakıt formları, fosil yakıtlardan çok daha düşük bir enerji içeriğine sahiptir. Buna ek olarak, biyoenerji yakıtları üretmek için fosil yakıtlar tüketilmekte ve tarım ve gıda üretimi için mevcut arazi miktarını azaltarak ağaç ve mahsul yetiştirmek için büyük miktarda arazi gerekmektedir.

"Biyokütle" ve "Biyoenerji", bir katı, bir sıvı veya bir gazın temel formlarında mevcuttur. Katı biyokütle bulunduğu gibi kullanılabilir ve yanan biyokütle daha sonra enerjiye dönüşebilecek ısı üretir, ancak katı biyokütle yakıtları fosil yakıtlardan çok daha düşük bir enerji içeriğine sahiptir. Biyoyakıt formundaki sıvı biyokütle, atık bitkisel yağlardan, hayvansal yağlardan ve bitkilerden yapılan temiz yenilenebilir bir yakıttır. En yaygın biyoyakıtlar "etanol" ve "biyodizel" dir. Bu ürünlerin her ikisi de geleneksel nakliye yakıtlarına alternatif olarak kullanılabilir.

Biyogaz, atık maddelerin anaerobik (havasız) koşullarda fermantasyonu ile üretilen gazların karışımıdır. Bu, metan, karbondioksit, azot ve hidrojen dahil olmak üzere çeşitli gazlar üretir. Biyogaz çok fazla metan içerdiğinden, hem pişirme hem de ısıtma için doğal gaza alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir.

EKOLOJİK KAVRAMLAR

EKOLOJİ: Canlıların birbirleriyle ve çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır.

TÜR: Ortak bir atadan gelen, yapı ve görev bakımından benzer organları bulunan, kendi aralarında doğal olarak çiftleşebilen ve çiftleştiklerinde verimli döller verebilen canlılara tür denir.

POPULASYON: Belli sınırlar içinde yaşayan, aynı tür canlıların oluşturduğu topluluğa denir.

-Bir göldeki alabalıklar

-Ormandaki çam ağaçları

-Mağaradaki yarasalar

KOMÜNİTE: Belirli bir bölgede, farklı popülasyonların bir araya gelerek oluşturdukları uyumlu birlikteliklerdir.

-Bir göldeki balıklar

-Ormandaki ağaçlar

EKOSİSTEM: Canlılar, cansız çevreleriyle birlikte ekosistemi oluşturur.

BİYOSFER: Yeryüzündeki canlıların yaşama koşullarına uygunluk gösteren her yer biyosferi tanımlar. Okyanusun derinliklerinden 10bin metre yüksekliğe kadar olan alan biyosfer katmanıdır.

HABİTAT: Canlıların yaşamına uygunluk gösteren alanlardır. Canlının yaşadığı adrestir. Örn: Ankara keçisi, Ankara'da yaşar.

NİŞ: Canlıların yaptığı iştir. Canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için yaptıkları tüm faaliyetlerdir.

BİYOTOP: Canlıların yaşamlarına uygun çevre koşullarına sahip bölgelerdir.

FLORA: Bitkilerin yaşamlarını sürdürebildiği alanlardır.

FAUNA: Hayvanların yaşamlarını sürdürebildiği alanlardır.

BASKIN TÜR: Bir yaşama birliğinde yer alan en belirgin türdür. SÜKSESYON(ARDILLIK): Çevresel faktörlerin etkisiyle, baskın türün yerini başka bir baskın türün almasıdır.

EKOTON: İki yaşama birliğinin kesişme bölgesidir. Bu bölgede canlıların çeşitliliği çok fazladır.

MİKROKLİMA: Bazı bölgelerde sıcaklık, ışık, yağış gibi faktörlerin etkisiyle farklı iklim özelliklerin ortaya çıkmasıdır.(www.dersbiyoloji.com/2010/03/05/ekoloji-ile-ilgili-kavramlar/)

EKOLOJİK DÖNGÜLER

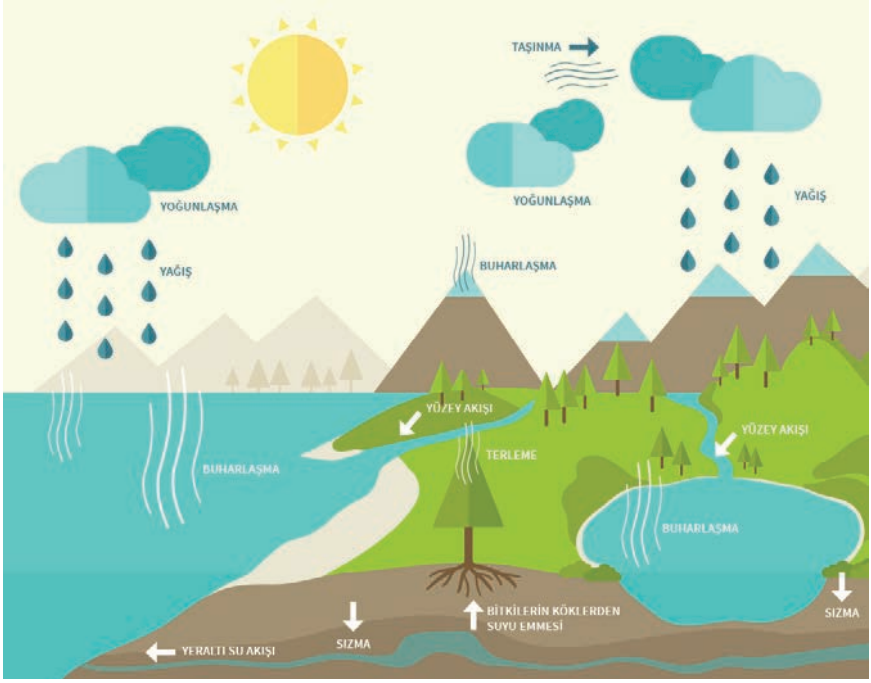
Ekosistemin hayati unsurları olan ve canlılar için hayati önem taşıyan maddeler, dünyamızda hareketler yaparak bir döngü içinde hareket ederler. Ekosistem içindeki maddelerin bu dolaşımına madde döngüsü denir. Bu maddeler su, oksijen, karbon, azot ve fosfordur. Bu döngüler, doğamızın kusursuz bir şekilde devam etmesi için gerekli dönemlerdir. Bu döngülerden birinin bile başarısız olması doğamız için büyük bir risk oluşturmaktadır. İnsanoğlunun bilinçsiz hareketi sonucunda bu döngüler zarar görür ve sürekliliği tehlikeye girer.

Periyodik cetvelin tüm elementleri dünya üzerinde birçok farklı biçimde bulunabilir. Elementler fiziksel formda farklılık gösterebilir; katı, sıvı veya gaz halinde olabilir veya geçirdikleri kimyasal reaksiyonlar sonucunda genel formlarında farklılık gösterebilirler.

Azot gibi elementler birçok farklı yerde bulunabilir. Azot suda, havada ve toprakta bulunur. Sarf malzemeleri her zaman geri yüklenir. Bunun

nedeni, azotun, tıpkı birçok element gibi, bir madde döngüsünde dünya üzerinde hareket etmesidir; azot döngüsü. Maddenin en önemli döngüleri; su, azot, fosfor, kükürt ve karbon döngüleridir.

1-SU DÖNGÜSÜ



(https://sutema.org/XdZOZ/kirilgan-dongu.2.aspx)

Su döngüsü, suyun Dünyanın her yerinde hareket etmesinin bir yoludur. Asla durmaz, başlangıcı ya da sonu yoktur. Büyük bir çember gibi! Su döngüsü "hidrolojik döngü" olarak da bilinir. Dünya 4 milyar yıldan fazla bir süredir suyu geri dönüştürüyor.

Su döngüsünün dört ana bölümü vardır: Buharlaşma, Konveksiyon, Yağış ve Toplama.

1) Buharlaşma

Buharlaşma, güneşin nehirlerde, göllerde veya okyanusta suyu ısıtması ve onu buhara dönüştürmesidir. Su veya su buharı nehirden, gölden veya okyanustan ayrılarak havaya karışır. Terleme, su buharını tekrar havaya almak için buharlaşmaya biraz yardımcı olur.

2) Konveksiyon (Yoğuşma)

Su döngüsündeki konveksiyon, yüzeye yakın havanın ısıtıldığı, daha sonra ısı alarak yükseldiği zamandır. Havadaki su buharı soğur ve tekrar sıvıya dönüşerek bulutlar oluşturur. Buna yoğuşma denir. Aynı şeyi evde de görebilirsiniz. Sıcak bir günde bir bardak soğuk su dökün ve ne olduğunu izleyin. Camın dış tarafında su oluşur. O su bir şekilde camdan sızmaz aslında havadan gelir. Sıcak havadaki su buharı, soğuk cama değdiğinde tekrar sıvıya dönüşür.

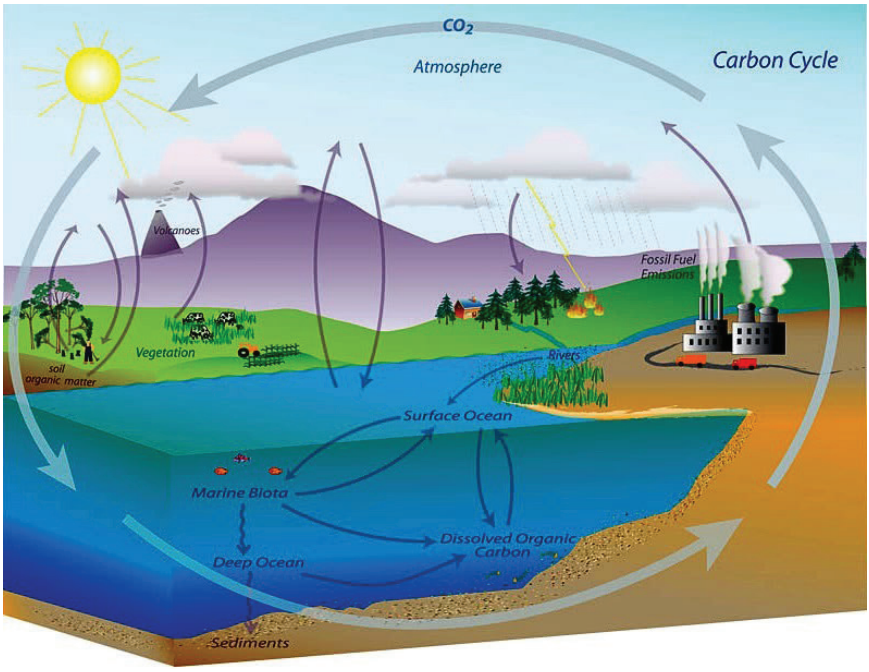
3) Yağış

Yağış, havanın artık tutamayacağı kadar çok su yoğunlaştığında meydana gelir. Bulutlar ağırlaşır ve su yağmur, dolu, karla karışık yağmur veya kar şeklinde yeryüzüne geri düşer.

4) Toplama / Depolama

Dünya'nın suyunun çoğu su döngüsünde çok sık yer almaz. Çoğu depolanmıştır. Dünya çeşitli yerlerde su depolar. Okyanus en büyük su deposudur. Dünya suyunun yaklaşık % 96'sı okyanusta depolanır. Tuzlu okyanus suyunu içemiyoruz, bu yüzden neyse ki bizim için tatlı su göllerde, buzullarda, kar kapaklarında, nehirlerde ve yeraltı suyu deposunda yerin altında da depolanıyor.

2-KARBON DÖNGÜSÜ



(https://www.wpclipart.com/space/solar_system/Earth/ecology/carbon_cycle_NOAA.jpg.html)

Karbon, proteinler ve DNA gibi karmaşık moleküller oluşturmak için gerekli olan dünyadaki tüm yaşamın temelidir. Bu element atmosferimizde karbondioksit (CO2) şeklinde de bulunur. Karbon, Dünya'nın sıcaklığını düzenlemeye yardımcı olur, tüm yaşamı mümkün kılar, bizi besleyen gıdada önemli bir bileşendir ve küresel ekonomimizi beslemek için önemli bir enerji kaynağı sağlar**.**

Karbon döngüsü, karbon atomlarının sürekli olarak atmosferden Dünya'ya ve daha sonra atmosfere geri döndüğü süreci tanımlar. Gezegenimiz ve atmosferi kapalı bir ortam oluşturduğundan, bu sistemdeki karbon miktarı değişmez. Karbonun bulunduğu yerde - atmosferde veya Dünya'da — sürekli akış halindedir.

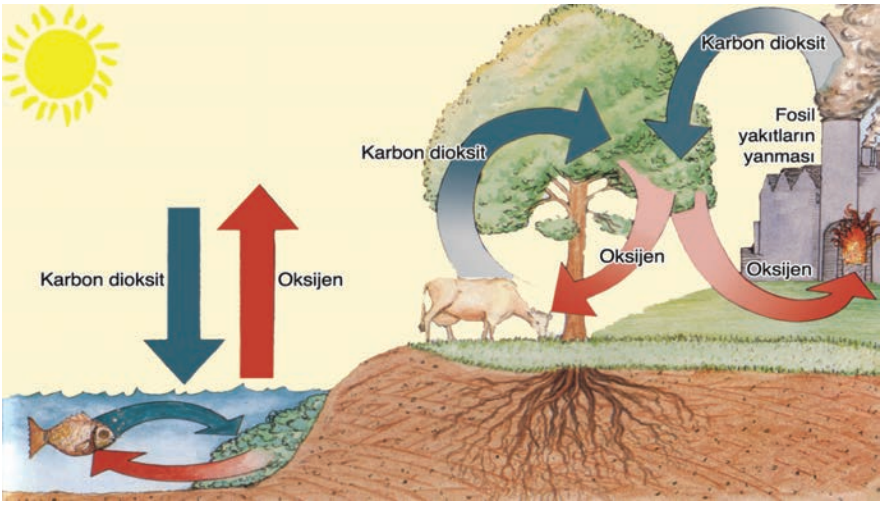
Dünya'da karbonun çoğu kayalarda ve çökeltilerde depolanırken, geri kalanı okyanusta, atmosferde ve canlı organizmalarda bulunur. Bunlar, karbonun içinden geçtiği rezervuarlar veya depolardır.

Organizmalar öldüğünde, volkanlar patladığında, yangınlar olduğunda, fosil yakıtlar yakıldığında ve diğer çeşitli mekanizmalarla karbon atmosfere geri salınır.

Okyanus söz konusu olduğunda, karbon okyanusun yüzey suları ile atmosfer arasında sürekli olarak değiş tokuş edilir veya okyanus derinliklerinde uzun süre depolanır.

İnsanlar, fosil yakıtların yakılması veya arazi geliştirme gibi faaliyetlerle karbon döngüsünde önemli bir rol oynamaktadır. Sonuç olarak, son 800.000 yılda herhangi bir zamanda olduğundan çok daha fazla atmosferdeki karbondioksit miktarı artıyor.

3-OKSİJEN DÖNGÜSÜ



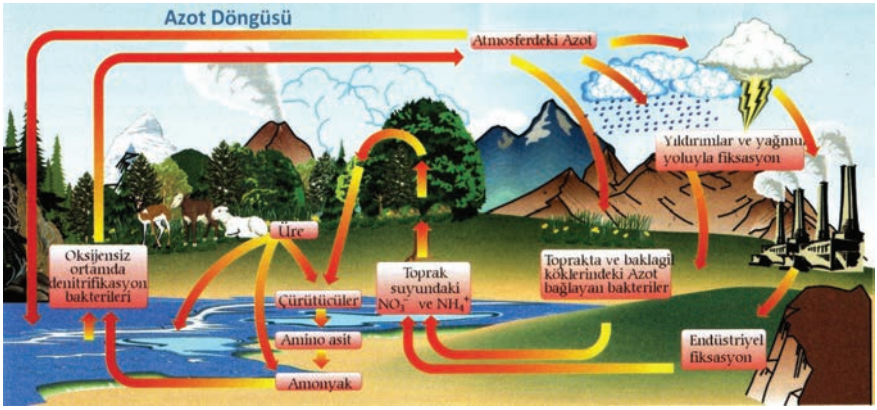
(https://cografya.sitesi.web.tr/oksijen-dongusu.html)

Oksijen döngüsü, oksijenin doğada çeşitli şekillerde nasıl dolaştığını detaylandırır. Karbon döngüsüne çok benzer. Oksijen havada serbestçe oluşur, yer kabuğunda kimyasal bileşikler olarak sıkışır veya suda çözülür. Atmosferdeki oksijen yaklaşık % 21'dir ve azottan sonra en bol bulunan ikinci gazdır. Solunumda çoğunlukla canlı organizmalar, özellikle insan ve hayvanlar tarafından kullanılır. Oksijen aynı zamanda insan vücudunun en yaygın elementidir.

Oksijen ayrıca yanma, ayrışma ve oksidasyon sırasında da kullanılır. Oksijenin dolaşımı, (hava) atmosferi, biyosfer ve yer kabuğu dahil olmak üzere üç ana akış sisteminden geçer. Oksijen döngüsünde ana faktör; yeşil bitkilerin ve alglerin, bir yan ürün olarak oksijen vermek için güneş enerjisinin, su ve karbondioksit kullanarak kendi yiyeceklerini yaptıkları süreç olan fotosentezdir.

Bu nedenle, oksijenin atmosferde kalması için, esasen oksijen döngüsü olarak adlandırılan çeşitli doğa biçimlerinde dolaşması gerekir. Dolaşım, dünyadaki çeşitli faaliyetlere bağlıdır.

4-AZOT DÖNGÜSÜ



(http://biyolojisitesi.net/uniteler/dunyamiz/azot-dongusu.html)

Azot, organik bileşiklerin (amino asitler, proteinler, enzimler, klorofiller, nükleik asitler) yanı sıra inorganik ve uçucu bileşiklerin (Amonyak, Nitratlar, nitrik asit) sentezini içeren bir dizi dönüşüme uğrar. Bu dönüşüm aynı anda gerçekleşir.

N2 gazı havanın yaklaşık % 78'ini oluşturur. Gaz halindeki azotun çok az kullanımı vardır. Bununla birlikte, azot en önemli elementlerdir.

Bitkiler, ihtiyaç duydukları azotun çoğunu, kök kılları tarafından aktif taşıma kullanılarak emilen nitrat iyonları şeklinde alırlar. Nitrat iyonları çok çözünür ve topraktan süzülür. Doğal ekosistemlerde nitrat seviyeleri azot içeren bileşiklerin geri dönüşümü ile geri kazanılır. Tarımsal ekosistemlerde gübre kullanımı ile nitrat seviyesi daha da arttırılabilir. Bitki ve hayvanlar öldüğünde, mikroorganizmaların topraktaki nitrat seviyelerini yenilediği bir dizi adımda ayrışma süreci başlar. Amonifikasyon, üre ve proteinler gibi organik amonyum içeren bileşiklerden amonyak üretimidir. Saprobiyotik mikroorganizmalar, toprakta amonyum iyonları şeklinde amonyak salgılayan bu malzemelerle beslenirler. Nitrifikasyon bakterileri, amonyum iyonlarını nitrit iyonlarına okside ederek nitrat iyonlarına oksitlenir. Nitrifiye edici bakteriler bu dönüşümü gerçekleştirmek için oksijene ihtiyaç duyarlar ve bu nedenle toprak yapısını hafif ve havalandırılmış tutmak için sürülerek elde edilen birçok hava boşluğuna sahip bir toprağa ihtiyaç duyarlar. Bu, azot gazının azot içeren bileşiklere dönüştürüldüğü bir işlemdir. Serbest yaşayan azot sabitleyici bakteriler, gaz halindeki azotu amonyağa indirir ve daha sonra amino asitler üretmek için kullanırlar ve bozunduklarında azot bileşiklerini serbest bırakırlar. Mutualistik azot sabitleyici bakteriler, bitkilerin köklerindeki nodüllerde yaşarlar. Bitkilerle karşılıklı bir bağ oluştururlar ve bitkiye azot bileşikleri sağlarlar ve bitki

onlara karbonhidrat sağlar. Topraklar aşırı sulandığında ve dolayısıyla oksijen yetersiz olduğunda, mevcut mikroorganizma türü değişir. Daha az aerobik nitrifikasyon ve azot sabitleyici bakteri bulunur ve anaerobik denitrifikasyon bakterilerinde artış olur. Bunlar toprak nitratlarını gaz halindeki nitrojene dönüştürerek bitkiler için azot içeren bileşiklerin kullanılabilirliğini azaltır. Toprağın verimli olması için, denitrifiye edici bakterilerin birikmesini önlemek için iyi havalandırılmış tutulmalıdır.

FOSFOR DÖNGÜSÜ

Canlı organizmaların yardımıyla fosforun hareketini ve farklı formlarını doğada gösteren biyojeokimyasal sürece fosfor döngüsü denir. Kayaçlar, su, toprak ve çökeltiler fosforun birincil canlı olmayan kaynaklarını oluştururken, bitkiler ve hayvanlar başlıca canlı kaynakları oluşturur. Fosfor döngüsünün beş adımı;

1) Ayrışma

Uzun bir süre boyunca tortul kayaçlarda PO43- olarak bulunan fosfatlar, parçalanmış kayaçlardan çeşitli çevresel kaynaklarından inorganik fosfat iyonları şeklinde süzülür. Ayrışma adı verilen bu işlem, fosfor döngüsünün ilk önemli adımı olarak işlev görür. Ayrışma dışında, volkanik kül, aerosoller ve mineral tozu da diğer önemli fosfat kaynakları olarak işlev görür.

2) Bitkiler tarafından mineralizasyon

Bitkiler toprakta ve yeraltı suyunda bulunan organik fosforu absorbe ederek kullanım için inorganik formlara dönüştürmelerine mineralizasyon denir. Su bitkileri, sudaki düşük çözünürlükleri nedeniyle inorganik fosforu su kütlelerinin alt katmanlarından emer.

3) Hayvanlar tarafından asimilasyon

İnsanlar da dahil olmak üzere otçul ve etçil hayvanlar, asimilasyon olarak bilinen bir süreç olan bu bitkileri yiyecekleri için tükettiklerinde fosforu emerler. Ayrıca, hayvanlar doğrudan içme suyundan fosfor elde ederler.

4) Mikroorganizmalar tarafından ayrışma

Bakteriler ve mantarlar gibi mikroorganizmalar organik fosfatları inorganik forma geri ayrıştırır ve daha sonra toprağa ve su kütlelerine geri döner. Fosfor içeren bileşikler, çökeltiler oluşturmak için yüzey akışında nehirlere, göllere ve okyanuslara da taşınabilir.

5) Tektonik hareketlerle jeolojik yükselme

Uzun süreler boyunca, fosfor içeren tortul kayaçlar, jeolojik yükselme adı verilen bir işlemle okyanustan karaya taşınabilir. Böylece çökeltiler

olarak biriken fosfor, nihayetinde ayrışma süreci boyunca çevreye geri salınır ve böylece döngüyü tamamlar.

Fosfor döngüsünün önemli; DNA ve RNA gibi nükleotidlerin ve nükleik asitlerin temel bir bileşeni olarak işlev görür. Kemiğimizin ve dişlerimizin minesinin önemli bir bileşenini oluşturur. Hücre zarı gibi biyolojik zarlarda bulunan fosfolipidlerin önemli bir bileşenini oluşturur. Böceklerin dış iskelet yapısını oluşturur. Vücudun sabit bir fizyokimyasal durumunu korumak için tamponlama maddesi olarak işlev görür.

İnsan faaliyetleri fosfor döngüsünü aşağıdaki şekillerde olumsuz yönde etkiler:

Fosfat içeren gübrelerin kullanımı

Tropikal yağmur ormanlarının kesilmesi

Taşıma sırasında fosfatın dökülmesi

Fosforun hane halklarından ve endüstrilerden su kütlelerine süzülmesi.

MADDE DÖNGÜLERİNE İNSAN MÜDAHALELERİ

Canlıların yaşamlarının devamlılığı döngülere bağlıdır. Dünya tarihinin başlangıcından beri devam eden bu döngüler; gelişen teknolojiye, sanayileşmeye, kentleşme, hızlı nüfus artışı gibi sebeplerle yani kısaca insanoğlunun etkisiyle bozulmaya başlamıştır. Bozulmaların sonucunda ekolojik sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur.

1-Su Döngüsüne İnsan Etkileri: Tarımda su kullanımının, kentleşme ve nüfus artışının, betonlaşmanın, aşırı su kullanımının, yer altı sularının deniz suyuna karışmasının, sanayide su kullanımının, baraj ve kanalların, sulak alanların kurutulmasının ve bitki örtüsü tahribinin su döngülerine etkileri çok büyüktür.

2-Karbon Döngüsüne İnsan Etkileri: Karbon miktarı kendi içerisinde bir dengeye sahiptir. İnsanların çeşitli eylemleri sonucu(sanayileşme, kentleşme, nüfus artışı, vb) karbon dengesini bozmuştur.

Atmosferdeki karbon gazının artmasına sebep olan faktörler: *Nakliye:* Karbonun %65 kadarı otomobil, gemi, uçak gibi nakliye araçlarında kullanılan fosil yakıtlardan sağlanır. Son dönemlerde araçlarda daha temiz yakıtların kullanılması İle meydana getirilen değişimlerle bu oran düşmektedir.

Binalar: Binaların ısıtılmasında fueloil ve kömürün kullanılması havadaki karbonu arttıran çok önemli bir nedendir. Büyük şehirlerde doğalgaz kullanımının yaygınlaştırılması bu sorunun çözümünde önemli katkı sağlamaktadır.

Fabrika: Özellikle fosil yakıtların yakıldığı (demir, çelik fabrikaları, termik santraller, radyoaktif santraller, havaya katılan sera gazlarının artmasına sebep olmakta çevre sorunlarının boyutunu artırmaktadır.
Ormanların Tahribi: Ormanlar, fotosentez ile atmosferdeki karbonu alıp depolar ve oksijen verir. Ormanların tahribi atmosferdeki fazla karbonun yeryüzünde depolanmasını engeller ve karbon döngüsü bozulur.
Diğer faaliyetler: Mahsul artıklarının, otların ve ormanların yakılması, pirinç tarlalarında metan oksitlenmesi bu faaliyetlere örnektir. (depo.cografyahocasi.com/pdf/11/Ekolojik-dongulere-insan-mudahaleleri.pdf)

3-Azot Döngüsüne İnsan Müdahaleleri: İnsanların yanlış müdahalesi olmadığı sürece, kullanılabilir durumdaki azotla bitki gereksinimi arasındaki denge genelde korunmaktadır. Eğer toprakta gereksinimden fazla miktarda azot bulunursa çeşitli sorunlar ortaya çıkar. Bu sebeple topraktaki azot dengesi oldukça önemlidir. İnsanların tarımsal faaliyetleri doğadaki azot döngüsünün en önemli nedenidir. Topraktan daha fazla mahsül elde edebilmek için üretilen azotlu gübrele, hassas azot dengesini bozmuştur. Toprakta azotun fazla olması durumunda bu madde bitki dokularında nitrat şeklinde birikir. Yüksek dozda gübrelemenin yapıldığı yerlerde hem yer altı hem de yer üstü suları büyük miktarda nitrat ve nitritle kirlenmektedir. Azot bakımından zengin ortamlarda bakteriler ve mavi-yeşil algler hızla gelişir. Bu hızlı gelişme, sudaki oksijeni azaltır. Bu durum, balık ve kabuklular gibi oksijene ihtiyaç duyan diğer canlıların ölümüne veya türlerinin yok olmasına neden olur. Yüksek miktarda azotun diğer bir olumsuz etkisi de toprağın asitlik derecesi ile içme sularındaki ağır metal oranını artırmasıdır. Günümüzde gelişmiş ülkeler, neden olduğu zararlardan dolayı azotlu gübre kullanımına kısıtlama getirmiştir. Ancak az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde azotlu gübre kullanımı hâlâ yaygındır.

KAYNAKLAR

https://cografya.sitesi.web.tr/oksijen-dongusu.html

https://sutema.org/XdZOZ/kirilgan-dongu.2.aspx

http://www.dersbiyoloji.com/2010/03/05/ekoloji-ile-ilgili-kavramlar/

https://www.alternative-energy-tutorials.com/biomass/biomass.html

https://www.wpclipart.com/space/solar_system/Earth/ecology/carbon_cycle_NOAA.jpg.html

depo.cografyahocasi.com/pdf/11/Ekolojik-dongulere-insan-mudahaleleri.pdf

Bölüm 13

GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ BİTKİLERE GENEL BİR BAKIŞ: DÜNYA VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMU

Ramazan DILMEN[1]

Özlem AYDIN[2]

1 Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi, ORCID ID: 0000-0002-2328-5235

2 Dr. Öğr. Üyesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü ORCID ID: 0000-0002-5645-3792

1. Giriş

Bitkiler ile olan ilişkimiz çok eskiye, tarih öncesi dönemlere dayanmaktadır. İnsanlar yüzyıllardan beri beslenme ihtiyacını çoğunlukla bitkilerden sağlamaktadır. Bu yüzden bitkilerden daha fazla verim ve kalite elde etmek istemişlerdir. Bunu da verimi, kalitesi yüksek ve yetiştiği bölgeye uyum sağlayan türlere ait tohumları bir sonraki seneye saklayarak sağlamaya çalışmışlardır. Bu klasik ıslah yöntemlerini kullanarak bazı ürünlerin verimi artırılmıştır (Ahmad ve Mukhtar, 2017; GT Gujar, 2021; Raman, 2017).

Zamanla nüfusun artmasına paralel olarak birim alandan daha fazla verim elde etme ihtiyacı duyulmuş, verim ve kalite parametrelerinde büyük başarılar elde edilen Yeşil Devrim (1965-1985) dönemine girilmiştir. Bu dönemde sentetik gübreler, hormonlar, herbisitler, insektisitler, fungusitler ve tarım makinelerinin klasik ıslah metotlarıyla beraber kullanılmasıyla bitkisel anlamda verimin artırılmasına rağmen, yoğun iş gücü, masrafların artması, melezleme yapabilecek türlerin azalması ve geleneksel ıslah yöntemlerinin çok zaman alması gibi dezavantajlardan dolayı Yeşil Devrim artık yetersiz kalmaya başlamıştır. Bununla birlikte, insan nüfusunun artması sonucunda Yeşil Devrim'in sağladığı avantajlar artık yerini yeni arayışlara bırakmıştır (Ahmad ve Mukhtar, 2017).

Biyogüvenlik kanunu kapsamında Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO) "modern biyoteknolojik yöntemler kullanılmak suretiyle gen aktarılarak elde edilmiş, insan dışındaki canlı organizma" olarak tanımlanmaktadır (*Biyogüvenlik Kanunu*, 2010). GDO'lar, biyoteknolojik uygulamalarla bir canlıya başka bir canlıdan gen aktarılması ve bunun sonucunda aktarılan canlının gen yapısının değiştirilmesi, yeni genetik yapıya sahip organizma elde edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Dünya Sağlık Örgütü, 2021).

Bilindiği gibi her canlının temel yapısını DNA oluşturmaktadır. Genetiği değiştirilmiş organizma elde edebilmek için yapılan çalışma, canlıya dışarıdan başka bir canlının DNA'sı nakledilerek tamamen yeni bir DNA dizilimine sahip farklı bir organizma elde edilmesidir. Bu yolla meydana gelen yeni genetik özellikler taşıyan bitkilere ise transgenik bitki veya genetiği değiştirilmiş (GD) ürün denilmektedir. (Ateş, 2020; C. Zhang Wohlhueter ve Zhang, 2016).

Bu çalışmada transgenik bitkilerin tarihsel gelişimi, potansiyel avantajları ve dezavantajları, küresel olarak yetiştirilme durumu ile yasal mevzuatı, yasal hükümler bakımından ülkemizdeki durumu ve dünyadaki trendler hakkında güncel bilgiler ele alınmıştır.

2. Tarihçe

Genetiği Değiştirilmiş (GD) gıda ürünü ilk olarak 1960'larda piyasaya çıkmıştır.1967'de yüksek katı madde içeriği nedeniyle cips yapmak için Lenape patates adı verilen bir patates (*Solanum tuberosum* L.) çeşidi geliştirilmiştir. Ancak iki yıl sonra, bir toksin olan solanin varlığı nedeniyle Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından piyasadan çekilmiştir. Daha sonra 1980'lerde Amerika Birleşik Devletleri (ABD) (Monsanto Şirketi), Almanya (Max Planck Bitki Islahı Enstitüsü) ve Belçika'daki bilim adamları birlikte *Agrobacterium tumefaciens* bakterisi tarafından bitkiye yeni genler transfer edilerek antibiyotiğe direçli tütün ve petunya elde etmişlerdir (Raman, 2017; Zambryski ve ark., 1983). Çin, 1990'ların başında virüse dirençli tütün (*Nicotiana tabacum* L.) ve virüse dirençli domates (*Solanum lycopersicum* L.) piyasaya sürerek transgenik bitkiyi ticarileştiren ilk ülke olmuştur. ABD'de, Colorado böceğinin neden olduğu ürün kaybını azaltmak için The NewLife™ (Monsanto) isimli ilk böceğe karşı dirençli patates üretilmiş ve 1990'ların sonuna doğru pazara sunulmuştur (Asrey Barman Prajapati Sharma ve Yadav, 2020; Bawa ve Anilakumar, 2013). 1994 yılında ise Calgene Şirketi tarafından geç olgunlaşma özelliği gösteren Flavr Savr™ domatesi geliştirilerek piyasaya sürülmüştür (Fraiture ve ark., 2015; Shokravi ve ark., 2021; Stanton Rezai ve Baglione, 2021; Thayer, 2010; C. Zhang ve ark., 2016). Kanada'da 1996 yılında The Roundup Ready™ isimli soya fasulyesi üretimi onaylanmıştır ve pazara sürülmüştür (Arun Muratoğlu ve Eker, 2015; Ujhelyi ve ark., 2008). Takip eden yıllarda modifiye yağ bileşimi içeren kanola, yabancı ota dayanıklı pamuk (Calgene), yabancı ota dayanıklı soya fasulyesi (Monsanto) ve virüse dayanıklı kabak gibi (Asgrow) gibi birkaç ürün için daha pazarlama onayı çıkmıştır (Bawa ve Anilakumar, 2013).

3. Neden Genetiği Değiştirilmiş Ürün

Geleneksel olarak yetiştirici, istenilen ürünü elde edebilmek için iki bitki arasında gen alışverişi yapmaya çalışır. Bu, bir bitkinin poleninin başka bir bitkinin dişi organına aktarılmasıyla yapılır. Fakat bu çapraz üreme, aynı veya çok yakından ilişkili türler arasındaki değişimlerle sınırlıdır. İstenilen sonuçların elde edilmesi de uzun zaman alabilir ve çoğunlukla yakın türlerde ilgi çekici özellikler mevcut değildir

Genetik mühendisliği teknolojileri ile bitki yetiştiricisi, yalnızca bitki türlerinden veya yakından ilişkili bitkilerden değil, çok çeşitli canlı kaynaklarından tek bir bitkide yararlı genleri bir araya getirmelerini sağlar. Bu araçlar, bitki yetiştiricilerinin yıllardır yaptıklarını daha hızlı yapmalarını ve üstün bitki çeşitlerini üretebilmelerini sağlar (ISAAA, 2019).

Önümüzdeki 30 yıl içerisinde küresel insan nüfusu % 25 büyüyüp 10 milyara ulaşması beklenmektedir (Ateş, 2020; Birleşmiş Milletler (UN),

2015; Hickey ve ark., 2019; Oliver, 2014; Sahu, 2021). Bu yüksek gıda talebinin karşılanması, tüketim alışkanlıkları değişmezse, tahmini gıda üretimi artışının % 25 ila %100 arasında olmasını gerektirdiği tahmin edilmektedir. Bu nedenle geleneksel üretim ve ıslah artan gıda talebine ayak uydurmakta zorlandığı ve sürdürülebilir bir şekilde genişleme ve beslenme kalitesini koruma zorluğuyla karşı karşıya kaldığı değerlendirilmektedir (Raman, 2017).

Dünyanın birçok yerinde ürün verimi durgunlaşmakta ve iklim değişikliği önemli bitkisel ürünlerin verim ve besin içeriğini olumsuz yönde etkileyerek dünya tarım sistemini tehdit etmektedir (ISAAA, 2019; Rosenzweig ve ark., 2014; Steinwand ve Ronald, 2020). Bitki ıslahında gerçekleştirilen sürekli yenilikler, bahsedilen zorluklarla başa çıkabilmek ve sürdürülebilir gıda üretiminin sağlamak için önemli olacaktır (Levi, 2022; Schafer ve ark., 2011; Steinwand ve Ronald, 2020; Y. Zhang Pribil Palmgren ve Gao, 2020).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), gıda üretimi için kişi başına düşen sınırlı miktarda ekilebilir arazinin 2050 yılına kadar 0.242 hektardan 0.18 hektara düşeceğini öngörmektedir (Alexandratos ve Bruinsma, 2012). Alternatif ise dönüm başına daha fazla verimdir ve bu da gübre, su, haşere ve yabani ot kontrolü gibi daha büyük tarım girdilerinden gelmelidir (C. Zhang ve ark., 2016). Buna ek olarak, hayvansal protein talebindeki artış, gelişmekte olan ekonomilerin refahı arttıkça, mahsullerden meralara arazi kullanımını değiştirmektedir. Tüm bu faktörler, gıda üretimi için mevcut ekilebilir arazi miktarını daha da azaltma potansiyeline sahiptir (Oliver, 2014; C. Zhang ve ark., 2016).

4. Dünyadaki Durum

Uluslararası Tarımsal Biyoteknoloji Uygulamalarının Kazanımı Servisi (ISAAA) 2019 yılı raporuna göre, 1996'dan 2019'a kadar, transgenik ürünlerin ticarileştirilmesinden bu yana, bu ürünlerin küresel alanı 1996'da 1,7 milyon hektardan 2019'da 190,4 milyon hektara ulaşmış ve yaklaşık 112 kat bir artış gözlemlenmiştir (Tablo 1). 190.4 milyon hektar biyoteknoloji ürünü 29 ülke tarafından yetiştirilmiştir. Bu ülkelerin 24'ü gelişmekte olan ve 5'i ise sanayi ülkesidir. Gelişmekte olan ülkeler, küresel trasgenik bitki alanının %56'sını oluştururken bu oran endüstriyel ülkelerde % 44'tür.

Tablo 2'de görüldüğü gibi 190.4 milyon hektarlık küresel transgenik bitki alanının % 91'ini ABD, Brezilya, Arjantin, Kanada ve Hindistan (ilk beş ülke) oluşturmaktadır. Bu sayede, GD ürünler 5 ülkede 1,95 milyardan fazla insan veya 7,6 milyarlık mevcut dünya nüfusunun % 26'sı tarafından doğrudan veya dolaylı olarak tüketildiği tahmin edilmektedir (ISAAA, 2019).

Tablo 1. GD ürünlerin yıllara göre üretim miktarları (ISAAA, 2019)

Yıl	**Hektar (milyon)**
1996	1.7
1997	11
1998	27
1999	39.9
2000	44.2
2001	52.6
2002	58.7
2003	67.7
2004	81
2005	90
2006	102
2007	114.3
2008	125
2009	134
2010	148
2011	160
2012	170.3
2013	175.2
2014	181.5
2015	179.7
2016	185.1
2017	189.8
2018	191.7
2019	190.4
TOPLAM	2.721.6

Şekil 1'de 29 ülke tarafından en çok benimsenen transgenik bitki ürünleri görülmektedir. Bunlar soya fasulyesi, mısır, pamuk ve kanola olmuştur. Soya fasulyesi, 91,9 milyon hektar ile küresel transgenik bitki alanının % 48'ini oluşturan önde gelen transgenik bitki olurken, bunu sırasıyla mısır (60,9 milyon hektar), pamuk (25,7 milyon hektar) ve kanola (10,1 milyon hektar) izlemiştir (Şekil 2). (Graham Brookes ve Peter Barfoot, 2020; ISAAA, 2019).

GD bitkileri, dünyada en fazla üretilen dört büyük GD ürününün (mısır, soya fasulyesi, pamuk ve kanola) ötesine genişlemektedir. Bu bitkiler arasında yonca (1.3 milyon hektar), şeker pancarı (473.000 hektar), şeker

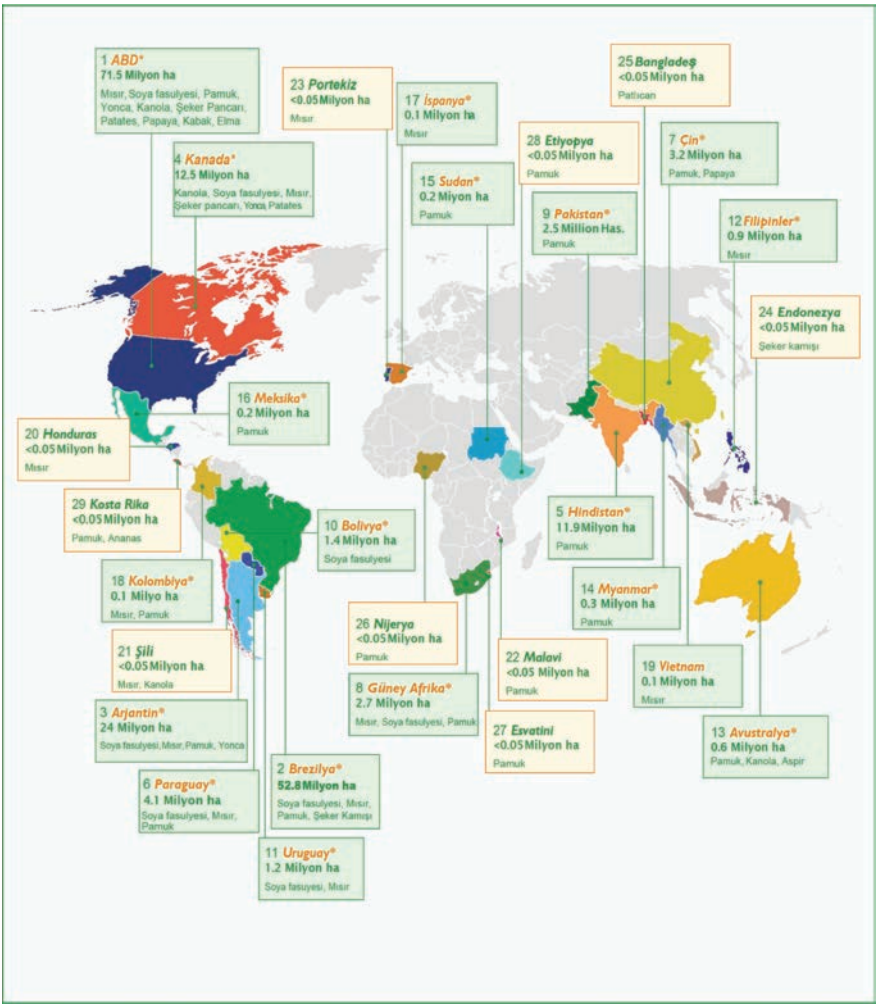
kamışı (20.000 hektar), papaya (12.000 hektar), aspir (3.500 hektar), patates (2.265 hektar), patlıcan (1.931 hektar) ve 1.000 hektardan az kabak, elma ve ananas bulunmaktadır. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerde kamu kurumları tarafından ekonomik açıdan önemli ve besin kalitesi yüksek pirinç, muz, patates, buğday, nohut, güvercin bezelye ve hardal gibi bitkiler üzerinde çalışmalar gerçekleştirildiği belirtilmektedir (ISAAA, 2019).

Tablo 2. GD ürünlerin ülkelere göre ekim alanı ve ekilen ürünler (ISAAA, 2019)

Sıra	**Ülke**	**Hektar (milyon)****	**GD Bitki**
1	ABD*	71.5	Mısır, soya fasulyesi, pamuk, yonca, şeker pancarı, papaya, kabak, elma
2	Brezilya*	52.8	Soya fasulyesi, mısır, pamuk, şeker kamışı
3	Arjantin*	24	Soya fasulyesi, mısır, pamuk, yonca
4	Kanada*	12.5	Kanola, soya fasulyesi mısır, şeker pancarı, yonca, patates
5	Hindistan*	11.9	Pamuk
6	Paraguay*	4.1	Soya fasulyesi, mısır, pamuk
7	Çin*	3.2	Pamuk, papaya
8	Güney Afrika*	2.7	Mısır, soya fasulyesi, pamuk
9	Pakistan*	2.5	Pamuk
10	Bolivya*	1.4	Soya fasulyesi
11	Uruguay*	1.2	Soya fasulyesi, mısır
12	Filipinler*	0.9	Mısır
13	Avustralya*	0.6	Pamuk, kanola, aspir
14	Myanmar*	0.3	Pamuk
15	Sudan*	0.2	Pamuk
16	Meksika*	0.2	Pamuk
17	İspanya*	0.1	Mısır
18	Kolombiya*	0.1	Mısır, pamuk
19	Vietnam*	0.1	Mısır
20	Honduras*	<0.1	Mısır
21	Şili	<0.1	Mısır, kanola
22	Malavi	<0.1	Pamuk
23	Portekiz	<0.1	Mısır
24	Endonezya	<0.1	Şeker kamışı
25	Bangladeş	<0.1	Patlıcan
26	Nijerya	<0.1	Pamuk
27	Esvatini	<0.1	Pamuk
28	Etiyopya	<0.1	Pamuk
29	Kosta Rika	<0.1	Pamuk, ananas
	TOPLAM	190.4	

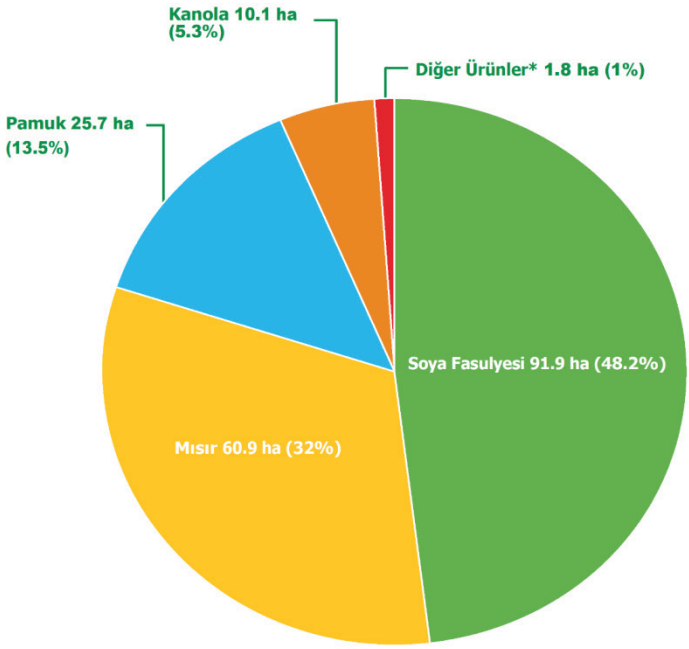
*19 ülke, en az 50.000 hektar biyoteknolojik ürün ekimini gerçekleştirmektedir.

**En yakın yüz bine yuvarlanmış hali.



Şekil 1. *2019 yılında GD ürünlerin küresel üretim haritası (ISAAA, 2019)*

*En az 50.000 ha GD ürünü üreten 19 ülke



Şekil 2. *Küresel olarak en fazla üretilen GD bitkisel ürünler (ISAAA, 2019)*

5. Genetiği Değiştirilmiş Transgenik Bitkilerin Avantajları

5.1. Tarımsal Faydalar

GD bitkiler sık sık kuraklık görülen veya toprağın tarım için uygun olmadığı yerlerde bir avantaj olarak görülmektedir. Normal bir ürün sadece belirli mevsimlerde veya bazı uygun iklim koşullarında büyüyebilirken, bu bitkiler elverişsiz iklim koşullarının bulunduğu yerlerde de yetiştirilebilmektedir (Dias ve Ortiz, 2011; Gullì ve ark., 2015).

GD ürünlerin kullanımı ile üreticiler ilave ekim arazisini kullanımına gerek kalmadan daha fazla ürün elde edebileceği değerlendirilmektedir. Konu ile ilgili olarak G. Brookes ve P. Barfoot (2020) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada GD ürünler olmaksızın 2018 yılındaki küresel üretim seviyelerine ulaşabilmek için Filipinler ve Vietnam ülkelerinin birleşimi kadar bir tarım alanına ihtiyaç duyulacağı ve bu alana eşit olan 12.3 milyon hektar (ha) soya fasulyesi, 8.1 milyon ha mısır, 3.1 milyon ha pamuk ve 0.7 milyon ha kanola yetiştirilmesi gerekli olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca bu alan mutlaka daha fazla gübre, sulama gerektiren veya ormanları yok olan topraklar olacaktır ve bu tür bir arazi dönüşümü, dünyaya ciddi ekolojik ve çevresel stres yaratabileceğini ifade etmektedir.

Fuchs ve Gonsalves (2007) tarafından verilen bir örnekte şunlar bildirmektedir; Papaya bitkisi, dünya çapında ticari papaya üretimini sınırlayan ana faktör olan papaya halkalı leke virüsüne (PRV) hassastır. 1990'ların başında ABD'de (çoğunlukla Hawaii'de) papaya yetiştirme bölgesinin % 95'i, üstün özellikler sahip transgenik olmayan tek bir çeşit olan Kapoho tarafından kaplanmıştı. Bölgede PRV krizi yoğunlaşmış fakat alternatif bir kontrol yöntemi bulunamamış ve virüsten papaya bitkisinin DNA'sına bir protein yerleştirilerek modifiye edilen çeşitler geliştirilmiş bu sayede virüse direnç geliştirilmesi sağlanmıştır. İlk PRV'ye dirençli GD çeşit SunUp ortaya çıkmış ve ardından bunu Rainbow ve Laie Gold çeşitleri izlemiştir. Diğer ülkeler bu sorunla başa çıkmak için benzer bir yaklaşım benimsemiştir. 2011 yılında Japonya, gıda kullanımı için Hawaii'den GD papaya ithalatını onaylamış ve böylece papaya bitkisi ilk ticarileştirilmiş GD meyve olarak kabul edilmiştir.

Bunun yanı sıra, transgenik bitkilerin zararlı böcek ve yabancı ot ilaçlarına maruz kalma ihtiyacı azalırken, ürünlerin kimyasallardan arındırıldığı ve çevre dostu hale getirildiği ifade edilmektedir. (Brookes ve Barfoot, 2016; Carpenter, 2011; Paul Nuccio ve Basu, 2018). Diğer yandan ISAAA (2019) raporuna göre 2018 yılında üretilen GD bitkilerin, karbondioksit (CO_2) emisyonunun 23 milyar kg azaltılması sağladığını ve bu azalmanın da bir yıl boyunca 15,3 milyon otomobilin trafikten çekilmesine eşdeğer olduğunu değerlendirmektedir.

İnsanların GD gıdaları tercih etmelerinin bir başka nedeni de ürünlerin raf ömrünün artmış olması ve dolayısıyla gıdaların hızlı bir şekilde bozulmasının önüne geçilmiş olmasıdır (Bawa ve Anilakumar, 2013; Masoodi ve Zargar, 2018; Singh, 2017). Bu sayede ürün kalitesi bozulmamış ve ekonomik anlamda kayıplar minimuma indirgenebilmiştir (Asrey ve ark., 2020).

5.2. Gıdalardaki Bazı Kimyasal Bileşimlerin Modifikasyonu

Bazı genetik modifikasyonlar özellikle A, C, E vitaminleri, doymamış yağ asitleri, besleyici selüloz ve probiyotikler dâhil olmak üzere terapötik ve sağlık değeri yüksek bazı besinleri veya maddeleri zenginleştirmeyi amaçlamaktadır. Buna β-karoten seviyesi yüksek Altın Pirinç önemli bir örnektir (Güzelsoy ve Kuşcu, 2020; Oliver, 2014). Bu sayede yetersiz beslenme, etkili ve ekonomik bir şekilde iyileştirilebilir. Benzer şekilde, bu biyoteknolojik yöntemler kullanılarak, araştırmacılar proteinlerin amino asit bileşimini ve karbonhidrat içeriğini de değiştirebilirler. Bunlara metiyonin içeriğinin zenginleştirildiği tatlı bakla ile endüstriyel uygulamalar için ihtiyaç duyulan özel bir nişasta (amilopektin) üreten Amflora patatesi örnek verilebilir (C. Zhang ve ark., 2016).

Genetik mühendisliği yöntemleri ile marul (Guo Liu Fu Sun ve Tang, 2013), tütün (Eltelib Fujikawa ve Esaka, 2012), patates (Hemavathi ve ark., 2010), domates (Amaya ve ark., 2015; Lim Jeong Jung ve Harn, 2016), elma (Mellidou Chagne Laing Keulemans ve Davey, 2012) ve yaban mersini (Liu ve ark., 2015) bitkilerinde C vitamini, fenolik madde ve antioksidan kapasitesinde artış gözlemlenmiştir (Paciolla ve ark., 2019).

5.3. Terapötik Amaçlı Ürünler

Genetik mühendisliği teknikleri ile meyvenin yenilebilir kısmında viral veya bakteriyel antijen hücrelerinin ekspresyonunu sağlanabilmektedir. Teorik olarak, transgenik gıdalar, antikor üretmek için bağışıklık sistemini uyarabilen oral aşılar olarak hizmet edebilir. *Escherichia coli* toksinleri, kuduz virüsü, *Helicobacter pylori* bakterileri ve B tipi viral hepatit dâhil olmak üzere farklı enfeksiyonlara karşı yenilebilir aşıların potansiyel taşıyıcıları olarak çeşitli ürünler (örneğin pirinç, mısır, soya fasulyesi ve patates) incelenmekte olduğu bildirilmektedir (C. Zhang ve ark., 2016).

5.4. Ekonomik Açıdan

1996'dan 2018'e kadar transgenik ürünleri yetiştiren ülkeler tarafından toplam 224,9 milyar $ ekonomik fayda sağlandığı bildirilmektedir. En yüksek kazancı ABD (95,9 milyar $) elde ederken, Arjantin (28,1 milyar $), Brezilya (26,6 milyar $), Hindistan (24,3 milyar $), Çin (23,2 milyar $), Kanada (9,7 milyar $) ve diğerleri (23,2 milyar $) toplam 224,9 milyar $ kazanç elde etmişlerdir. Bu sayede, % 95'i küçük çiftçi olmak üzere 18 milyon çiftçiye ve ailelerine 229,4 milyar $ tutarında ekonomik fayda sağlandığı değerlendirilmektedir. (ISAAA, 2019)

G. Brookes ve P. Barfoot (2020)'a göre bu kazanımlar gelişmekte olan ülkelerdeki çiftçilere % 52, gelişmiş ülkelerdeki çiftçilere % 48 oranında bölünmüştür. Kazançların % 72'si verim ve üretim gelirlerinden, geri kalan % 28'i ise maliyet tasarruflarından elde edilmiştir. Ayrıca 1990'lı yılların ortalarında teknolojinin kullanıma sunulmasından bu yana soya fasulyesi ve mısırın küresel üretimine sırasıyla 278 milyon ton ve 498 milyon ton ilave edilerek dört ana ürünün küresel üretim seviyelerinin artmasına da önemli katkılarda bulunmuştur. Bununla birlikte, bu tür bitkilerin tohumları oldukça pahalı olsa da, zararlılara ve böceklere karşı doğal direnç nedeniyle üretim maliyetlerinin geleneksel ürünlerinkinden daha az olduğu ve GD ürünlerin tohumlarına yatırılan her ekstra dolar için (konvansiyonel tohum maliyetine göre), çiftçiler ortalama 3.75 $ ek gelir elde ettiği tahmin edilmektedir.

5.5. Biyolojik Çeşitliliğe Olumlu Etkisi

Genetik çeşitlilik, verim, böcek direnci ve kalite iyileştirmede devam eden ilerlemelerin kaynağı olarak kabul edilir. Daha fazla çeşitlilik ve tür

çeşitliliğinin tarım sistemlerinin çok çeşitli koşullarda verimliliği korumasını sağlayacağı yaygın olarak kabul edilmektedir. Özellikle iklim değişikliğinde, bitki genetik kaynaklarının çeşitliliğinin korunması ve geliştirilmesi, ürün üretiminin esnekliğinin sağlanması açısından giderek daha önemli hale gelmektedir (Jacobsen Sørensen Pedersen ve Weiner, 2013).

Genel olarak, şu anda ticarileştirilmiş GD ürünlerinin kullanılmasıyla böcek ilacı kullanımının azaltılması, çevre açısından iyi huylu herbisitlerin kullanılması ve verimin artmasıyla orman arazisinin tarımsal kullanıma dönüştürülme baskısının hafifletmesi biyolojik çeşitlilik üzerindeki olumlu bir şekilde etki ettiği değerlendirilmektedir (Carpenter, 2011).

Diğer taraftan, GD ürünler üstün genetik kazanç ve yüksek piyasa değeri ile pahalı bir şekilde üretilen ve fiyatlandırılan çeşitlerin etrafında daraldıkça mahsul genetik çeşitliliğinin azalabileceği endişelerini artırmıştır. Ancak bu konuda yapılan çalışmalar gösteriyor ki ürüne bağlı olarak oldukça değişken sonuçlar elde edilmektedir; ABD'deki pamuk çeşitlerinde tür çeşitliliğin % 28 azaldığı, ancak Hindistan'da yapılan çalışmada ise çeşitlilik anlamında küçük bir etkiye neden olduğu bildirilmektedir (Carpenter, 2011; Schulman, 2020).

Soya fasulyesi ve pamuk üzerinde yapılan çalışmalar, GD ürün bazlı herbisit toleransının, kullanımdaki çeşitler arasında genetik çeşitliliği artırdığını göstermektedir çünkü yerel adaptasyonlara sahip bazı hatların herbisit toleransını taşımasını sağlamıştır. Krishna Qaim ve Zilberman (2016) tarafından GD pamuk üzerinde yapılan başka bir çalışmada GD pamuğun üretim riski azaldığı ölçüde, riski azaltmak için alternatif bir strateji olarak görülen türler arası çeşitliliğe olan talebin de azaldığını bulmuşlardır.

Bununla birlikte, daha fazla GD çeşit oldukça, tür çeşitliliği arttığı ifade edilmektedir. Şu anda, GD ürün teknolojisi Hindistan'daki pamuk yetiştiricilerinin %90'ından fazlası tarafından benimsendiği ve tür çeşitliliğinin, Genetik mühendisliği teknolojisi o ülkede daha sahneye çıkmadan önceki ile aynı olduğu bildirilmektedir. (Schulman, 2020).

Ayrıca ISAAA (2019) yılı raporuna göre, 1996-2018 yıllarında pestisit kullanımından % 8,3 tasarruf edilerek 775.4 milyon kg pestisitin çevreye salınmasının önüne geçilmesine ve birim alandan alınan verimini artması ile beraber 1996'dan 2018'e kadar 231 milyon hektar arazi tasarrufu sağlanarak biyoçeşitliliğin korunmasına katkı sağlandığı belirtilmektedir.

6. Genetiği Değiştirilmiş Transgenik Bitkilerin Dezavantajları

Başarılı bir teknoloji olmasına rağmen, GD ürünlerin kullanımı tartışmalı bir konu olagelmiştir. GD ürünler ülkemiz de dâhil olmak üzere birçok ülkede tam veya kısmi yasaklara tabidir. Bu bölüm başlıca kontrolü vurgulamakta ve ticarileştirilmiş GD ürünlerin karşılaştığı bazı sorunları yansıtmaktadır.

6.1. Sosyal ve Ekonomik Riskler

GD ürünleri üreten üreticiler yasalarda belirtilmiş olsa dahi etikette gıdaların genetik yollarda geliştirildiğinden bahsetmekte kaçınmaktadırlar çünkü bunun işlerini etkileyeceğini düşünmektedirler.

Ayrıca birçok dini ve kültürel topluluğun bu tür bitkilere ve gıdalara karşı görüş birliği olmadığı değerlendirilmektedir. Bazı gruplar tarafından bunun doğal olmayan bir gıda üretme şekli olarak görüldüğü ve birçok insan, hayvan genlerinin bitkilere aktarılma fikrinden memnun olmadığı ifade edilirken, bazılarına göre bunun insanlık yararına olduğu ve herhangi bir mahzuru olmadığı şeklinde görüş belirtmektedir (Alkış, 2018; Stroud ve Hasell, 2020; Turğut ve Akgül, 2021).

Bununla birlikte, uzmanlar bu tür gıdaların artmasıyla birlikte gelişmekte olan ülkelerin sanayi ülkelerine daha fazla bağımlı olmaya başlayacağı görüşündedir, çünkü bu tür gıda üretiminin önümüzdeki dönemde sanayi ülkeleri tarafından kontrol edilmesi muhtemel olduğu düşünülmektedir (Bawa ve Anilakumar, 2013).

6.2. Sağlık Riskleri

GD gıdaların neden olduğu en büyük tehdit, insan vücudu üzerinde zararlı etkileri olabilmeleridir. Potansiyel olarak GDO'lu gıdalarla ilişkili üç ana sağlık riski bulunmaktadır; toksisite, alerjenite ve genetik tehlikeler. Bunlar, eklenen gen ve kendiliğinden eksprese olan proteinlerden, gen ekspresyon ürünlerinin ikincil veya pleiotropik etkilerinden ve manipüle edilen organizmadaki doğal genlerin olası bozulmasından kaynaklanır (Bawa ve Anilakumar, 2013).

GD bitki, bitkiye bazı böceklere karşı direnç kazandırmak için *Bacillus thuringiensis* bakterisi aracılığıyla genetik bilginin aktarılmasıyla tasarlanmıştır. Eklenen gen, insektisit özelliklere sahip, ancak istenmeyen, güçlü bir alerjenliğe sahip olan Cry9c adı verilen bir proteini kodlar. Bu bitki genellikle yem sektöründe kullanılmaktadır. Ancak ABD'de belli bir süre gıda sektöründe kullanılan "Starlink' isimli mısırını tükettikten sonra tüketicilerde alerjik reaksiyon vakaları bildirilmiştir (Ahmad ve Mukhtar, 2017; Baulcombe Dunwell Jones Pickett ve Puigdomenech, 2014).

Modifiye edilen organizmanın doğal bileşenlerinin ekspresyon seviyesindeki değişiklik de alerjiyi şiddetlendirebilir. Örneğin, amino asit metiyoninde zenginleştirilmiş soya fasulyesi üretimidir. Bu amino asidin gelişmiş sentezi, Brezilya fıstığından izole edilen bir genin sonucudur. Sonuç olarak, bu fındıklara alerjik olarak duyarlı bazı tüketiciler, transgenik soya fasulyesine alerjik reaksiyonlara sahip olabileceği ifade edilmektedir (Kramkowska Grzelak ve Czyzewska, 2013).

Potansiyel riskin bir başka senaryosu ise eklenen genin bitkideki mevcut genomik bilgilerin bütünlüğünü bozarak endojen genlerin inaktivasyonuna veya diğer modülasyonlarına yol açabilmesidir. Yine, böyle bir bozulmanın, ürün veya toksinleri veya bunların detoksifikasyonunu içeren metabolik süreçleri aktive etmesi (veya devre dışı bırakması) ve böylece eklenen gen ile iddia edilen etki arasında nedensel bir bağlantı kurma yeteneğimizi karıştırması öngörülebilir (C. Zhang ve ark., 2016).

6.3. Ekolojik Riskler

Şu anda, GD gıdaların çoğunluğu, bitkiye istenen iki özelliği (insektisitlere dayanıklılık veya herbisitler dayanıklılık) vermeyi amaçlamaktadır. Böceklere dayanıklı ürünler bir önceki bölümde bahsedildiği gibi (Bknz. 6.2. Sağlık Riskleri) tipik olarak toprak bakterisi *Bacillus thuringiensis* (Bt) tarafından doğal olarak üretilen insektisit proteinleri (CRY) eksprese etmek için tasarlanmıştır. Herbisit toleranslı bitkiler, genellikle herbisiti parçalama kabiliyetleri ile herbisitlere karşı koruma sağlayan enzimleri eksprese etmek üzere dizayn edilmiştir.

Bu iki teknolojinin kullanımı, çiftçilerin maruz kaldığı girdi maliyetlerini büyük ölçüde azaltır. Ancak uzun vadede böceklerin ve yabani otların, transgenik ürünlerin akıllı tasarımımızı geçersiz kılmanın yollarını geliştirerek yaşam alanlarındaki insan yapımı baskılara tepki vermesinin neredeyse kaçınılmaz olduğu değerlendirilmektedir (Bawa ve Anilakumar, 2013; C. Zhang ve ark., 2016). Gilbert (2013) yabancı ota dayanıklı ürünlerin piyasaya sürüldüğü 1996 yılından beri 24 herbisite dirençli yabancı ot türü tanımlandığı bildirmiştir. Başka bir sorun, böceklere dirençli bitkilerin, büyük zararlı türünü azaltırken küçük zararlıların sayısını artırabilme olasılığıdır. Buradaki senaryo, haşere popülasyonunun modifiyeli bitkiler tarafından engellenenlerden diğer engel olunmayan türlere geçebileceğidir. Bu değişim, zincirin tepesine kadar tüm besin zincirinin yaygın bir şekilde bozulmasına neden olabilir veya bu bozulma diğer yönde çalışabilir, böylece herbisit veya böceğe dirençli bitkilerin kalıntıları toprakta bulunan organizmalar (örn. bakteriler, mantarlar vb.) üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir (Ricroch Berge ve Kuntz, 2011; C. Zhang ve ark., 2016).

6.4. Biyolojik Çeşitliliğe Olumsuz Etkisi

GD gıda ve yeminin kullanımı ile ilgili tartışmaların çoğu insan sağlığı üzerindeki etkilerle ilgili olsa da, bildirilen birçok çalışmada ele alınmayan ekosistemlerde biyolojik çeşitliliğin bozulması gibi başka etkiler de vardır.

Ekosistemlerdeki oluşan/oluşabilecek sorunlar ilgili birçok çalışma yapılmış ve özellikle gen kaçışı, dirençli yabani otların gelişimi ve herbisit ve insektisitlerin değiştirilmiş kullanımı ile ilgili olarak GD ürünlerin olumsuz etkileri değerlendirilmiştir (Lovei Bohn Hilbeck Lim ve Traavik, 2010).

Ekosistemler, geniş ölçeklerde faaliyet gösteren ve birçok besin zinciri ve karmaşık gıda ağları içeren karmaşık ekoloji birimleridir. Ekosistemler genel olarak gıda, yem, hammadde üretimi, verimlilik, besinlerin geri dönüşümü, ayrışma yoluyla atık yönetimi, zararlıların ve yabani otların biyolojik kontrolü ve iklim koşullarının değiştirilmesi ile ilgilidir. Bir ekosistemin tek bir biriminde oluşabilecek kesinti muhtemelen çeşitli düzeyleri olumsuz etkiye sebep olabileceği ifade edilmektedir (Lovei ve ark., 2010).

Ekosistem sürdürebilirliği ve çeşitliliği için olası riskler, dirençli türlerin gelişimi, tercih edilen özelliklerin birleşik üretimi, doğal biyokontrol ajanlarının zarar görmesi, toprak mikrobiyal gruplarının bozulması, tozlayıcı popülasyonlarında azalma ve türler arası çeşitlilik gelişimine yardımcı olan doğal süreçlerde azalma ve uzamsal olarak gıda zincirlerinin veya gıda ağlarının yeniden düzenlenmesi olabilir.

Özellikle herbisit dirençli GD bitkilerin küresel olarak yetiştirilmesi, ekosistemlere ciddi tehditler oluşturan geniş spektrumlu herbisitlerin kullanımının artmasına neden olmuştur. Herbisit dirençli bitkilerin ana dezavantajı, tarım ortamındaki yabancı ot çeşitliliğinin azaltılmasına etki etmesi ve böylece faydalı böceklerin çeşitliliğinde bir azalmaya yol açmasıdır (Schütte ve ark., 2017; Westing, 2010).

Yabani otlar genel olarak toprak özelliklerini değiştirmede ve faydalı tarım arazileri için habitatlar sağlamada önemli roller oynarlar ve sonuçta karmaşık gıda ağları oluştururlar. Bu nedenle, doğal yaşam alanlarının yok edilmesi, av-avcı seviyesinde dengesiz gıda ağlarıyla sonuçlanır ve sonuçta simbiyotik ilişkiler ve tritrofik etkileşimler üzerinde olumsuz etkilerine yol açabileceği ifade edilmektedir. (Lovei ve ark., 2010).

İnsektisitlerin artan kullanımı, böceklerin yiyecek arama davranışındaki değişiklikler nedeniyle zararlı olduğu tahmin edilmektedir. Bu senaryodaki en önemli faktör herbisit ve böcek ilacı kullanım sıklığı olacaktır. Amerika Birleşik Devletlerinin batısındaki glifosat uygulamasına yanıt olarak kurt örümcekleri tarafından göçün azalması cırcır böcekleri ile aşırı beslenmesi göze çarpan önemli bir örnektir (Marchetti, 2014; Wrinn Evans ve Rypstra, 2012). Herbisite dayanıklı bitki yetiştiriciliğine yanıt olarak son on yılda ABD ve Meksika'da kral kelebek popülasyonlarında da önemli bir azalma gözlenmiştir. Bu kelebeğin popülasyonlarındaki azalmanın ana nedeni, larvaları için ana konakçı olan süt otunun yaşam alanındaki düşüş olduğu bildirilmektedir (Brower ve ark., 2012). Ayrıca GD herbisite dayanıklı kolzanın yetiştirilme bölgesinde azalan çiçeklenme ve tohum oluşumu yerel faunanın, özellikle böcek tozlayıcılarının habitatlarının bozulması ile ilişkilendirilmiştir (Tsatsakis ve ark., 2017).

7. Türkiye'deki Durum

Cartagena Biyogüvenlik Protokolü'nü kabul etmiş olan Türkiye Avrupa Birliği (AB) uyum yasaları çerçevesinde GDO ile ilgili yasal düzenlemeler yapmıştır (Ateş, 2020). Bu kapsamda GDO'lu ürünlerle ilgili işlemler; 26 Mart 2010 tarihinde yürürlüğe giren 5977 sayılı "Biyogüvenlik Kanunu" ve 26 Eylül 2010 tarihinde yürürlüğe giren "Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik" hükümlerine göre yürütülmektedir (Anonim, 2010b; *Biyogüvenlik Kanunu*, 2010). Kanun'un 5. maddesi uyarınca;

- *GDO ve ürünlerinin onay alınmaksızın piyasaya sürülmesi,*
- *GDO ve ürünlerinin, Kurul kararlarına aykırı olarak kullanılması veya kullandırılması,*
- *Genetiği değiştirilmiş bitki ve hayvanların üretimi,*
- *GDO ve ürünlerinin Kurul tarafından piyasaya sürme kapsamında belirlenen amaç ve alan dışında kullanımı ve*
- *GDO ve ürünlerinin bebek mamaları ve bebek formülleri, devam mamaları ve devam formülleri ile bebek ve küçük çocuk ek besinlerinde kullanılması yasaktır.*

Biyogüvenlik Yasası gereği, GDO ve ürünlerinin gıda, yem ve işleme amacıyla piyasaya sürülmesi ile GDO ve ürünlerinin deneysel amaçlı serbest bırakılmasına ve GD mikroorganizmaların kapalı alanda kullanımına ilişkin başvuruların değerlendirmelerini yapmak ve üzerinde değişiklik yapılan genleri onaylamak üzere Biyogüvenlik Kurulu oluşturulmuştur (Anonim, 2010a; Güngören ve Olhan, 2012).

Yukarıda bahsedildiği gibi söz konusu kanun kapsamında ülkemizde GD bitki ve hayvanların üretimi yasaklanmıştır. Biyogüvenlik Kurulu tarafından gıda amaçlı kullanıma yönelik herhangi bir gene de izin verilmemiş olup, Türkiye'ye GDO'lu gıda ithalatı yasaktır. Ancak yem amaçlı kullanım için GD 13 adet soya fasulyesi çeşidi ve GD 23 adet mısır çeşidinin ithalatı yapılektadır. Bunun yanı sıra GD bir mikroorganizmadan (*Aspergillus oryzae*) elde edilen amilaz, glukoamilaz ve hemiselülaz enzimleri endüstriyel amaçlı olarak kullanılmaktadır. (Anonim, 2021). Küresel olarak, GD ürünlerin ortalama % 80'i yem üretimi için kullanılmaktadır (Lucht, 2015; Vicini, 2017).

Biyogüvenlik Kurulu, GD ürünlerde eşik değerin % 0,9 olmasına karar vermiştir. Buna göre herhangi bir ürünün Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından belirlenen eşik değerin üzerinde GDO ve ürünlerini içermesi halinde etikette GDO içerdiğinin açıkça belirtilmesi zorunludur. Gıda ürünlerinin dışında yem için farklı bir uygulamaya gidilerek % 0,1'lik

düzeyde onaysız gen içeren yemlerde bulunan genlerin bulaşma olduğu değerlendirilmekte ve Türkiye'ye girişine izin verilmektedir. Bu ürünlerin etiketlenmesi eşik değerini aşmadığı için zorunlu tutulmamaktadır (Bostan ve Gün, 2013).

8. Sonuç

Dünyada ticari olarak üretimine 1996 yılında 1.7 milyon hektar ile başlanılan transgenik bitkilerin ekim alanı 2019 yılında 190,4 milyon hektara ulaşmıştır. Bu nedenle üretim potansiyelleri günümüze kadar çok büyük bir hızla artış gösteren GD tarım ürünlerinin, tüketicilerin sert tepkilerine karşın bu büyümenin uzun bir süre daha aynı hızla devam edeceği aşikârdır. Bu koşullar altında GDO ürünlerin gıda zincirinde yer almalarının engellenmesi neredeyse imkânsızdır.

Geniş kapsamlı incelenen literatürlerde çoğunlukla GD ürünlerin çevre, ekonomi ve ekoloji üzerine olumlu etkileri üzerine bir çok çalışma bulunmuş olsa da GD bitkilerin üretiminde karşılaşılacak genel riskler ve tehlikeler; sağlık, sürdürülebilir ekoloji ve sürdürülebilir tarımsal üretim için uzun vadeli biyogüvenlik risklerinin uygun bir şekilde ortadan kaldırılması gerekmektedir. Kontrolsüz, biyoteknolojik yöntemlerin sorumsuzca ve biyogüvenlik riskleri dikkate alınmadan kullanılması durumunda; çevre ve insan hayatı başta olmak üzere çevre dengesi üzerinde yıkıcı olumsuz etkileri olabileceği de gözden kaçırılmamalıdır.

Türkiye'nin coğrafik yapısı ile bitkisel gen kaynaklarının korunması önem arz etmektedir. Özellikle endemik tür sayısı bakımından ülkemizin sahip olduğu zenginliğin farkına varılarak genetiği değiştirilmiş bitkilerin olumsuz etkilerini en aza indirmek için kapsamlı önlemler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

Ahmad, N., & Mukhtar, Z. (2017). Genetic manipulations in crops: Challenges and opportunities. *Genomics, 109*(5-6), 494-505. doi:10.1016/j.ygeno.2017.07.007

Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). *World Agriculture Towards 2030/2050-The 2012 Revision*. Retrieved from https://www.fao.org/3/ap106e/ap106e.pdf

Alkış, A. (2018). Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) İslam Hukuku Açısından Değerlendirilmesi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 13*. doi:https://dergipark.org.tr/tr/pub/comuifd/488023

Amaya, I., Osorio, S., Martinez-Ferri, E., Lima-Silva, V., Doblas, V. G., Fernandez-Munoz, R., . . . Valpuesta, V. (2015). Increased antioxidant capacity in tomato by ectopic expression of the strawberry D-galacturonate reductase gene. *Biotechnol J, 10*(3), 490-500. doi:10.1002/biot.201400279

Anonim. (2010a). *Biyogüvenlik Kurulu ve Komitelerin Çalışma Usül ve Esaslarına Dair Yönetmelik*. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı

Anonim. (2010b). *Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik*.

Anonim. (2021). *Onaylı GDO Listesi*. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Retrieved from http://www.tbbdm.gov.tr/OnayliGDO2.aspx

Arun, Ö. Ö., Muratoğlu, K., & Eker, F. Y. (2015). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar Kavramına Genel Bakış. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 41*(1). doi:10.16988/iuvfd.2015.03790

Asrey, R., Barman, K., Prajapati, U., Sharma, S., & Yadav, A. (2020). Genetically modified fruit and vegetable - An overview on senescence regulation, postharvest nutraceutical quality preservation and shelf life extension. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 96*(3), 271-287. doi:10.1080/14620316.2020.1845986

Ateş, Z. G. (2020). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalara (GDO) İlişkin Avrupa Birliği'ndeki Yasal Düzenlemeler. *İnsan ve İnsan Dergisi*, 9-29. doi:10.29224/insanveinsan.678783

Baulcombe, D., Dunwell, J., Jones, J., Pickett, J., & Puigdomenech, P. (2014). *GM Science Update: A Report to the Council for Science and Technology*. Retrieved from https://www.gov.uk/government/publications/genetic-modification-gm-technologies

Bawa, A. S., & Anilakumar, K. R. (2013). Genetically modified foods: safety, risks and public concerns-a review. *J Food Sci Technol, 50*(6), 1035-1046. doi:10.1007/s13197-012-0899-1

Birleşmiş Milletler (UN). (2015). *World Population Prospects: The 2015*. Retrieved from https://population.un.org/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf

Biyogüvenlik Kanunu. (2010). Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü

Bostan, A., & Gün, S. (2013). Türkiye'de genetiği değiştirilmiş gıda ve yem konusunda mevzuat uygulamaları ve denetimler. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 10*(1), 90-98.

Brookes, G., & Barfoot, P. (2016). Global income and production impacts of using GM crop technology 1996-2014. *GM Crops Food, 7*(1), 38-77. doi: 10.1080/21645698.2016.1176817

Brookes, G., & Barfoot, P. (2020). Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2018: impacts on pesticide use and carbon emissions. *GM Crops & Food, 11*(4), 215-241. doi:10.1080/21645698.2020.1773198

Brookes, G., & Barfoot, P. (2020). GM crop technology use 1996-2018: farm income and production impacts. *GM Crops Food, 11*(4), 242-261. doi:10.1080/21645698.2020.1779574

Brower, L. P., Taylor, O. R., Williams, E. H., Slayback, D. A., Zubieta, R. R., & Ramirez, M. I. (2012). Decline of monarch butterflies overwintering in Mexico: is the migratory phenomenon at risk? *Insect Conservation and Diversity, 5*(2), 95-100.

Carpenter, J. E. (2011). Impact of GM crops on biodiversity. *GM Crops, 2*(1), 7-23. doi:10.4161/gmcr.2.1.15086

Dias, J. S., & Ortiz, R. (2011, Sep 11-15). *Transgenic Vegetables for 21st Century Horticulture.* Paper presented at the 2nd Genetically Modified Organisms in Horticulture Symposium, White River, SOUTH AFRICA.

Dünya Sağlık Örgütü. (2021). Food, Genetically modified. https://www.who.int/health-topics/food-genetically-modified/#tab=tab_1 adresinden edinilmiştir.

Eltelib, H. A., Fujikawa, Y., & Esaka, M. (2012). Overexpression of the acerola (Malpighia glabra) monodehydroascorbate reductase gene in transgenic tobacco plants results in increased ascorbate levels and enhanced tolerance to salt stress. *South African Journal of Botany, 78*, 295-301. doi:10.1016/j.sajb.2011.08.005

Fraiture, M. A., Herman, P., Taverniers, I., De Loose, M., Deforce, D., & Roosens, N. H. (2015). Current and new approaches in GMO detection: challenges and solutions. *Biomed Res Int, 2015*, 392872. doi:10.1155/2015/392872

Fuchs, M., & Gonsalves, D. (2007). Safety of virus-resistant transgenic plants two decades after their introduction: lessons from realistic field risk assessment studies. *Annu Rev Phytopathol, 45*, 173-202. doi:10.1146/annurev.phyto.45.062806.094434

Gilbert, N. (2013). Case studies: A hard look at GM crops. *Nature, 497*(7447), 24-26. doi:10.1038/497024a

GT Gujar, Y. A. T., Mao Chen. (2021). Biotech/genetically modified crops in Asia Pacific: a way forward. In Y. A. T. GT Gujar, Mao Chen (Ed.), *Genetically modified crops in Asia Pacific*.

Gullì, M., Salvatori, E., Fusaro, L., Pellacani, C., Manes, F., & Marmiroli, N. (2015). Comparison of Drought Stress Response and Gene Expression between a GM Maize Variety and a Near-Isogenic Non-GM Variety. *PloS one, 10*(2), e0117073. doi:10.1371/journal.pone.0117073

Guo, X., Liu, R. H., Fu, X., Sun, X., & Tang, K. (2013). Over-expression of l-galactono-γ-lactone dehydrogenase increases vitamin C, total phenolics and antioxidant activity in lettuce through bio-fortification. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 114*(2), 225-236. doi:10.1007/s11240-013-0318-y

Güngören, A. V., & Olhan, E. (2012). *Genetiği Değiştirilmiş Tarım Ürünlerinin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi.* Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı,

Güzelsoy, Ü., & Kuşcu, M. (2020). Genetically Modified Organism (GMO): What is it? Its Development and Future. *Acta Scientific Microbiology, 3*(4), 12-15. doi:10.31080/asmi.2020.03.0537

Hemavathi, Upadhyaya, C. P., Akula, N., Young, K. E., Chun, S. C., Kim, D. H., & Park, S. W. (2010). Enhanced ascorbic acid accumulation in transgenic potato confers tolerance to various abiotic stresses. *Biotechnol Lett, 32*(2), 321-330. doi:10.1007/s10529-009-0140-0

Hickey, L. T., A, N. H., Robinson, H., Jackson, S. A., Leal-Bertioli, S. C. M., Tester, M., . . . Wulff, B. B. H. (2019). Breeding crops to feed 10 billion. *Nat Biotechnol, 37*(7), 744-754. doi:10.1038/s41587-019-0152-9

ISAAA. (2019). *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2019:Biotech Crops Drive Socio-Economic Development and Sustainable Environment in the New Frontier*. Retrieved from

Jacobsen, S.-E., Sørensen, M., Pedersen, S. M., & Weiner, J. (2013). Feeding the world: genetically modified crops versus agricultural biodiversity. *Agronomy for Sustainable Development, 33*(4), 651-662. doi:10.1007/s13593-013-0138-9

Kramkowska, M., Grzelak, T., & Czyzewska, K. (2013). Benefits and risks associated with genetically modified food products. *Ann Agric Environ Med, 20*(3), 413-419. Retrieved from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24069841

Krishna, V., Qaim, M., & Zilberman, D. (2016). Transgenic crops, production risk and agrobiodiversity. *European Review of Agricultural Economics, 43*(1), 137-164. doi:10.1093/erae/jbv012

Levi, S. (2022). Living standards shape individual attitudes on genetically modified food around the world. *Food Quality and Preference, 95*. doi:10.1016/j.foodqual.2021.104371

Lim, M. Y., Jeong, B. R., Jung, M., & Harn, C. H. (2016). Transgenic tomato plants expressing strawberry d-galacturonic acid reductase gene display enhanced tolerance to abiotic stresses. *Plant Biotechnology Reports, 10*(2), 105-116. doi:10.1007/s11816-016-0392-9

Liu, F., Wang, L., Gu, L., Zhao, W., Su, H., & Cheng, X. (2015). Higher transcription levels in ascorbic acid biosynthetic and recycling genes were associated with higher ascorbic acid accumulation in blueberry. *Food Chem, 188*, 399-405. doi:10.1016/j.foodchem.2015.05.036

Lovei, G. L., Bohn, T., Hilbeck, A., Lim, L. C., & Traavik, T. (2010). *Biodiversity, ecosystem services and genetically modified organisms* (Vol. 10): Third World Network.

Lucht, J. M. (2015). Public Acceptance of Plant Biotechnology and GM Crops. *Viruses, 7*(8), 4254-4281. doi:10.3390/v7082819

Marchetti, M. F. (2014). *The effects of a glyphosat based herbicide (Roundup®) and temperature on the foraging of the wolf spider Pardosa milvina (Araneae: Lycosidae).* Miami University, Retrieved from http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=miami1399451130

Masoodi, K. Z., Mir, S., Wani, S.H., Shah, F., Balkhi, M.B., ve, & Zargar, S. M. (2018). Genetic modification in fruits and vegetables for improved nutritional quality and extended shelf life. In *Preharvest Modulation of Postharvest Fruit and Vegetable Quality* (pp. 359-380).

Mellidou, I., Chagne, D., Laing, W. A., Keulemans, J., & Davey, M. W. (2012). Allelic variation in paralogs of GDP-L-galactose phosphorylase is a major determinant of vitamin C concentrations in apple fruit. *Plant Physiol, 160*(3), 1613-1629. doi:10.1104/pp.112.203786

Oliver, M. J. (2014). Why we need GMO crops in agriculture. *Missouri medicine, 111*(6), 492-507. Retrieved from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25665234

Paciolla, C., Fortunato, S., Dipierro, N., Paradiso, A., De Leonardis, S., Mastropasqua, L., & de Pinto, M. C. (2019). Vitamin C in Plants: From Functions to Biofortification. *Antioxidants (Basel, Switzerland), 8*(11), 519. doi:10.3390/antiox8110519

Paul, M. J., Nuccio, M. L., & Basu, S. S. (2018). Are GM Crops for Yield and Resilience Possible? *Trends Plant Sci, 23*(1), 10-16. doi:10.1016/j.tplants.2017.09.007

Raman, R. (2017). The impact of Genetically Modified (GM) crops in modern agriculture: A review. *GM Crops Food, 8*(4), 195-208. doi:10.1080/21645698.2017.1413522

Ricroch, A. E., Berge, J. B., & Kuntz, M. (2011). Evaluation of genetically engineered crops using transcriptomic, proteomic, and metabolomic profiling techniques. *Plant Physiol, 155*(4), 1752-1761. doi:10.1104/pp.111.173609

Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A. C., Muller, C., Arneth, A., . . . Jones, J. W. (2014). Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. *Proc Natl Acad Sci U S A, 111*(9), 3268-3273. doi:10.1073/pnas.1222463110

Sahu, P. K. (2021). Genetically modified and organic crops in developing countries. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology, 22*(21-22), 46-52. Retrieved from https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85104227423&partnerID=40&md5=93b2c14d9e490e0bed8d3a85954e2a1e

Schafer, M. G., Ross, A. A., Londo, J. P., Burdick, C. A., Lee, E. H., Travers, S. E., . . . Sagers, C. L. (2011). The establishment of genetically engineered canola populations in the U.S. *PloS one, 6*(10), e25736-e25736. doi:10.1371/journal.pone.0025736

Schulman, A. H. (2020). The impact of GM crops on agriculture. In V. Andersen (Ed.), *Genetically Modified and Irradiated Food* (pp. 195-213): Academic Press.

Schütte, G., Eckerstorfer, M., Rastelli, V., Reichenbecher, W., Restrepo-Vassalli, S., Ruohonen-Lehto, M., . . . Mertens, M. (2017). Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. *Environmental Sciences Europe, 29*(1), 5. doi:10.1186/s12302-016-0100-y

Shokravi, H., Shokravi, Z., Heidarrezaei, M., Ong, H. C., Rahimian Koloor, S. S., Petru, M., . . . Ismail, A. F. (2021). Fourth generation biofuel from genetically modified algal biomass: Challenges and future directions. *Chemosphere, 285*, 131535. doi:10.1016/j.chemosphere.2021.131535

Singh, A., Rai, A., Rai, A., ve Singh, M. (2017). Applications in Post-Harvest Management of Vegetable Crops. In *Advances in Post-Harvest Technologies of Vegetable Crops* (pp. 171-202).

Stanton, J., Rezai, G., & Baglione, S. (2021). The effect of persuasive/possessing information regarding GMOs on consumer attitudes. *Future Foods, 4*. doi:10.1016/j.fufo.2021.100076

Steinwand, M. A., & Ronald, P. C. (2020). Crop biotechnology and the future of food. *Nature Food, 1*(5), 273-283. doi:10.1038/s43016-020-0072-3

Stroud, N. J., & Hasell, A. (2020). The Differential Effects of Knowledge on Perceptions of Genetically Modified Food Safety. *International Journal of Public Opinion Research, 32*(1), 111-131. doi:10.1093/ijpor/edz020

Thayer, A. N. N. (2010). FDA gives go-ahead to bioengineered tomato. *Chemical & Engineering News Archive, 72*(21), 7-8. doi:10.1021/cen-v072n021.p007a

Tsatsakis, A. M., Nawaz, M. A., Tutelyan, V. A., Golokhvast, K. S., Kalantzi, O.-I., Chung, D. H., . . . Chung, G. (2017). Impact on environment, ecosystem, diversity and health from culturing and using GMOs as feed and food. *Food and Chemical Toxicology, 107*, 108-121. doi:https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.06.033

Turğut, Ş., & Akgül, A. (2021). Yaratılışa Müdahale Açısından Genetiği Değiştirilmiş Tarım Ürünleri. *https://dergipark.org.tr/en/pub/agiid*. Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/agiid/issue/63392/888620

Ujhelyi, G., Vajda, B., Béki, E., Neszlényi, K., Jakab, J., Jánosi, A., . . . Gelencsér, É. (2008). Surveying the RR soy content of commercially available food products in Hungary. *Food Control, 19*(10), 967-973. doi:10.1016/j.foodcont.2007.10.004

Vicini, J. L. (2017). GMO crops in animal nutrition. *Animal Frontiers, 7*(2), 9-14. doi:10.2527/af.2017.0113

Westing, A. H. (2010). Food security: population controls. *Science, 328*(5975), 169. doi:10.1126/science.328.5975.169-a

Wrinn, K. M., Evans, S. C., & Rypstra, A. L. (2012). Predator cues and an herbicide affect activity and emigration in an agrobiont wolf spider. *Chemosphere, 87*(4), 390-396. doi:https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.12.030

Zambryski, P., Joos, H., Genetello, C., Leemans, J., Van Montagu, M., & Schell, J. (1983). Ti plasmid vector for the introduction of DNA into plant cells without alteration of their normal regeneration capacity. *The EMBO Journal, 2*(12), 2143-2150. doi:10.1002/j.1460-2075.1983.tb01715.x

Zhang, C., Wohlhueter, R., & Zhang, H. (2016). Genetically modified foods: A critical review of their promise and problems. *Food Science and Human Wellness, 5*(3), 116-123. doi:10.1016/j.fshw.2016.04.002

Zhang, Y., Pribil, M., Palmgren, M., & Gao, C. (2020). A CRISPR way for accelerating improvement of food crops. *Nature Food, 1*(4), 200-205. doi:10.1038/s43016-020-0051-8

Bölüm 14

TİNGİDAE FAMİLYASI (HEMİPTERA) TÜRLERİNİN İSTİLACI YABANCI OTLARLA BİYOLOJİK MÜCADELEDE KULLANIMI

Hasan MARAL[1]

1 Karacadağ Kalkınma Ajansı, Kayapınar, Diyarbakır, Türkiye, hasanmaral@hotmail.com ORCID: 0000-0001-9201-8758

Giriş

Küresel iklim değişikliğinin etkisini yoğun bir şekilde hissettirdiği günümüzde gıdaya erişimi güvence altına almak her zamankinden daha önemli hale gelmiştir. Küresel iklim değişikliğinin yanı sıra 2020 yılından itibaren tüm dünyayı etkisi altına Covid-19, bütün sistemlerde paradigma değişimlerine neden olmuş, tedarik zincirlerinde aksamalara yol açmış ve dünya ticaretini durma noktasına getirmiştir (FDA, 2021). Bu durum gıdaya erişimi daha da zorlaştırdığı gibi tarım ürünlerinin verimini artırma ve gıdanın kalitesini koruma konusunu neredeyse bütün ülkelerde ana öncelik haline getirmiştir. Aynı zamanda pestisit kullanılmadan üretilen organik ürünler veya pestisitlerin kontrollü bir şekilde kullanıldığı iyi tarım uygulamalarıyla üretilen ürünlerin bağışıklık sistemi üzerindeki olumlu etkileri popüler konular arasına girmiştir (Smiglak-Krajewska ve Wojciechowska-Solis, 2021).

Tarımsal üretimde verim ve kalite kayıplarına neden olan unsurların başında hastalık, zararlı ve yabancı otlar gelmektedir. Yabancı otlar sert iklim ve toprak koşullarına kolay adapte olabilmeleri ve kolay çoğalabilmeleri nedeniyle çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin yanısıra, tarımsal ürünler için de ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Dünyada yabancı otların tarımsal üretimde %45-95 arasında verim kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir. Yabancı otlarla doğru bir şekilde mücadele edilmediği taktirde bu oran daha da yükselebilmektedir (Pilipavičius, 2015). Yabancı otlarla mücadele değişik yöntemlerle yapılmaktadır. Tarlanın sürülmesi, malçlama, çapalama, elle koparma ve biçme gibi yöntemlerin uygulandığı mekanik mücadele; yabancı otların herbisitlerle kontrol edilmeye çalışıldığı kimyasal mücadele bu yöntemlerin başında gelmektedir. Ancak herbisitlerin ekosisteme ve insan sağlığına olan zararları, toprak sürme gibi metodların erozyon ve yüksek oranda karbon salınımına neden olması bu yöntemlerin riskleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu riskleri bertaraf etme adına yeni teknolojik araçların kullanıldığı takip sistemleri, yenilikçi üretim biçimleri ve biyolojik mücadelenin aralarında bulunduğu entegre yabancı ot mücadelesi ön plana çıkmaktadır (Önder ve ark., 1993; Muniappan ve ark., 2009; Pilipavičius, 2015).

Yabancı otlarla biyolojik mücadelede son yıllarda bazı böcek türlerinin etkili sonuçlar vermeye başladığı görülmüştür. Yabancı otların yumuşak dokulu ve otsu yapısı, özellikle sokucu ve emici ağız yapısına sahip böceklere karşı hassas duruma gelmelerine neden olmaktadır. Sokucu emici ağız yapısına sahip türleri barındıran familyalardan biri olan Tingidae familyasına bağlı (Hemiptera) dünyada yaklaşık 2600 tür bulunmaktadır. Genellikle yaprak altlarında yaşayan bu türlerin hem ergin hem de nimfleri zararlı olup uygun koşulların oluşması durumunda kısa sürede yoğun popülasyonlar oluşturabilmekte, gövde, sürgün ve çiçeklerde emgi

yapabilmekte, bitkiyi zayıf düşürüp yaprakların dökülmesine ve hatta bitkilerin ölümüne neden olabilmektedir. Tingidae familyası türleri ayrıca beslenme sonrasında salgılamış oldukları siyah yapışkan dışkı nedeniyle yaprak yüzeyinin tamamen kaplanması nedeniyle fotosenteze engel olmaktadır. Geniş bir konukçu kitlesine sahip olan Tingidae familyasında bir çok tür yabancı otlara özelleşmiştir (Drake ve Ruhoff, 1965; Péricart, 1983; Schaefer ve Panizzi, 2000; Guilbert, 2001).

Tropik ve subtropik kuşaktaki ülkelerde bulunan ve doğal ekosisteme zarar veren bazı istilacı yabancı ot türlerinin mücadelesinde bazı Tingidae türlerinin başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada bu detaylara yer verilmiştir.

İstilacı Yabancı Otlarla Mücadelede Öne Çıkan Tingidae Türleri

İstilacı Yabancı Ot Türü	Biyolojik Mücadelede Kullanılan Tingidae Türü
Macfadyena unguis-cati (L.) A.H. Gentry	*Carvalhotingis visenda* (Drake & Hambleton)

Macfadyena unguis-cati (L.) A.H. Gentry

Bilinen Adı: Cat's Claw Creeper

Takım: Lamiales

Familya: Bignoniaceae

Yayılışı: *Macfadyena unguis-cati*, Arjantin, Bahamalar, Barbados, Bermuda, Belize, Bolivya, Brezilya, Dominik Cumhuriyeti, Ekvator, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, Jamaika, Kolombiya, Kosta Rika, Küba, Meksika, Nikaragua, Panama, Paraguay, Peru, Porto Riko, Surinam, Şili, Tobago, Trinidad, Uruguay, Venezuela ve Virgin Adalarının endemik bir türüdür (Howard 1989; Sparks 1999). Endemik olduğu ülkeler dışında bu tür egzotik olarak ABD, Avusturalya, Çin, Endonezya, Fransa, Hindistan, İsviçre, Kenya, Malezya, Nepal, Uganda, Yeni Zellanda, Yunanistan ve Zimbabwe'ye yayılmıştır (Csurhes and Edwards, 1998; Swarbrick and Skarratt, 1994; Sparks 1999; Holm ve ark., 1991; Meyer, 2000). Türün istilacı hale gelmesinin başlıca nedenlerinden biri görüntüsü itibariyle süs bitkisi olarak kullanılabileceğini değerlendiren kişiler tarafından dikkatsiz bir şekilde ülkeler arasında taşınmış olmasıdır (King ve ark., 2011).

Macfadyena unguis-cati 15 metreye kadar uzayabilen, olgunlaştıkça yumrular ve stolonlar oluşturan, zamanla orman tabanını kaplayan ve yerli bitki örtüsünün ortadan kalkmasına neden olacak derecede paspas görüntüsüne ulaşan istilacı bir bitkidir (UFIFAS, 2021). Yayılıcı bir kök sistemine sahip olması nedeniyle 30-50 cm'de bir köklenebileceği boğumlar vermektedir. Bu tür nesli tükenmekte olan hayvanlar için de önemli bir tehlike barındırmaktadır. Ormanlardaki yoğunluğunun yüksek olduğu

durumlarda ağaç gövdelerine sarılarak tamamen kapattığı için ağaç gövdesini barınma ve beslenme amacıyla kullanan bazı türlerin yaşam alanlarını tehdit etmektedir. Nesli tükenme tehlikesi altında olan Küçük Kırmızı Uçan Tilki (red flying fox, *Pteropus scapulatus* Peters) isimli yarasa türü bu örneklerden biridir. Bu tür tatlı su alanlarında da yoğun istilacı bir tür olduğundan dolayı bazı balık türlerinin de yaşam alanlarını ciddi anlamda tehdit edebilmektedir. Avustralya'da nesli tükenme tehlikesi altında olan Tatlı Su Moron'u (*Maccullochella ikea* Rowland) yine bu örneklerden biridir (Downey ve Turnbull, 2007).

Carvalhotingis visenda (Drake & Hambleton)

Takım: Hemiptera

Familya: Tingidae

Yayılışı: Arjantin, Brezilya, Bolivya, Guatemala, Meksika, Peru (Drake ve Ruhoff, 1965; Froeschner 1995, Montemayor, 2005)

Yağmur ormanları ve kıyı bölgelerdeki ormanlık alanlarda yaygın olan ve sonradan geldiği ülkelerde kontrol altına alınamayan *M. unguis*-cati mücadelede *Carvalhotingis visenda* (Drake & Hambleton) (Hemiptera:Tingidae) biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılmıştır. Kontrol grubu bitkilerde bu türün nimf döneminden ergin döneme geçemediği, ancak *M. unguis-cati* üzerinde tüm gelişme evrelerini başarıyla tamamladığı bildirilmiştir (King ve ark., 2011). Yapılan çalışma sonucunda *C. visenda*'nın bitkinin yapraklardaki klorofil yoğunluğunu azalttığı, bitki büyümesini sınırlandırdığı ve yaprak biyomasında azalma sağladığı tespit edilmiştir (Conrad ve Dhileepan, 2007; Winston ve ark., 2014). Bu türün *M. unguis-cati* ile mücadele amacıyla salındığı bir çalışmada üç yıl içerisinde salındığı bölgenin %80'inde yoğun bir şekilde yayıldığı, hızlı bir popülasyon artışı yaşadığı ve alınan yaprak örneklerinin %95'inin zararlı ile bulaşık olduğu, yoğun emgi sonucu bitkilerin %51'inin yapraklarının dökülmesine neden olduğu saptanmıştır (Dhileepan ve ark., 2010). *C. visenda*'nın dişileri, yumurtalarını, *M. unguis-cati* yapraklarının alt tarafına ana damar boyunca gruplar halinde birbirine yakın bir şekilde bırakır. Yaklaşık 15 gün sonra yumurtadan çıkan nimfler, gruplar halinde, genellikle yaprakların alt tarafında, emgi yapmak suretiyle beslenir. Diğer tingidlerde olduğu gibi beş nimf dönemi geçiren bu türün toplam nimf süresi yaklaşık 15 gündür. Dişiler sekiz gün sonra yumurtlamaya başlar ve yaşamları boyunca 187'ye kadar yumurta üretir. Erginlerin yaklaşık 2 ay civarında bir yaşam sürelerinin olduğu tespit edilmiştir (Williams ve ark., 2008).

Carvalhotingis visenda dışında Tingidae familyasına bağlı *Carvalhotingis hollandi* Drake'nin de *M. unguis-cati'*nin mücadelesinde başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Winston ve ark., 2014).

İstilacı Yabancı Ot Türü	Biyolojik Mücadelede Kullanılan Tingidae Türü
Lantana camara L.	*Teleonemia scrupulosa* Stål

Lantana camara L.

Bilinen Adı: Lantana

Takım: Lamiales

Familya: Verbenaceae

Yayılışı: Antartika haricinde bütün dünyaya yayılmıştır. Ancak esas yoğunlukta olduğu ülkeler Avusturalya, Hindistan ve Güney Afrika'dır (Bhagwat ve ark., 2012).

Lantana camara dünya çapında yaygın olan zararlı bitkilerden biridir. Bu bitkinin özellikle kırmızı çiçekli varyetesi tropik ve subtropik ülkelerdeki küçükbaş ve büyükbaş hayvanlarda istenmeyen bir çok toksik etkiye neden olmakta ve bunun sonucunda ağır hayvan kayıpları yaşanmaktadır. Bu tür ayrıca tarım ve orman ekosisteminde kayıplara neden olmaktadır (Rakesh ve ark., 2016). *L. camara*'nın 47'den fazla ülkede yaygın ve zararlı bir bitki olduğu kayıtlara geçmiştir (Reinert ve ark., 2006). Bu tür aynı zamanda Avusturalya, Hindistan ve Güney Afrika'da milyonlarca hektar tarım arazisinde bulaşık olup tarımsal üretimde önemli düşüşlere yol açmaktadır (Bhagwat ve ark., 2012).

Teleonemia scrupulosa Stål

Takım: Hemiptera

Familya: Tingidae

Yayılışı: ABD, Avusturalya, Brezilya, Botswana, Fiji, Güney Afrika, Hindistan, Java, Kenya, Mauritius, Meksika, Paraguay, Şili, Tanzania, Uganda, Zambia, Pasifik ve Atlas Okyanusundaki bir çok ada (Harley ve Kassulke 1971; Assefa ve ark., 2014).

Teleonemia scrupulosa, L. camara'nın mücadelesinde yaygın olarak kullanılan bir türdür. Erginlerin boyu 3-4 mm, nimflerin boyu ortalama olarak 0,63 mm (birinci dönem), 0,92 mm (ikinci dönem), 1,28 mm (üçüncü dönem), 1,76 mm (dördüncü dönem) ve 2,46 mm (beşinci dönem) olarak ölçülmüştür (Guidoti ve Barcelos, 2013). Toplam nimf gelişme süresi ortalama 15-18 gün civarındadır. Dişiler ergin olduktan yaklaşık 6 gün sonra yumurta bırakmaya başlar. Dişiler yumurtalarını yaprakların alt yüzeylerinde ana damara yakın bölgeye 10-30 adet arasında gruplar halinde bitki dokusunun içerisine bırakırlar. Yumurtalar bırakıldıktan sonra yaklaşık 8 gün içerisinde açılmaya başlar (Habeck ve ark., 2001).

Yapılan bir araştırmada *T. scrupulosa*'nın beslenme sonucu *L. camara*'nın gövde yüksekliği, gövde çapı, yaprak yoğunluğu, çiçek yoğunluğu

ve yer üstü biyomasında sırasıyla %37, %34, %75, %100 ve %50 oranında azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Simelane ve Phenye, 2005). ABD'de *T. scrupulosa*'nın 28 ayrı Lantana çeşidi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada *T. scrupulosa*'nın temmuz ayı ortasından itibaren zarar yapmaya başladığı, çeşitlerin 25'inde *T. scrupulosa*'nın zarara neden olduğu, yaprak başına ortalama 40,3 nimf ve 3 ergin ile en yüksek yoğunluğun Patriot Desert Sunset çeşidinde bulunduğu tespit edilmiştir (Reinert ve ark., 2006).

Teleonemia scrupulosa dışında Tingidae familyasına bağlı *Teleonemia elata* Drake, *Teleonemia harleyi* Froeschner, *Teleonemia prolixa* (Stål) ve *Leptobyrsa decora* Drake'nin de *L. camara'*nın mücadelesinde başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Rangaswamy ve ark., 2009; Winston ve ark., 2014).

İstilacı Yabancı Ot Türü	Biyolojik Mücadelede Kullanılan Tingidae Türü
Ligustrum sinense Loureiro	*Leptoypha hospita* Drake et Poor

Ligustrum sinense Loureiro

Bilinen Adı: Chinese Privet

Takım: Scrophulariales

Familya: Oleaceae

Yayılışı: ABD, Arjantin, Avustralya, Bermuda, Çin, Fiji, Güney Afrika, Honkong, Porto Riko, Tayvan, Vietnam, Yeni Zellanda (ISSG, 2021a).

Ligustrum sinense çok yıllık, 10 m'ye kadar boylanabilen çalı veya ağaç formunda bir bitkidir. Aşırı boylanma özelliğinden dolayı yapmış olduğu gölgeleme etkisi nedeniyle doğal bitki biyoçeşitliliğini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. ABD'de son zamanlarda bu türün orman doğal ekosistemine ciddi zarar verme potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu tür egzotik türler için belirlenen gruplandırmada en zararlı kategori olarak belirlenen kategori 1 kapsamına alınmıştır. *L. sinense* orman ekosistemine vermiş olduğu zararın yanısıra insan sağlığına da önemli zararlar veren bir türdür. *L. sinense*'nin çiçekleri mide bulantısı, karın ağrısı, kusma, ishal ve düşük tansiyon gibi sağlık sorunlarına neden olmaktadır (Zhang ve ark., 2008).

Leptoypha hospita Drake et Poor

Takım: Hemiptera

Familya: Tingidae

Yayılışı: Çin, Malezya (Drake ve Ruhoff, 1965)

Ligustrum sinense ile mücadelede etkili olduğu tespit edilen *L. hospita*'nın erginlerinin boyu ortalama olarak erkeklerde 2,82 mm, dişilerde 3,05; nimflerin boyu ortalama olarak 0,58 mm (birinci dönem), 0,81 mm (ikinci dönem), 1,05 mm (üçüncü dönem), 1,41 mm (dördüncü dönem) ve 1,99 mm (beşinci dönem) olarak ölçülmüştür. *L. hospita*'nın yumurtadan çıkıştan ergin oluncaya kadar geçirdiği süre ortalama olarak 25 gün, bir erginin ömrünün ise ortalama 75 gün olduğu tespit edilmiştir. Bu tür bu nedenle bir yıl içerisinde birden fazla döl vermektedir. Yumurtalarını yaprak altına bırakan dişilerin ortalama 240 yumurta bıraktığı belirtilmiştir. Ergin ve nimflerin yoğun emgisi sonucu yapraklarda dökülmeye neden olduğu ayrıca sürgün uçlarında geriye ölümün başladığı tespit edilmiştir (Zhang ve ark., 2011).

İstilacı Yabancı Ot Türü	Biyolojik Mücadelede Kullanılan Tingidae Türü
Solanum mauritianum Scopoli	*Gargaphia decoris* Drake

Solanum mauritianum Scopoli

Bilinen Adı: Wild Tobacco, Wooly Nightshade, Bugweed

Takım: Solanales

Familya: Solanaceae

Yayılışı: ABD, Avustralya, Brezilya, Fiji, Güney Afrika, Hindistan, Norfolk Adaları, Solomon Adaları, Svaziland, Uruguay, Yeni Zellanda. *Solanum mauritianum* tropikal ve subtropikal bölgelerde yaygın bir şekilde görülmektedir (Olckers, 2009), ISSG, 2021b).

Solanum mauritianum 2-10 metre boylarında, 15 yıl canlı kalabilen, çalı ve ağaç formunda bir bitki olup dünyada tropikal ve subtropikal bölgelerde tarım alanlarında, ormanlarda, nehir ekosistemlerinde ve özel koruma alanlarında yaygınlığı ve yoğunluğu nedeniyle zararlı olan önemli bir türdür. Yoğun ve hızlı bir şekilde büyüme yeteneği nedeniyle yerel bitki türlerini kısa sürede baskı altına alma özelliğine sahiptir. Orman alanlarının önemli türlerinden olan genç çam fidanlarının (*Pinus* spp.) büyümesini geciktirdiği veya durdurduğu tespit edilmiştir. *S. mauritianum*'un başta meyveleri olmak üzere tüm aksamları insanlar için zehirlidir. *S. mauritianum* çoğunlukla kuşlar sayesinde geniş alanlara yayılmıştır. Ancak görünüşü itibariyle süs bitkisi olarak değerlendireceğini düşünen kişiler tarafından da ülkeler arasında transfer edildiği ve bu nedenle egzotik ve istilacı olarak bir çok ülkede yetişmeye başladığı belirtilmiştir (Olckers, 2011; ISSG, 2021b).

Gargaphia decoris Drake

Takım: Hemiptera

Familya: Tingidae

Yayılışı: Arjantin, Brezilya, Güney Afrika,Yeni Zellanda, (Drake ve Ruhoff, 1965; Falla ve ark., 2019).

Gargaphia decoris'in yoğunluğunun yüksek olduğu durumlarda *S. mauritianum*'un çiçeklenme oranının ve meyve sayısının düşmesine yol açtığı, yapraklarda dökülmeye neden olduğu, bazı durumlarda tüm bitkinin kurumasına varan etkilerde bulunduğu tespit edilmiştir (Patrick ve Olckers, 2014; Winston ve ark., 2014). *G. decoris*'in yapraklarda yaptığı emgi neticesinde kolorofilin zarar görmesi nedeniyle bitkinin fotosentez kapasitesinde ciddi düşüşlere neden olduğu, ayrıca yaprakların serinlemesini sağlayan buharlaşma oranını %52 oranında azalttığı bildirilmiştir (Cowie ve ark., 2016). Yeni Zellanda'da *G. decoris*'in *S. mauritianum* üzerindeki gelişimini saptamak amacıyla 10 °C, 15 °C, 20 °C, 25 °C, 27.5 °C, 30 °C sıcaklık, 6:16, 14:10, 16:8 saat Aydınlık: Karanlık ve %50 ve %70 ± 10 neme ayarlı laboratuvar koşullarında yürütülen çalışmada 10°C ve 30 °C sıcaklıkta yumurta ve nimflerin yaşamayadığı, en yüksek üreme oranının 25 °C'de; en yüksek yumurta bırakma oranının 8:16, ergin yaşam süresinin 16:8 saat Aydınlık: Karanlık koşullarda gerçekleştiği tespit edilmiştir (Falla ve ark., 2019).

İstilacı Yabancı Ot Türü	Biyolojik Mücadelede Kullanılan Tingidae Türü
Cirsium arvense (L.)	*Corythucha distincta* Osborn & Drake

Cirsium arvense (L.)

Bilinen Adı: Platte Thistle

Takım: Asterales

Familya: Asteraceae

Yayılışı: ABD, Afganistan, Almanya, Arnavutluk, Ermenistan, Avusturya, Avusturalya, Azerbaycan, Belarus, Belkçika, Bulgaristan, Çin, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Güney Afrika, Güney Amerika, Gürcistan, Hindistan, Hollanda, İngiltere, İran, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Japonya, Kanada, Kuzey Afrika, Litvanya, Macaristan, Moldova, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya, Slovakya, Türkiye, Türkmenistan, Ukrayna, Yeni Zellanda başta olmak üzere Antartika hariç neredeyse dünyanın tamamına yayılmıştır (ISSG, 2021c).

Cirsium arvense 1 metre kadar boylanabilen, hemen her tür toprakta yetişebilen, kontrolsüz bir şekilde büyümesi nedeniyle özellikle otlaklar ve nehir kıyısındaki habitatlar için ciddi tehlike oluşturan, doğal habitatın bozulmasına ve tarım ürünlerinin üretiminde verim ve kalite düşüklüğüne

neden olan çok yıllık otsu bir bitkidir. Sulak, kil oranı yüksek, havalanma kapasitesi düşük ve tuz oranı %2 civarındaki topraklarda bile rahatlıkla yetişebilir. Öncelikli olarak vejetatif yolla, ikincil olarak tohumla yayılır. Tohumları, hasat edilen hububat, baklagil gibi tarımsal ürünlere karışarak ürünlerin kalitesini düşürür (Demirtaş ve ark., 2007; ISSG, 2021c).

Corythucha distincta Osborn & Drake

Takım: Hemiptera

Familya: Tingidae

Yayılışı: ABD, Kanada (Drake ve Ruhoff, 1965)

Corythucha distincta'nın yoğunluğunun yüksek olduğu durumlarda *C. arvense*'nin sürgünlerini kuruttuğu, bazı durumlarda tüm bitkiyi öldürebildiği tespit edilmiştir (Winston ve ark., 2014). *C. distincta* ile bulaşık bitkilerde ergin ve nimflerin beslenmesi sonucu sap ve yaprakların nekrotik bir görüntü aldığı, nimflerin özellikle çiçekli bitkileri tercih ettiği, bitki başına nimf sayısının 300'e kadar çıkabildiği ve *C. arvense*'nin tohum üretme kapasitesini yaklaşık %40 oranında düşürdüğü bildirilmiştir (Lamp ve McCarty, 1982).

İstilacı Yabancı Ot Türü	Biyolojik Mücadelede Kullanılan Tingidae Türü
Centaurea solstitialis L.	*Tingis grisea* Germar

Centaurea solstitialis L.

Bilinen Adı: Yellow Starthistle

Takım: Asterales

Familya: Asteraceae

Centaurea solstitialis, tarla, bağ, bahçe, mera, otlak ve yol kenarları dahil bir çok habitatta görülen, kurak iklim koşullarına dayanıklı, tek yıllık, sarı çiçekli dikenli bir bitkidir. Avrupa Asya kökenli olan ve geniş bir coğrafyaya yayılan *C. solstitialis* ABD'de istilacı egzotik yabancı otlar listesinde yer almaktadır. 19. Yüzyılda yanlışlıkla yonca tohumları ile beraber ABD'ye taşındığı ve bu şekilde çoğalmaya başladığı tahmin edilmektedir (Sun ve Ritland, 1998; Uygur ve ark., 2004).

Tingis grisea Germar

Takım: Hemiptera

Familya: Tingidae

Yayılışı: Avrupa'dan Orta Asya'ya kadar geniş bir coğrafyaya yayılmıştır (Péricart, 1983).

Yapılan çalışmalarda *T. grisea*'nın *C solstitialis* üzerinde yoğun popülasyonlar oluşturabildiği, dişilerin yumurta bırakma oranının yüksek olduğu, nimf ve erginlerin emgi yaparak *C solstitialis* üzerinde zarar yapabildiği, özellikle tek bitki üzerinde çok sayıda zararlı olması durumunda bitkilerin küçük boylu kalıp gelişemediği tespit edilmiştir (Paolini ve ark., 2006; Paoilini ve ark., 2007).

Kaynaklar

Assefa, Y., Tiroesele, B., Segwagwe, A., Mogapi E.M. (2014). *Lantana camara* L. and Its Biocontrol Agent, *Teleonemia scrupulosa* Stål, in Botswana. *African Journal of Ecology*, 53 (3): 381-384.

Bhagwat, S.A., Breman, E., Thekaekara, T., Thornton, T.F. & Willis, K.J. (2012). A Battle Lost? Report on Two Centuries of Invasion and Management of *Lantana camara* L. in Australia, India and South Africa. *PLoS ONE,* 7(3): e32407. Doi: 10.1371/journal.pone.0032407

Conrad, K.A. & Dhileepan, K. (2007). Pre-release Evaluation of the Efficacy of the Leaf-Sucking Bug *Carvalhotingis visenda* (Heteroptera: Tingidae) as a Biological Control Agent for Cat's Claw Creeper *Macfadyena unguis-cati* (Bignoniaceae). *Biocontrol Science and Technology,* 17(3): 303-311.

Cowie, B.W., Byrne, M.J., Witkowski, E.T.F. & Venter, N. (2016). Exacerbation of Photosynthetic Damage Through Increased Heat–light Stress Resulting from *Gargaphia decoris* Sap-feeding. *Biological Control,* 94 (2016): 82-89.

Csurhes, S. & Edwards, R. (1998). *Potential Environmental Weeds in Australia, Candidate Species for Preventative Control*. Web Adresi; https://weeds.org.au/wp-content/uploads/2020/04/potential.pdf, Erişim tarihi; Aralık 2021.

Demirtaş, I., Tüfekçi, A.R., Yağlıoğlu, A.Ş. & Elmastas, M. (2017). Studies on the Antioxidant and Antiproliferative Potentials of *Cirsium arvense* subsp. vestitum. *J Food Biochem*, 41(1): 1-10.

Dhileepan, K., Trevino, M., Baylis, D., Saunders, M., Shortus M., McCarthy, J., Snow, E.L. & Walter, G.H. (2010). Introduction and Establishment of *Carvalhotingis visenda* (Hemiptera: Tingidae) as a Biological Control Agent for Cat's Claw Creeper *Macfadyena unguis-cati* (Bignoniaceae) in Australia. *Biological Control,* 55: 58–62.

Downey, P. & Turnbull, I. (2007). The Biology of Australian Weeds, *Macfadyena unguis-cati* (L.) Ah Gentry. *Plant Protection Quarterly*, 22: 82-91.

Drake, C.J. & Ruhoff, F.A. (1965). *Lacebugs of the World: A Catalog (Hemiptera: Tingidae)*. Bulletin 243, Smithsonian Institution, United States National Museum, Washington DC, pp. 634.

Falla, C., Najar-Rodriguez, A., Minor, M., Harrington, K., Paynter, Q. & Wang, Q. (2019). Effects of Temperature, Photoperiod and Humidity on the Life History of *Gargaphia decoris*. *BioControl*, 64: 633–643. doi: https://doi.org/10.1007/s10526-019-09969-7

FDA (2021). *Food Safety and the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), US Food and Drug Administration*. Web Adresi: https://www.fda.gov/food/

food-safety-during-emergencies/food-safety-and-coronavirus-disease-2019-covid-19. Erişim Tarihi: Aralık 2021.

Froeschner, R.C. (1995). Review of the New World Lace Bug Genera *Acanthocheila* Stål and *Carvalhotingis* new genus (Heteroptera: Tingidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 97: 331-339.

Guidoti, M. & Barcellos, A (2013). On the Nymphs of Lantana Lace Bug *Teleonemia scrupulosa* Stål (Hemiptera: Heteroptera: Tingidae: Tinginae): Ontogenetic Features of Integumentary Structures Highlighted. *Zootaxa,* 3613 (3): 289–296. doi: https://doi.org/10.11646/zootaxa.3613.3.7

Guilbert, E. (2001). Phylogeny and Evolution of Exaggerated Traits Among the Tingidae (Cimicomorpha, Heteroptera). *Zoologica Scripta*, 30: 313–324.

Habeck, D.H., Mead, F.W. & Fasulo, T.R. (2001). *Lantana Lace Bug, Teleonemia scrupulosa Stål (Insecta: Hemiptera: Tingidae)*. Web Adresi: https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN514/IN514-Dwjo60i1q2.pdf., Erişim Tarihi: Aralık 2021.

Harley, K.L.S. & Kassulke, R.C. (1971). Tingidae for Biological Control of *Lantana camara* (Verbenaceae). *Entomophaga,* 16: 389-410.

Holm, L.G., Pancho, J.V., Herberger, J. P. & Plucknett, D.L. (1991). *A Geographical Atlas of World Weeds*. New York, USA; John Wiley & Sons Publishing Company, pp.391.

Howard, R.A. (1989). *Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands. Dicotyledoneae*. Harvard University, Jamaica Plain, Vol. 6. Arnold Arboretum, MA., pp. 658.

ISSG (2021a). *Global Invasive Species Database, Species profile: Ligustrum sinense*. Web Adresi: http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Ligustrum+sinense, Erişim Tarihi: Kasım 2021.

ISSG (2021b). *Global Invasive Species Database, Species profile: Solanum mauritianum*. Web Adresi: http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Solanum+mauritianum, Erişim Tarihi: Kasım 2021.

ISSG (2021c). *Global Invasive Species Database, Species profile: Cirsium arvense*. Web Adresi: http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Cirsium+arvense, Erişim Tarihi: Kasım 2021.

King, A.M., Williams, H.E. & Madire, L.G. (2011). Biological Control of Cat's Claw Creeper, *Macfadyena unguis-cati* (L.) A.H.Gentry (Bignoniaceae), in South Africa. *African Entomology,* 19(2): 366-377. doi: https://doi.org/10.4001/003.019.0213

Kumar, R., Katiyar, R., Kumar, S., Kumar, T. & Vijay, S. (2016). *Lantana camara*: An Alien Weed, Its Impact on Animal Health and Strategies to Control. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences,* Volume 4(3S): 321-337. doi: http://dx.doi.org/10.18006/2016.4(3S).321.337

Lamp, W.O. & McCarty, M.K. (1982). Observations of *Corythucha distincta* (Hemiptera: Tingidae) on Platte Thistle in Nebraska. *Journal of the Kansas Entomological Society*, Vol. 55(1): 34-36.

Meyer, J.Y. (2000). Preliminary Review of the Invasive Plants in the Pacific Islands (SPREP Member countries). In: Sherley, G. (Ed). *Invasive Species in the Pacific: A Technical Review and Draft Regional Strategy*. South Pacific Regional Environment Programme, Samoa. pp. 85-114.

Montemayor, S. & Coscaro´n, M.D.C. (2005) List of Argentinean Tingidae Laporte (Heteroptera) With Their Host Plants. *Zootaxa*, 1065, 29–50.

Muniappan, R., Reddy, G.V.P & Raman, A. (2009). *Biological Control of Tropical Weeds Using Arthropods*. Cambridge University Press, New York, pp. 509.

Olckers, T. (2009). *Solanum mauritianum* Scopoli (Solanaceae). In R. Muniappan, G. Reddy, & A. Raman (Eds.), *Biological Control of Tropical Weeds Using Arthropods* (pp. 408-422). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511576348.020

Olckers, T. (2011). Biological Control of *Solanum mauritianum* Scop. (Solanaceae) in South Africa: Will Perseverance Pay Off?. *African Entomology,* 19: 416–426.

Önder, F., Karsavuran, Y. & Tezcan, S. (1993). Yabancı Ot Savaşında Potansiyel Öneme Sahip, Türkiye Heteroptera Faunası Üzerinde Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni,* 33(1): 15-22.

Paolini, A., Tronci, C., Lecce, F., Tozlu, G., Cristofaro, M. & Smith, L. (2006). Preliminary Biological Notes and Host Specificity Bioassays of *Tingis grisea* Germar (Heteroptera: Tingidae), a Potential Biological Control Agent for *Centaurea solstitialis* L. *VIII. European Congress of Entomology, September 17-22, 2006, İzmir-Turkey*, p 149.

Paolini, A., Tronci, C., Lecce, F., Hayat, R., Di Cristina, F., Cristofaro, M. & Smith, L. (2007). A Lace Bug as Biological Control Agent of Yellow Starthistle, *Centaurea solstitialis* L. (Asteraceae): an Unusual Choice. *XII International Symposium on Biological Control of Weeds, 22-27 April 2004, La Grande Motte, France*, pp. 189-194.

Patrick, K. & Olckers, T. (2014) Influence of Shade on the Persistence of *Gargaphia decoris* (Tingidae), a Biological Control Agent of *Solanum mauritianum* (Solanaceae) in South Africa. *African Entomology*, 22(4): 891-895. doi: https://doi.org/10.4001/003.022.0423

Péricart, J. (1983). *Hémiptéres Tingidae Euro- Méditerranéens*. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Faune de France, V. 69: 626 pp.

Pilipavičius, V. (2015). *Weed Biology and Control*. AvE4EvA MuViMix Records, pp. 134.

Reinert, J.A., George, S.W., Mackay, W.A. & Davis, T.D. (2006). Resistance Among Lantana Cultivars to the Lantana Lace Bug, *Teleonemıa scrupulosa* (Hemıptera: Tingidae). *Florida Entomologist,* 89(4): 449-454. doi: http://dx.doi.org/10.1653/0015-4040(2006)89[449:RALCTT]2.0.CO;2

Schaefer, W.C. & Panizzi, A.R. (2000). *Heteroptera of Economic importance*. CRC Press, Washington D.C., 824 pp.

Simelane, D.O & Matala, P. (2005). Suppression of Growth and Reproductive Capacity of the Weed *Lantana camara* (Verbenaceae) by *Ophiomyia camarae* (Diptera: Agromyzidae) and *Teleonemia scrupulosa* (Heteroptera: Tingidae). *Biocontrol Science and Technology,* 15(2): 153-163.

Smiglak-Krajewska, M. & Wojciechowska-Solis, J. (2021). Consumer versus Organic Products in the COVID-19 Pandemic: Opportunities and Barriers to Market Development. *Energies*, 14, 5566. doi: https:// doi.org/10.3390/en14175566

Sparks, H.E. (1999). The initiation of a Biological Control Programme Against *Macfadyena unguis-cati* (L.) Gentry (Bignoniaceae) in South Africa. *African Entomology Memoir,* No 1: 153-157.

Swarbrick, J. T. & Skarratt, D.B. (1994). *The Bushweed 2 Database of Environmental Weeds in Australia*. Web Adresi; https://catalogue.nla.gov.au/Record/431472, Erişim Tarihi; Aralık 2021.

Sun, M. & Ritland, K. (1998). Matin System of Yellow Starthistle (*Centaurea solstitialis*), a Successful Colonizer in North America. *Heredity,* 80: 225-232.

UFIFAS (2021). Cat's-claw Vine, Univesity of Florida Center for Aquatic and Invasive Plants. Web Adresi: https://plants.ifas.ufl.edu/plant-directory/dolichandra-unguis-cati/. Erişim Tarihi: Aralık 2021.

Uygur, S., Smith, L. & Bozdoğan, O. (2004). *Centaurea solstitialis* L. (Sarı Peygamber Çiçeği)'nin Doğal Düşmanları ve Bunlar İçerisinde *Ceratapion* Türlerinin (Coleoptera: Apionidar) Önemi. *Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi, 08-10 Eylül 2004, Samsun-Türkiye*, Sayfa 53.

Williams, H., Neser, S. & Madire, L.G. (2008) Candidates for Biocontrol of *Macfadyena unguis-cati* in South Africa: Biology, Host-ranges and Potential Impact of *Carvalhotingis visenda* and *Carvalhotingis hollandi* Under Quarantine Conditions. *BioControl,* 53: 945–956.

Zhang, Y., James, L.H. & Sun, J. (2008). Survey for Potential Insect Biological Control Agents of *Ligustrum sinense* (Scrophulariales: Oleaceae) in China. *The Florida Entomologist,* 91 (3): 372-382.

Zhang, Y., James, L.H., Horn S., Braman, S.K. & Sun, J. (2011). Biology of *Leptoypha hospita* (Hemiptera: Tingidae), a Potential Biological Control Agent of Chinese Privet. *Annals of the Entomological Society of America,* 104(6): 1327-1333. doi: http://dx.doi.org/10.1603/AN11042

Bölüm 15

KIRSAL ALANDA KAHVEHANELER

Esen ORUÇ[1]
Aysel ERGÜN

1 ***Yazarlar:***
Doç. Dr. Esen ORUÇ
Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, TOKAT
ORCİD İD: 0000-0002-0147-2742
Aysel ERGÜN
Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, TOKAT
ORCİD İD: 0000-0003-0784-6298

Sosyalleşmenin geniş ve kapsamlı bir kelime olması sebebi ile tanımlamasının yapılması oldukça zordur. Fakat çok genel bir tanımlama yapılacak olursa bireyin doğumundan ölümüne kadar geçen yaşam süresi boyunca, var olduğu toplum içinde kendine ait bir rol edinmesi ve bu rolü devam ettirme süreci sosyalleşme olarak tanımlanabilir (Yağmur ve İçigen, 2016). Bir topluma ait örf, adet, gelenek, görenek, düşünce yapısı, inanç, kültür ve daha bir sürü şey sosyalleşme ile öğrenilir (Yetim, 2000). Yani birey ait olduğu toplumun sosyal ve kültürel yapısını sosyalleşme ile öğrenir ve bir sonraki kuşağa aktarılmasına katkı sağlar. Sosyalleşme topluma uyum sağlama ve toplum içerisinde bir görev edinmedir (Şahin ve Özçelik, 2016).

İnsanoğlunu diğer varlıklardan ayıran önemli özelliklerinden biri tek başına yaşayamamasıdır (Yılmaz, 2013). Diğer insanlarla ilişki kurmadan bir hayat sürdürmesi mümkün değildir. Aile kurması, çevre edinmesi ve toplumun bir parçası olma çabası yaşamsal bir gerekliliktir. Bireyler fiziksel ve güvenlik ihtiyaçlarını karşılamalarının ardından sosyalleşmeye ihtiyaç duyarlar (Kula ve Çakar, 2015).

Sosyalleşme sürecine paralel olarak insanlar toplumdaki diğer bireylerle bir arada bulunabilme, sohbet etme, eğlenme, vakit geçirme gibi pek çok nedenle mekânlar oluşturmuştur. İnsanoğlunun var oluş tarihi boyunca ilk kamusal sosyal mekân, kahvehaneler olarak bilinmektedir. 17. ve 18. yüzyıllarda, Fransa'da salonlar, İngiltere'de kahvehaneler ve Almanya'da okuma odaları kamusal alanın başlangıçtaki kurumları olmuştur (Sankır, 2010; Yeğen, 2013). Osmanlı Devleti'nde kamusal alanların ilki kahvehanelerdir (Nalbant, 2016).

Kahvehaneler

Kahvehanelerin ortaya çıkış sebebi kahve içeceğidir. Bu nedenle kahve bitkisinden biraz söz etmek gerekir. Kahve öncelikle Habeşistan'da ortaya çıkmış daha sonra Yemen'e ulaşmasıyla İslam Dünyası kahve ile tanışmıştır. Kahve Osmanlı topraklarına ilk olarak 16.yüzyılın ortalarında İstanbul'dan girmiştir (Tunç, 2014). Tüccar olan Halepli Hakem ve Şamlı Şems Tahtakale'ye kahveyi getirmiş ve bir kahvehane açarak içeceğinin tanınıp, yaygınlaşmasını sağlamışlardır (Emeksiz, 2009).

Kahvehaneler adından anlaşılacağı gibi insanların bir araya gelerek kahve içtikleri mekânlardır. Önemli bir sosyal mekân olan kahvehaneler, Türk toplumunun kültürel hayatında güçlü bir yere sahiptir (Ulusoy, 2011). Özellikle orta ve alt sınıfa hitap ettiği, bu sınıfların sosyal ve siyasal yaşamlarına güçlü etkilerinin olduğu öne sürülmektedir (Sami, 2001). Kahvehanelerin bugüne kadar geçirdiği sürece değinen çalışmalarda, bu oluşumun uzun bir tarihsel geçmişe sahip olduğu ifade edilmektedir. Bu tarihsel geçmişin 400 yılı aşkın sosyal ilişkiler bütünlüğüne karşılık

geldiği bilinmektedir. Bu uzun zaman sürecine bağlı olarak, kahvehane olgusu Anadolu topraklarındaki ilk kamusal sosyal mekân olarak değerlendirilmektedir (Çağlayan, 2012). Mekânsal anlamda kahvehaneler henüz kurumsallaşmasını tamamlamadan önce, insanların belli durumlarda bir araya gelmek amacıyla kutsal mekânları (cami, kilise v.b.) kullandıkları belirtilmektedir. Ancak kutsal mekânlara atfedilen değerler, insanların kendi aralarında rahatça hareket edebilmelerine bir sınırlama getirmiştir. Buna karşın kahvehaneler, insanlar arası ilişkilerde tüm fiziki engelleri ortadan kaldırmıştır (Sami,2001).

Tunç (2014) çalışmasında, farklı gruplara hitap eden farklı özelliklerde kahvehaneler mevcut olduğundan bahsetmektedir. Mahalle, esnaf, âşık, balıkçı, semai, yeniçeri, meddah kahvehaneleri gibi pek çok kahvehane çeşidi oluşturulmuştu. Kahvehaneler zamanla edebiyat, sanat, siyaset ve ekonominin merkezi haline gelmiştir. Osmanlı döneminde her kahvehanenin kütüphanesi olmasına dikkat edildiği, bu mekânlarda ilim öğrenme, kitap okuma ve ticaret gibi eylemlerin gerçekleştiği ifade edilmektedir (Baday, 2011).

Kahvehaneler toplumun büyük çoğunluğunu oluşturan orta ve alt sınıfa hitap eden sosyal mekânlar olması sebebi ile zamanla yayılıp çoğalmış ve toplumsal yapının değişmesine katkıda bulunmuştur. Örneğin, gazetelerin ortaya çıkmasının kahvehanelerin geniş halk kitleleri tarafından benimsenmesine neden olduğu, kahvehanelere gelen gazetelerin, elden ele okunmaya başlandığı, okuma yazma bilmeyenlere de yüksek sesle okunan gazetelerin, günlük haberlerin halk tarafından öğrenilmesini sağladığı belirtilmektedir (Deniş, 2011). Bunun gibi, kendisine kahvehanede yer bulan bir başka büyük yenilik olan radyo, yine kahvehaneler aracılığıyla halka tanıtılmış ve geniş kitlelere ulaşmıştır. Gramofonun kahvehanelerde yayılması ile birlikte kahvehaneler halk için bir eğlence merkezi haline gelmiştir (Çağlayan, 2012). Ayrıca şairlerin sanatlarını icra ettikleri mekânlar olmuş ve şairlerin halkla buluşmasını sağlamıştır (Balkaya, 2013). Toplumun profilini oluşturan birçok değer ve yargının ileriki dönemlere aktarılmasında kahvehaneler ciddi katkılarda bulunmuştur.

Kahvehaneleri diğer mekânlardan ayıran en önemli özelliklerden bir tanesi uzun bir tarihsel geçmişe sahip olması ve halen varlığını sürdürmesinin yanı sıra, en yaygın olarak bulunan toplumsal mekânlar olmasıdır (Aktaş, 2011). Zaman içerisinde meydana çıkan yeni mekânlar kahvehanelerin özelliklerini taşıyamamış ve yerine geçememiştir (Deniş, 2011). Kahvehaneler diğer sosyal mekânlara kıyasla daha birleştirici ve kaynaştırıcı, aynı zamanda daha ekonomik mekânlardır.

Kent bazlı yaygınlaşmanın yanı sıra, kırdan kente göç hareketiyle birlikte, kır kökenli insanların kentlerde hem şehri kahvehaneleri oluşturdu-

ğu ifade edilmektedir. Bu şekilde Türkiye'de yaşanan hızlı şehirleşmeyle kahvehanelerin etkinliklerini yitirmediği, göç dalgası ile farklı bir forma büründüğü belirtilmektedir (Deniş, 2011). Özellikle, gecekondu/varoş muhitlerindeki kahvehaneler, bir tür kırsal kültürün yeniden üretildiği, köyün ve köysel sorunların konuşulduğu, kente iktisadi/sosyal adaptasyon sağlama yönünde dayanışmacı ilişki ağlarının geliştirildiği mekânlar olarak anlatılmaktadır (Aytaç, 2005).

Literatürde yer alan bilgilere göre, ilk olarak kentte başlayan kahvehane kültürü, belli bir gecikmeyle köylere de ulaşmış, böylece kahvehaneler toplumun her kesimini saran bir değiştirme, dönüştürme ve kamuoyu oluşturma işlevini yerine getirmiştir (Çağlayan, 2012). Kentsel ve kırsal alanlarda etkinliğini çok eski çağlardan beri sürdüren kahvehaneler, toplumsal yaşamda vazgeçilmeyecek bir şekilde yerini almıştır.

Kahvehanelerde sanat, edebiyat, bilim, spor, siyaset, eğitim, din gibi pek çok konu konuşulup tartışılmaktadır. Kahvehanelerin olumlu etkilerinin yanında, zaman öldürme, aile ile ilgilenmeme, daha fazla argo kelime kullanma, kumara benzer oyunlar oynama gibi olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Bu mekânlar bugün kültürel aktarım, haberleşme ve oyun oynama gibi birbirlerinden farklı birçok fonksiyonu yerine getirmektedir (Şahbaz,2007).

Köy Kahvehaneleri

Gelişen dünya sayesinde şehirlerde olan ilerlemeler kişilerin sosyalleşme imkânlarını da arttırmıştır. Kentlerde sayısı her geçen gün artan alışveriş merkezleri, sinemalar, spor salonları, eğlence merkezleri, kafeler ve kahvehaneler gibi sayılabilecek pek çok sosyal mekân bulunmaktadır. Tüm bunlara karşın, kırsal alan insanının yaşadığı yerde sosyal etkinlikler gerçekleştirmesi oldukça zor, buna imkân sağlayacak mekânlar son derece kısıtlıdır. Kırsal alanda sınırlı olan sosyal paylaşım alanlarının başında köy kahvehanesi gelmektedir ve bu sınırlılık kahvehaneleri köylerde daha farklı bir öneme kavuşturmaktadır. En eski sosyal mekânlardan biri olan kahvehanelerin bile her köyde bulunmadığı görülmektedir. Metropol olarak tanımlanan büyük ve kalabalık kentlerdeki kadar seçeneğe sahip olamayan kırsal kesimler için kahvehane, önemli bir eğlenme ve boş vakit geçirme aracı konumunda bulunmaktadır (Şahbaz, 2007). Yukarıda da söz edildiği gibi toplumda bazı gelişmelerin takip edilmesi ve yaygınlaşması konusunda da kahvehaneler köylerde çok daha etkin rol üstlenmiş, gazete, radyo, televizyon ve diğer iletişim araçlarının ve bu araçlar yoluyla gerçekleşen bilgi yayılımının belki de çoğu kez birincil mekânları olmuştur (Deniş, 2011; Çağlayan, 2012).

Bu durumun köy açısından önemi, avantajları ve dezavantajları araştırılmayı gerektiren konulardır. Ancak yukarıda yer verilen çalışmalar-

da da değinildiği gibi, kahvehanenin olumsuz bazı etkilerinin yanı sıra işlevsel boyutları da vardır. Kahvehanelerin haberleşmeye aracılık eden bir kurum olduğu ifade edilmektedir ki, bu işlev köy ortamı için önem taşımaktadır (Şahbaz, 2007).

Yöreye, yörenin kültürüne, köye, köydeki nüfusun özelliklerine göre kahvehanelerde konuşulan konular değişiklik gösterebilmektedir. Ancak kırsal alanların merkezi olan köy kahvehanelerinde siyaset, spor, ekonomi, edebiyat, bilim, sanat gibi birçok konu konuşulup tartışılmaktadır. Köylerin tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak gerçekleştirildiği yerler olması sebebiyle köy kahvehanelerinde tarımsal sorunlar konuşulmakta, tecrübe sahiplerinin fikirleri alınarak çözümler üretilmeye çalışılmaktadır. Özellikle kırsal alanlar gibi sınırlı sosyalleşme imkânına sahip yerlerde kahvehaneler, pek çok işlevinin yanı sıra ilgiye ihtiyaç duyulan konuların konuşulduğu yerler olması açısından, yetişkinler için bir nevi hayat okuludur.

Köy kahvehaneleri genellikle köyün merkezi sayılabilecek konumda yerleşmiştir. Şehir merkezlerinde topluma hizmet sunan birden çok sosyal mekân olmasına rağmen kırsal alanda kahvehaneye alternatif bir başka sosyal mekân görülmemektedir. Kırsal alanlarda eğlence ve sosyal aktivite mekânlarının eksikliği özellikle kırsal alan gençlerini kentlere akın etmeye iten kültürel bir faktör olarak gösterilmiştir (Toroğlu, 2007).

Kıraathaneler

Gerçek manada kıraathane özelliği taşıyan ilk kıraathanenin 1864 yılında İstanbul'da açıldığı ifade edilmiştir. İlk kıraathanelerin Babıali-Beyazıt civarında açılmış olması bu mekânlara aydın-bürokrat ve aydın kesimin ihtiyaç duyduğu söylenmiştir. (Evren 1996).

Kahvehanelerin Osmanlı ve Cumhuriyetin bazı dönemlerinde aylaklık mekânları olarak dikkat çekmeye başladığından söz edilmiştir. İttihatçıların zararlı olarak gördükleri bu mekânların dönüştürülmesi için isim olarak kıraathaneyi (yani eğitsel boyutu) kullandıkları söylenmiş ve II. Meşrutiyet'in ilanından sonra kahvehane ismini yasaklayıp kıraathane ismini yaygınlaştırmak istedikleri ifade edilmiştir (Ayvazoğlu, 2012).

Kıraathaneler ile kahvehaneler mekânsal olarak birçok benzerliği bünyesinde barındırsa da, aralarında işlevsel olarak farklılıklar bulunmaktadır (Tutal, 2014). Kıraathanelerde kahvehaneler gibi çeşitli içeceklerin tüketilip sohbet edildiği mekânlardır. Kıraathane "okuma yeri" anlamına gelmektedir. Bu iki mekân arasındaki önemli özelliklerden biri kıraathanelerin kitap okumaya imkân sağlayan mekânlar olmasıdır. Bu mekânlarda gazete ve kitaplarında satıldığı söylenmektedir. (Birsel, 1983). Ayrıca Ediz çalışmasında bahsedilen dönemde, kıraathanelerin yazarların ilham gelmesini beklediği mekânlar olduğundan ve bu mekânlarda konuş-

ma, konferans, sinema gibi bazı etkinliklerin yapıldığından söz etmiştir (Ediz, 2008).

İstanbul'un kültür, sanat ve edebiyat hayatına yön veren pek çok önemli kıraathane olduğu ifade edilmiştir. Bunların Sarafim Kıraathanesi, Küllük Kıraathanesi, Marmara Kıraathanesi, Acemin Kahvesi, Adliye Kıraathanesi, İhsan Kıraathanesi, İkbal Kıraathanesi, Fevziye Kıraathanesi, Eftalikus Kahvesi vb. İstanbul'un kültür dokusunda çok önemli yeri olan kahvehanelerden bazıları olduğu söylenmiştir (Yıldız, 2015).

Bakırköy'ün en çok tanınan kıraathanesinin Bakırköy İstasyonu'nun yanında bulunan Herant Efendi'nin Kıraathanesi olduğu ve tanınmış edebiyatçılardan Cenap Şahabettin'in özellikle bu mekânda bilardo ve dama oynadığından bahsedilmiştir (Canatak, 2012).

Toplum, Kırsal Toplum ve Kahvehaneler Üzerine Bazı Çalışmalar

Kahvehaneler kırsal yapılanma içerisinde en yaygın kabul görmüş sosyal mekânlardır. Türkiye'nin batısından, doğu, güneydoğu, kuzeyine hemen her bölgesinde kahvehane yapılanmasını görmek mümkündür. Bölgelerin gelişmişlik ve kültür farklılıklarının kahvehaneleri de biçimlendirdiğini, genel görünüm itibarı ile benzerlik gösterse de, detaylarda toplumsal yapıya göre farklılaşmaların ortaya çıktığını söylemek mümkündür. Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde yapılmış olan çalışmalarda, kahvehane kültürüne ilişkin sonuçlara değinilmekte, bu sonuçlar çalışmaların yapıldığı bölgelerdeki sosyal yapıya ait ipuçları vermektedir.

Kırımlı (2006) Karadeniz köyleri üzerinde yaptığı çalışmada, kahvehanelerin köylerde yer alan çok sınırlı ticari üniteler arasında bakkallardan sonra ikinci sırada yer aldığını ortaya koymaktadır. Karadeniz kültüründe oldukça ayrı bir önemi olan kahvehaneler, çalışmada erkeklerin toplanıp sohbet ettiği, televizyon izlediği, gazetelerin gözden geçirildiği yerler olarak ifade edilmiştir. Bunların yanı sıra, bu mekânların berber salonu, posta dağıtım merkezi gibi işlevleri olduğundan da söz edilmektedir.

Yıldız (2003), "Kahvehanelerin Günümüz Toplumundaki Fonksiyonları" isimli çalışmasında, kahve ve kahvehane olgularını kapsamlı bir şekilde ele almış ve incelemiştir. Çalışmada kahvehanelerin ortaya çıkışından, yayılıp çoğalmasından ve toplum hayatındaki pek çok işlevinden bahsedilmiştir. Kahvehanelerin sohbet edilen mekânlar olmalarının yanı sıra, musiki dinlenilen, şiir ve kitap okunan, aydınların tartışmalarının gerçekleştiği ve birtakım eğlencelerin yapıldığı yerler olduğundan söz edilmiştir. Çalışmada, İslam ülkelerinde kahvehanelerin yayılıp çoğalmasındaki önemli sebeplerden birinin kahvehanelerin dinsel yasaklamaların kapsamı içinde yer almaması olduğu belirtilmiştir. Bugün ise kahvehanelerin, kötü alışkanlıkların kazanılmaya başlandığı ve zamanın bilinçsizce

kullanıldığı mekânlar konumunda olduğundan söz edilmiştir. Çalışmada kahvehanelerin bu olumsuz yönleri karşısında tedbir alınmaması sonucunda ortaya çıkan durum toplumsal hastalık olarak belirtilmiştir. Kahvehanelerin ilk ortaya çıktığı yıllardaki fonksiyonlarını kısmen de olsa günümüzdeki çay ocakları ve çay bahçelerinin gerçekleştirdiği ifade edilmiştir. Proje kapsamında kahvehanelerin günümüz toplum hayatındaki fonksiyonlarının belirlenmesi amacıyla Diyarbakır ilinde 200 kahvehaneye ulaşılarak 800 kişi ile anket çalışması yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; kahvehaneye gidenlerin yarısının 21-30 yaş arasındaki bireylerden oluştuğu belirlenmiştir. Meslek olarak ise öğrenci, serbest meslek, işçi ve esnaf gruplarının çoğunlukta olduğu saptanmıştır. Çiftçilikle uğraşanların oranı ise %2,4'tür. Ankete katılanların yaklaşık üçte birlik bir kısmının her gün kahvehaneye gittiği belirlenmiştir. Kahvehanede vakit geçirme sürelerinin %30,1'nin 1-2 saat arası , %42,4'ünün 3-4 saat arası olduğu saptanmıştır.

Yağbasan, Ustakara (2008), "Türk Toplumunda Kahvehane ve Kafelerdeki İletişimsel Ortamı Belirlemeye Yönelik Bir Alan Araştırması (Gaziantep İli Örneği)" isimli çalışmalarında, kahvehane ve kafelerin Türk toplumunun kültürel ve sosyal hayatındaki yerinden ve öneminden bahsetmiş, bu mekânların işlevselliğinin belirlenmesi amacıyla anket çalışması yapmışlardır. Araştırma kapsamında, Gaziantep İlinin Şehitkâmil ve Şahinbey ilçelerinde kafe ve kahvehanelerde bulunan 15 yaş üstü 400 birey ile görüşülmüştür. Kafeye ve kahvehaneye gidenlerin bu mekânları tercih etmelerindeki ilk nedenin eğlence veya stresten kurtulmak olduğu ifade edilmiştir. Kahvehanelerde en çok futbol ve siyaset konuşulurken, kafelerde ise duygusal konuların ve futbolun en çok konuşulan konular arasında olduğu belirlenmiştir.

Ustakara ve Burhan (2017) yine Gaziantep'te yaptıkları bir diğer araştırmada kahvehanelerin iletişim açısından özelliklerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Araştırmada, Gaziantep kent merkezinde 11 farklı kahveden 457 kişi ile görüşmüşlerdir. Çalışma sonucunda elde ettikleri bulgular üzerine yaptıkları değerlendirmede, kahvehanelerin sadece erkeklerin, erkekler arasında da orta yaş grubunda, evli, çocuklu olanların ağırlıklı olarak tercih ettiği mekânlar olarak ifade edilmiştir. Çalışmada, kahvehanelerin sosyal niteliklerine ve psikolojik etkilerine değinilmektedir. Araştırma sonucunda yer verilen değerlendirmelerden, kahvehane müdavimlerinin kendilerini bu mekânda rahatlamış hissettikleri, bireylerin çeşitli konularda fikir alış verişlerinden etkilendikleri, buradaki tartışma ya da sohbet ortamlarının kişiler üzerinde etkileri olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca kendini ifade etme anlamında da kahvehanelerin önemli iletişim mekânları olduğu sonucuna varılmaktadır.

Osmanlıdan bu yana kahvehane ve kafelerin en temel kamusal ve top-

lumsal mekânlar olduğunu ifade eden Sevinç (2013), Osmanlı toplumunun yapısına ve aynı zamanda çağın yapısına da çok uygun olan kahvehanelerin zaman içerisinde pek çok ihtiyacı karşılayan sosyal mekânlar olduğundan bahsetmiştir. Cumhuriyet döneminde kahvehanelerin varlığını sürdürmenin yanı sıra modern dönüşümlerden de geçtiği belirtilmiştir.

Deniş (2011), "Osmanlı ve Cumhuriyet Döneminde Kahvehaneler: Sosyal ve Siyasal Yaşamın İncelenmesi" konulu çalışmasında, kahvehanelerin ortaya çıkma serüvenine değinmiştir. Osmanlı ve Türkiye Cumhuriyeti dönemi ele alınarak bu dönemlerde kahvehanelerin sosyal ve siyasal etkilerini dönem dönem inceleyen Deniş, kahvehanelerin kahve içilen mekân boyutunun ötesine geçtiğini ifade etmiştir.

Kızılaslan ve Ünal (2013), üreticilerin tarımsal yayım konusunda farkındalıklarını belirlemek amacıyla Tokat ili Erbaa ilçesine bağlı 8 köyde 67 kişi ile anket yapmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, çiftçilerin tarım yayımcıları ile görüşme yerlerinin ilk olarak ilçe tarım müdürlükleri, daha sonra köy kahvehaneleri olduğu belirlenmiştir.

Köy kahveleri ayrıca üreticilerin birbirlerine tarımsal konularda bilgi aktarımında bulundukları yerler olarak bilinmektedir. Tarımsal bilginin yayılması açısından oldukça önemli olan çiftçiden çiftçiye bilgi akışı, tarımsal yayım kapsamında "Yatay İletişim" olarak adlandırılmaktadır. Aynı sosyal statüye yani benzer mesleklere sahip eşitler arasında mesaj alış verişi olarak tanımlanan yatay iletişim, çiftçi ile çiftçi arasında gerçekleştiğinde tarımsal bilginin yayılmasına hizmet etmektedir. Yatay iletişim samimi, sorunların paylaşılmasını ve çözümünü kolaylaştıran bir sosyal etkileşim sürecidir (Demiryürek, 2015).

Ulusoy (2011), çalışmasında, Türk toplumunun yaşamı içinde kahve ve kahvehane kültürünün önemli bir yere sahip olduğundan bahsetmiştir. Ulusoy sosyal çevre eğitimi sürecini etkileyen bir mekân olarak nitelediği kahvehane kültürü üzerine değerlendirmeler yapmak için anket çalışması yapmıştır. Adıyaman ve Mersin illerinde 313 kişi ile yapılan anket çalışmasının sonuçlarına göre; kahvehanelerde güncel, sosyo-ekonomik ve kültürel konularda sohbetler, etkinlikler ve faaliyetler yapılmaktadır. Ankete katılım sağlayanların yaklaşık üçte birlik bir kısmı kahvehaneye her gün gitmektedir. Büyük çoğunluğun kahvehaneye gitme sebebinin oyun oynamak olduğu tespit edilmiştir. belirlenmiştir. Sonuçlara göre, görüşülen bireyler kahvehanelerde toplumsal sorunlara çözümler üzerine konuşmaların yapıldığını düşünmektedirler. Araştırmaya göre, kişilerin yarıya yakını kahvehanede gazete okumamaktadır. Önemli sonuçlardan biri de katılımcıların büyük çoğunluğunun kahvehanelerin insanlara genel kültür kazandırdığı düşüncesinde olmasıdır.

Yeniçeri (2002), "Muğla İl Merkezinde yaptığı çalışmada devlet memuru olan 94 kişi ile anket görüşmesi gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda ankete katılanların ancak %11,3'ünün kahvehanede vakit geçirdikleri ortaya konmuştur. Görüldüğü gibi kahvehane toplum içinde yaygınlığı da çeşitli yörelere göre değişim göstermektedir.

İzmir kahvehane kültürü üzerine yapılan çalışmada, öncelikle genel anlamda kahvehanelerin başlangıcı ve Osmanlı İmparatorluğu'ndan bugüne kadar gelişimi tarihsel bir akış içerisinde ortaya konulmuştur. Bunun sonrasında kahvehanelerin İzmir dokusu içerisindeki özellikleri aktarılmıştır. İzmir kahvelerinin buraya özgü oluşu öne çıkarılmakta, bu mekânların kent dokusu içerisinde çeşitlenmesinden ve farklı işlevlerinden söz edilmektedir. Kahvehanelerin sokaklar gibi, Tütüncüler Kahvesi, Deveciler Kahvesi, Hamallar Kahvesi gibi uzmanlık adlarıyla anıldığı ifade edilmektedir. Çalışmada kıraathaneler ayrıca ele alınmakta ve kıraathaneler aydınların bir araya gelerek süreli yayınları takip ettiği, yeni eserleri inceleme fırsatı bulduğu, ülkenin siyasi ve kültürel ortamına ilişkin fikir alış verişinin yapılabildiği mekânlar olarak tanımlanmaktadır (Gedikler ve Tekin, 2019).

Kahvehanelerin orman köyleri ve köylüleri açısından daha farklı konumlanması mümkündür. Orman köylerinin diğer köylere göre biraz daha izole olması, tarımsal aktivitelerin ve gelirin sınırlı kalması, günlük rutinleri ve yaşam düzenini de etkilemektedir. Orman köylüleri Türkiye'de halen en yoksul kesimlerden biri olarak bilinmektedir. Artvin İlinin 15 orman köyünde yüz hane halkı temsilcisi ile yapılan anket çalışması sonucu elde edilen bulgulara göre, araştırma kapsamına giren orman köylerinde görüşülen bireylerin boş zamanlarda yaptıkları ilk üç aktiviteden biri kahvehaneye gitmektir. Diğer iki aktivite ise TV seyretmek ve komşu ziyaretidir (Toksoy ve ark. 2008).

Köy Çevresel Düzeni ve Kahvehaneler

Kimi çalışmalar kahvehaneleri, köy mimarisi bakış açısından ele almaktadır. Köy kahvehaneleri yapı olarak köy çevre düzeni içerisinde yer bulmuş bir mekândır. Kırsal mimari ve çevresel dokuyu ele alan çalışmalarda kahvehaneler bu yapılanmanın bir parçası olarak ele alınmaktadır (Erdem, 2012; Öğdül ve ark. 2018; Çakan, 2019; Gökalp, 2019; Boğaziçi Yakut, 2019).

"İznik Hisardere Köyü'nde Kırsal Mimarinin Korunması ve Sürdürülebilirliği" başlıklı çalışmada da, köy kahveleri yerleşim düzeninin ve sosyal yaşamın bir parçası olarak kısa geçişlerle değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda köy meydanında bulunan kahvehane binasının düzenlenmesi önerilmiştir. Binanın yıkılarak yerine geleneksel dokuya uyumlu olacak şekilde düzenlemesi tavsiye edilmiştir (Çakan, 2019). Bu çalışmada öne-

rildiği gibi, köy kahvelerine estetik bir görünüm kazandırılmasıyla, kırsal gelişime görsel bir katkı sağlayabilir. Ayrıca, bu düzenlemelerin görünümle birlikte, mekân içindeki ortamı da etkilemesi, sosyal paylaşım ve geçirilen zamana nitelik kazandırabilmesi olasıdır.

Öğdül ve arkadaşlarının (2018) Erdek – Yukarıyapıcı'da yürütmüş oldukları çalışmada bu köy özelinde geliştirilen farklı mekânsal düzenleme araçları üzerinden, kırsal alanda planlama süreçlerine dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Köylerin yerleşim düzenleri ve çevresel unsurların planlı ve estetik boyutuyla birlikte şekillenmesinin, köylerin yaşanmak istenecek birimler olmasında etkili olacağı tahmin edilmektedir. Bugün için kırsal alan yerleşimleri için bu tür uygulamaların Türkiye'nin kırsal kalkınma çabalarının ötesinde kaldığı söylenebilir. Öğdül ve arkadaşları tarafından yürütülen çalışmada, köy kahvesi, köy ortak yapılarından biri olarak ele alınmış, bu mekânın kullanıma daha elverişli, mekânsal uyumu daha yüksek ve keyifli bir mekân haline getirilme yönünde öneriler geliştirilmiştir. Bu çalışmada, kadınlar için ortak kullanım alanlarından da söz edilmektedir. Kadınların sosyal ihtiyaçlarının karşılanması açısından, erkeklerin sahip olduğu kahvehane olanağının karşılığının tasarlanması düşüncesi, köy ve kahvehane konusuna yeni bir boyut kazandırmaktadır. Kırsal alanda kadınların sosyal açısından daha sınırlı olanaklara sahip olduğu başka çalışmalarda da dile getirilmektedir (Küçük, 2016; Aylan, 2019)

Kahvehanelerin, estetik açıdan daha özenli, elit, iç açıcı ve keyifli mekânlar haine gelmesi, mekânın iç kullanımında sosyal etkileşimi olumlu etkileyebileceği gibi, köy genel görünümü içerisinde oluşturacağı görünüm ve diğer köy ortak alan ve yapılarının da bu duruma eşlik etmesi, köylerin yaşam refahına artı değer oluşturabilir. Kent kahvelerinden ve tarihsel sürecinden söz edilirken kullanılan bazı ifadeler, kahvelerin toplum ve çevre açısından artı ya da eksi değer oluşturabileceğini ortaya koymaktadır (Gedikler ve Tekin 2019).

"Cumhuriyetin İlk Yıllarında Köycülük Tartışmaları ve Numune Köyler" başlıklı çalışmada, Cumhuriyet tarihinin ilk yıllarında gerçekleştirilmeye çalışılan "İdeal Cumhuriyet Köyü" planı kapsamında, oluşturulmaya çalışıldığı planlı örnek köylerden söz edilmektedir. Bu kapsamda önem verilen bir konulardan birinin kamusal mekânlar olduğu belirtilmektedir. Köy kahvesinin de yer aldığı bu mekânlar okul, cami, kooperatif, halkodası, köy müzesi, itfaiye, hamam, köy odası vb. şeklinde sıralanmaktadır. Bu dönemde kurgulanan planlarda kamusal donatılar açısından farklı görüşler olduğu belirtilmektedir. Abdullah Ziya Kozanoğlu'nun önerdiği yaşam biçimi içerisinde kahvehanelerin çok farklı bir tanımlama ve önemle yer bulduğu anlaşılmaktadır. Abdullah Ziya Kozanoğlu'nun köy kahvehanelerini "köylünün kütüphanesi, içtima yeri, sineması, kulübü daha doğrusu modern mabedidir" şeklinde tanımladığı belirtilmektedir.

Genel Değerlendirme

Kahvehane öncelikle kentlerde başlayarak, köylere yayılmış bir sosyal mekân olarak, asıl menşeinin köyler olduğu intibaını oluşturacak kadar köylerle bütünleşmiş bir unsur olmuştur. Kahvehane ortamı, çeşitli yönleriyle toplumsal gelişim açısından olumsuz eleştiriyi hak ediyor olsa bile, kırsal alanda varlığını tercih edilir yapan etkilere ve işlevlere sahiptir. Her şeyden önce, bölge ve gelişmişlik düzeyi fark etmeksizin köy toplumunca en geniş kabul gören ve yaygınlaşan sosyal mekân kahvehanelerdir. Bu mekânların sadece erkek nüfusa hizmet veriyor olması, köylerde sosyal olanaklar açısından kadınlar aleyhine bir durum oluşturmaktadır. Bu durum, kahvehanelerin köylerdeki varlığını tartışmaya açmaktan çok, öncesinde de söz edildiği gibi kırsalla bütünleşmiş bu sosyal mekânın kadın nüfusu memnun edecek bir karşılığının tasarlanması çözüme daha yakın görünmektedir.

Kahvehanelerin, sohbet ve sosyal etkileşim ortamı, televizyon izleme - radyo dinleme gibi aktivitelerde birliktelik, gazete okuma ortamı gibi temel işlevlerinin yanında, köy için çok daha geniş bir işlev yelpazesine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Tarımsal bilgi akışı konusunda kimi köyler için bir merkez görevini üstlendiği ifade edilebilir. Kahvehaneler, köye dışardan gelen tarım uzmanlarının ağırlandığı, tarımsal bilgilendirme toplantılarının yapıldığı, yatay yayım olarak adlandırılan üreticiden üreticiye bilgi akışının yoğun olarak yapıldığı mekânlardır. Bu açıdan tarımsal bilgi akış sisteminin dikkate alınmayan bir unsuru olarak değerlendirilebilir. Bunlar dışında, bazı köylerde kahvehanelerin posta şubesi gibi bir işlev üstlendiği, bazı köylerde berber olarak kullanıldığı, çalışmalarda verilen bilgilerden anlaşılmaktadır.

Diğer yandan, kahvehane sohbet ortamlarındaki içerik, tutum ve davranışların istenmeyen bir nitelikte olabilmesi, kahvehane alışkanlığının aşırılaştırılması sonucu etkin olmayan zaman kullanımı, sorumlulukların aksatılması ve aile birliğinin zarar görmesi, bazı kötü alışkanlıkların edinilmesine yol açabilmesi gibi olumsuzluklar kahvehaneleri tartışılır hale getirmektedir.

Kahvehanelerin bir yapı olması dolayısıyla mekânsal boyutu da bulunmaktadır. Bugün birçok köyde kahvehanelerin gösterişsiz, köy yapısı içerisinde uyum sağlamış, belirgin bir özellik göstermeyen yapılar olduğunu ifade etmek mümkündür. Buna karşın bu mekânların köylerin yerleşim düzeni ve çevresel estetik anlayış içinde planlı olarak geliştirilmesi, işlevsel ve görsel kazanımlar sağlayabilir. Bugün kırsal kalkınma çabaları kapsamında kırsal yerleşim düzeni ve estetiği henüz geniş kapsamlı yer bulmamış olsa da, köyün yaşam ortamı olarak gelişmesinde önemli ve olumlu etkiler oluşturacaktır.

Kahvehaneler, özetlenmeye çalışılan tüm yönleriyle kırsal alan için önemli mekânlardır. Bu kırsal yapı unsuru, kırsal alanın ve kırsal toplumun geliştirilmesi sürecinde dikkate alınmalı, paralel şekilde geliştirilmeye çalışılmalıdır. Kırsal bütünün bir parçası olarak ele alınasının yanı sıra, kırsal topluma ulaşmada aracı bir unsur olarak da değerlendirilmelidir. Kahvehanelerin kırsal nüfusun yerinde tutulmasında ve tarımsal üretimin gerçekleştirilmesinde etkinlik düzeyi ve etki yönünün araştırılması, bu konuda çözüm geliştirilmesinde önemli bir çıkış noktası oluşturabilir.

KAYNAKLAR

Aktaş, G. G. (2011), *Anadolu'da Toplumsal Yaşamın Mekânsal İzleri*, GSF Sanat ve Tasarım Dergisi, 55-68.

Aylan, F., K., Sarı Gök, H. ve Şalvarcık, S. (2019), *Kırsal Yoksulluğun Giderilmesinde Kadın Girişimciliğin Rolü: Lavanta Kokulu Köy Örneği*, Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 7 (2), 1271-1289.

DOI: 10.21325/jotags.2019.420.

Ayvazoğlu, B. (2012), *Kahveniz Nasıl Olsun? Türk Kahvesinin Kültür Tarihi*, 2. Basım, İstanbul: Kapı Yayınları.

Baday, Ö. M. (2011), *Modern Kent Mekanlarında Mahallenin Konumu*, (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

Balkaya, A. (2013), *Mekân Poetikası Bağlamında Âşık Kahvehaneleri ve Âşık Üzerinde Kimi Fonksiyonları*. International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic, Volume 8/1 Winter 2013, p.881-889, Ankara-Turkey.

Birsel, S. (1983), *Kahveler Kitabı*, Ankara: Türkiye İş Bankası Kültür.

Boğaziçi Yakut, A. (2019). *Terk Edilmekte Olan Kırsal Mimari Miras: Ödemiş - Karadoğan Köyü*, Sanat Tarihi Dergisi, XXVIII/1, Nisan, 2019, 119-137. Araştırma. DOI: 10.29135/std.491078.

Canatak, A. M. (2012), *Osman Cemal Kaygılı'nın Gezi Yazılarında Eski İstanbul'un Eğlence Mekânları*, TurkishStudies - International Periodical For The Languages, Literature And History Of Turkish Or Turkic, Volume 7/1 Winter 2012, P.611-630, Turkey.

Çağlayan, S. (2012), *Anadolu'nun İlk Kamusal Mekanı: Kahvehane*, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Güz.2012,S.29.

Çakan, M.R. (2019), *İznik Hisardere Köyü'nde Kırsal Mimarinin Korunması ve Sürdürülebilirliği*, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.

Çebi, M.S. (2013), *Gabriel Tarde'ın İzinde Medyanın İşlev ve Etkilerini Yeniden Gözden Geçirmek*, İletişim Kuram ve Araştırma Dergisi - Sayı 36 / Bahar 2013.

Demir, A., Pala, A., Baytekin, B. (2006), *Ziraat Fakülteleri Öğrencilerinin Sosyal Yapıları, Eğilimleri ve Sorunları Üzerinde Bir Araştırma*, 2006 3 (3).

Demiryürek, K. (2015), *Yayım Sözlüğü*, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB) Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) ISBN: 978-605-9175-07-4. DOI:10.13140/RG.2.1.1414.2564.

Deniş, H. E. (2011), *Osmanlı ve Cumhuriyet Döneminde Kahvehaneler: Sosyal Ve Siyasal Yaşamın İncelenmesi*, Akademik Bakış Dergisi, Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi, Sayı: 27, Kırgızistan.

Ediz, İ. (2008), *Osmanlı'dan Cumhuriyet'in İlk Yıllarına Kahvehaneler Ve Sosyal Değişim*, Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Dergisi (2008-1).

Emeksiz, A. (2009), *İstanbul Kahvehaneleri,* Yapık Kredi Yayınları, Cilt:2, İstanbul.

Erdem, M. (2012), *Kırsal Yerleşim Peyzaj Kimlik Özelliklerinin Tespiti, Korunması ve Geliştirilmesine Yönelik Değerlendirme Matrisi Önerisi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı.

Evren, B. (1996), *Eski İstanbul'da Kahvehaneler*, Milliyet Yayınları, İstanbul.

Gedikler, H. G. ve Tekin, S. (2019), *Osmanlı'dan Günümüze İzmir Kahvehane Kültüründen Kesitler*, Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi, Cilt 10, Sayı 2, 2019, ss. 55-82. DOI: 10.18354/esam.555596.

Gökalp, S. (2019), *Kırsal Miras Bileşenlerinin Tanımlanması Ve Bütünleşik Koruma Yaklaşımı: Gökçeada - Zeytinliköy Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

Kırımlı, Y. (2006), *Batı Karadeniz Köyleri*, Türk Coğrafya Dergisi, Sayı:45, S.101-118, İstanbul.

Kızılaslan, N., Ünal, Y. (2013), *Çiftçilerin Tarımsal Yayım Farkındalıklarının Belirlenmesi (Tokat/Erbaa Örneği)*, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, ISSN:2146-8168, Sayı:5, 1-19.

Kula, S., Çakar, B. (2015), *Maslow İhtiyaçlar Hiyerarşisi Bağlamında Toplumda Bireylerin Güvenlik Algısı ve Yaşam Doyumu Arasındaki İlişki*, Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 12.

Küçük, M. (2016), *Kırsal Alanlarda Yaşlı Yerel Halkın Karşılaştığı Sorunlar: Konya İli Derebucak İlçesi Üzerine Bir İnceleme*, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi / Cilt:18, Sayı:1, 2016, 29-48. DOI NO: 10.5578/jss.14920.

Nalbant, M. (2016), *Türkiye'de Kentsel Mekânlarda Kamusal Alanın Konumu: Tarihsel Perspektiften Bir Değerlendirme,* Cilt 1. Sayı 1. Eylül 2016, s. 12-27.

Öğdül, H., Kap Yücel, S. D., Ünsal Öktem, B. Ve Aksümer, G. (2018), *Kırsal Mekanda Yeni Düzenleme Araçları; Köy Tasarım Şeması, Köy Tasarım Rehberi ve Eylem Projeleri*, Planlama 2018;(Ek 1):52–72 | doi: 10.14744/planlama.2018.360.

Örmecioğlu, H.T. (2019), *Cumhuriyetin İlk Yıllarında Köycülük Tartışmaları ve Numune Köyler,* Belleten, Türk Tarih Kurumu, Ağustos 2019, Cilt 83 - Sayı 297, Sayfalar: 729-752. DOI: 10.37879/belleten.2019.729.

Sami, K. (2001), *Halk Kültürü Bağlamında Kahvehanelerin Toplumsal Ve Mekânsal Dönüşümleri Diyarbakır Kent Örneği,* Dicle Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Diyarbakır.

Sankır, H. (2010), *Osmanlı İmparatorluğu'nda Kamusallığın Oluşumu Sürecinde Kahvehanelerin Rolü Üzerine Sosyolojik Bir Değerlendirme*, Hacettepe Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Dergisi, 2010 Güz (13), 185-210.

Şahbaz, S. (2007), Geçmişten Günümüze Kahvehaneler, Kahvehanelerin Sosyal Yaşamdaki Yeri ve Önemi: Aydın Merkez Örneği, (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.

Şahin, Ş., Özçelik, Ç.Ç. (2016), *Ergenlik Dönemi Ve Sosyalleşme*, Cumhuriyet Hemşirelik Dergisi 2016; 5(1):42-49.

Sevinç, B. (2013), *Simgesel Mekân Tüketimi ve Yeni Kamusal Alanlarda Toplumsallık: Fatih At Pazarı Örneği,* International Journal of Social Science, Volume 6, Issue 4, p. 1003-1028.

Toroğlu, E. (2007), *Niğde İli'nde Göç Faktörleri Ve Göçler*, Coğrafi Bilimler Dergisi, 2007, 5 (1), 75-96.

Toksoy, D., Ayaz, H. Ve Şen, G. (2008), *Artvin İli Orman Köylerinin Sosyo-Ekonomik Özellikleri. Artvin Çoruh Üniversitesi*, Orman Fakültesi Dergisi, 9 (1-2): 1-11.

Tunç, Ş. (2014), *Osmanlı Payitahtında Kahvehane ve Kahvehane Kültürünü Yeri*, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

Tutal, O. (2014), *Kırk Yıllık Hatırın İletişim Mekânı Olarak Kahvehaneler,* Cilt/Vol:12,Sayı: 3 (151-166).

Ulusoy, K. (2011), *Türk Toplum Hayatında Yaşatılan Kahve ve Kahvehane Kültürü*, Yıl: 23, Sayı: 89.

Yağbasan, M., Ustakara, F. (2008), *Türk Toplumunda Kahvehane ve Kafelerdeki İletişimsel Ortamı Belirlemeye Yönelik Bir Alan Araştırması (Gaziantep İli Örneği)*, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 18, Sayı: 1.Sayfa: 233-260.

Yağmur, Y. ve İçigen, E.T. (2016), *Üniversite Öğrencilerinin Sosyalleşme Süreci ve Rekreasyon Faaliyetlerinin İncelenmesi Üzerine Bir Çalışma*, Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi, Cilt 27, Sayı 2, Güz: 227 - 242, 2016,ISSN: 1300-4220 (1990-2016).

Yeniçeri, M., Çoşkun, B., Özkan, H. (2002), *Muğla İl Merkezindeki Memurların Boş Zaman Değerlendirme Eğilimlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*, SBE Dergisi, Bahar 2002, Sayı 7.

Yetim, A. A. (2000), *Sporun Sosyal Görünümü*, Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi (Gazi Besbd), V (2000), 1:63 -72.

Yıldız, C.M. (2003), *Kahvehanelerin Günümüz Toplumundaki Fonksiyonları*, Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Projesi Gelişme Raporu, Proje No: SBB 3017.

Yıldız, M. A. (2015), *Beyazıt'ta Bir Kültür Ortamı: Küllük Kahvesi*, Mavi Atlas Dergisi, Sayı 4,s. 96-107.

Yılmaz, N, (2013), *Sosyalleşme Sürecinin Siyasallaşma Boyutu*, Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, Cilt 9, Sayı 19.

Bölüm 16

KOOPERATİFÇİLİK İLKELERİ

Ahmet Semih UZUNDUMLU [1]
Seval KURTOĞLU[2]

1 Doç. Dr. Ahmet Semih UZUNDUMLU, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum. asuzsemi@atauni.edu.tr.ORCID:0000-0001-9714-2053
2 Öğr. Gör. Seval KURTOĞLU, Bayburt Üniversitesi, Demirözü Meslek Yüksek Okulu, Veterinerlik Bölümü, Bayburt.sevalkurtoglu@bayburt.edu.trORCID:0000-0002-7098-2199

1934 yılındaki Rochdale ilkeleri (Açık Kapı, Demokratik Yönetim, Risturun Prensibi, Sermayeye Sınırlı Faiz Verilmesi, Eğitim, Peşin Satış ve Dini Tarafsızlık) olmak üzere yedi tanedir (Mülayim, 1992). Günümüzde de kooperatif ilkeleri 7 tane olup bu ilkelerin ilk dördü (Açık Kapı, Demokratik Yönetim, Ortağın İktisadi Katılımı İlkesi, Eğitim, Öğrenim ve Bilgilendirme) Rochdale ilkelerindeki ilk 5 maddeye dayanırken 4. ilke (Özerklik ve Bağımsızlık İlkesi) 1937'de 6. İlke (Kooperatifler Arası İşbirliği İlkesi) 1966 yılında ve 7. ilke (Topluma Karşı Sorumluluk İlkesi) ise 1995 yılında Uluslararası Kooperatifler Birliği'nin (ICA) toplantılarında yürürlüğe girmiştir (ICA, 2021).

1. Açık Kapı (Gönüllü ve Serbest Giriş-Çıkış) İlkesi

ICA 1937'de Paris'te yaptığı ilk Kooperatif İlkeleri oluşumunda küresel kooperatif hareketinin birinci Kooperatif İlkesi olarak Gönüllü ve Serbest Giriş-Çıkış ilkesini kabul etmiştir. İlkeler ikinci kez 1966'da Viyana'da ve 1995'te Manchester'da yapılan üçüncü gözden geçirmeden sonra yeniden formüle edilip detaylandırıldığında kooperatifçilik örgütlenme özgürlüğü hakkının bir ifadesi olarak kabul edilmiştir. Kooperatifçilik gönüllülük esasına dayalı olduğu için üye olacak veya üyelikten çıkacak kişiler üye olmaya veya kooperatif ortaklığından çıkarılmaya zorlanılmamaktadır (ICA, 2021). Yani her üye kooperatif ana sözleşmesinde bulunan kurallar ve yasalar doğrultusunda kooperatife üye olabilmekte, siyasal ve dini tarafsızlık doğrultusunda diğer üyelerle beraber benzer haklara sahip olmakta ve üyelikten ayrılmak istediğinde ise kooperatif yönetim kurulunun hükümleri uyarınca üyelikten ayrılabilmektedir. Bilindiği üzere kooperatif kurulurken bireyler ortak bir amaç doğrultusunda bir araya gelmektedir. Kurulan bu kooperatifin ürün veya hizmetlerinden yararlanmak isteyen ve kooperatif ana sözleşmesinde belirtilen ödev ve sorumluluklarını kabul eden şahıslar gönüllü olarak kooperatife üye olabilmektedir (Mülayim, 2003). Bu kapsamda bireyin dini, siyasi ve sosyal görüşü veya fikirleri sorulmamaktadır. Bu ilke doğrultusunda kooperatife herkes üye olabilir anlamı tabii ki çıkmamakta, bazı sınırlandırmalar olmaktadır. Burada çıkan ana fikir kooperatif ana sözleşmesindeki şartları kabul eden herkesin kooperatif üyesi olabileceğidir (Everest, 2015; Alıcı, 2020). Örneğin aynı meslek grubunda yer alan kişilerin kurduğu bir kooperatifte bazı giriş engellerini koymak normal ve yasal bir işlemdir. Bu ilkenin önemli noktalarından birisi de kooperatife giren bireylerin belirli kişilerin tekelinde olmaktan çıkmakta bunun sonucunda payların değer artışı her türlü belirsiz işlemlerden uzak tutmaktadır (Mülayim, 1992; Akgökçe, 2019). Bu ilkenin temelinde, kooperatife ortak olacak birey sayısının belli bir oranla sınırlı kalmadığı, kooperatif ortağı olmanın, yönetici veya bazı söz sahibi bireylerin isteklerine göre değil de objektif şartların gerçekleştirilme durumuna bağlı olduğu vurgulanmaktadır.

2. Demokratik Yönetim İlkesi

Kooperatif hareketinin ilk günlerinden itibaren kooperatiflerin ikinci ilkesi olan Demokratik Yönetim İlkesi, kooperatiflerin temel bir özelliği olarak kooperatif yönetiminin kalbi ve ruhu olarak kabul edilmektedir. Kooperatifler, politikalarının belirlenmesine ve kararların alınmasına aktif olarak katılan, cinsiyet ve sermaye ayrımı yapılmayan üyeleri tarafından kontrol edilen demokratik kuruluşlar olarak tanımlanmaktadırlar (ICA, 2021). Ortakları aracılığıyla yönetilen kooperatiflerde yönetenler seçimle göreve gelmekte ve ortakların koymuş oldukları sermayeye bakılmadan herkesin eşit oy hakkı olmaktadır. Bu anlamda demokratik yönetim ilkesi herkesin eşit oy hakkını göstermektedir. Bu nedenle kooperatifler ekonomi demokrasisinin en önemli örneklerindendir (Dicle, 2016; ICA, 2021). Kooperatiflerin demokratik şartlarda yönetilmesiyle özellikle yönetim ve karar alma süreçlerinde ortaklar aktif olarak görev almaktadır. Seçimle iş başına gelen bütün temsilciler ortakların mesuliyetlerini taşımaktadır. Söz konusu açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, ortaklar tarafından oluşturulan genel kurul, ortakların seçtikleri kurullar ve bunlara eş güdümlü olarak görev yapan işin uzmanı yöneticiler, kooperatiflerin esas yönetim mekanizmalarını oluşturmaktadırlar. Katılım oranları arasındaki farklara bakılmaksızın eşit oya sahip olan kooperatif ortakları için, temsil hakkı ilerleyen dönemlerde de demokratik yollarla ortaya konulmaktadır (Mülayim, 1992; Kara, 2003). Türk kooperatifçilik mevzuatında birim kooperatifler ve birlikler üst örgütlerinin genel kurullarında, ortak sayılarına göre fakat beş kişiyi geçmemek üzere farklı şekillerde temsil edilmektedir (Yazıcı, 2016). Kooperatif genel kurulu üyeleri ile sermaye şirketlerinin genel kurulları aynı yetkilere sahiptir. Fakat temelde önemli bir fark vardır. Sermaye şirketlerinde her pay senedi bir oy hakkı sağlamaktadır. Böylece bir ortak, hisselerin yarıdan fazlasına sahip olduğunda büyük bir şirketin yönetimini tek başına elinde bulundurabileceği pay hakkının üst sınırı kanunlarla ya da ana sözleşmelerle sınırlandırılmaktadır (Güloğlu ve Korkmaz, 2005).

3. Ortağın İktisadi Katılımı İlkesi

Kooperatifler, öncelikle kendilerine yatırılan sermaye üzerinden havadan bir getiri sağlamak için değil, insanların ihtiyaçlarını karşılamak için vardır. İnsanların bir kooperatif kurmasının temel amacı kendine güvenmektir. Ortağın iktisadi katılım ilkesi üyelerin kooperatiflerine nasıl yatırım yaptığını, sermaye artırdığını veya ürettiğini ve fazlaları nasıl tahsis ettiğini açıklamaktadır. Bu ilke sermayeye sınırlı faiz verilmesi ve kooperatif fazlalıklarının kooperatifle yapılan alışveriş oranında dağıtılması (risturn prensibi) daha önce iki ayrı ilke iken 1995'te birleştirilerek günümüzde üçüncü kooperatif ilkesi olan Ortağın İktisadi Katılımı İlkesi oluşturulmuştur (ICA, 2021). Bu ilke tamamıyla iktisadi nitelikte bir ilkedir. Bu ilke, kooperatifleri iktisadi anlamda sermaye ortaklıklarından ayıran

en önemli ilkelerden biri olup, bu sebeple büyük ehemmiyet arz etmektedir. Kooperatif üyeleri, üyelik başlangıcında küçük bir bedel ödeyerek kooperatife üye olmakta ve ödenen bu ücretler kooperatifin ortak gayeleri için kullanılmaktadır. Bu ilkeyle üyeler, kooperatif anaparasına eşit katılım sağlayarak bu anaparanın sözleşme hükümleri doğrultusunda demokratik şartlarda kontrolünü sağlayabilmektedirler (Mülayim, 2003). Bu ilke ile kooperatif için esas olanın anapara değil anaparanın üyelere katkı sağlayan geri dönüşümünün sağlanması olduğu belirtilmektedir. Kooperatif ortaklarına maliyetine mal ve hizmet sunmayı amaç edinmesi, işletme fazlasının (Risturn=gelir-gider) ortaklara dağıtılmasını gerekli kılmaktadır (Ceylan, 2018). Risturn; kooperatif tarafından belli bir dönem içinde oluşan işletme fazlalarının ortakların kooperatifle yapmış oldukları alışverişe veya gördükleri hizmete orantılı olarak bir üyenin diğer bir üye üzerinden kazanç getirisini önleyecek şekilde dağıtılmasını ifade etmektedir (Mülayim, 1992). Kooperatiflerde asıl anlayış ekonomik çıkarlara göre değil de üyelerine sosyal açıdan hizmet vermek üzerine olması arzulanmalıdır (Mori, 2014). Kooperatifler kanununun 38. maddesinde Risturn'un yarısı ortaklara verildikten sonra genel kurulu kararı ile devlet tahvillerine verilen en yüksek faiz bedelini aşmamak şartıyla ortakların sermaye paylarına sınırlı faiz ödenebileceği ana sözleşmede gösterilebilir. Eğer ana sözleşmede böyle bir hüküm yoksa Risturn özel bir fonda biriktirilebilir (Mevzuat, 1969). *Yani Risturn'un bir kısmı ya sermaye sınırlı faiz verilmesinde, ya kooperatifi geliştirme fonuna aktarılmasında ya da toplu hizmetler için yedek akçeye ayrılabilmektedir. Kalan kısım da kooperatif alışveriş oranları dikkate alınarak ortaklara dağıtılabilmektedir.* Risturn payı ile işletme faaliyetlerinin ne kadar iyi veya ne kadar kötü gittiğine yönelik karar vermeye yardımcı olmaktadır. Yani kooperatifte işler rayında giderse dönem sonunda kooperatif ortaklarına Risturn dağıtacaktır. Böylece ortaklar para biriktirmiş olacaklar ve kooperatif gelecek dönem ki yatırımlarına kaynak oluşturabilecektir.

Örnek 1: Bir kooperatifte bir ürünün üretiminde yapılan değişen masrafların toplamı 1.000.000 ₺'dir. Bu ürünün nakliye ve depolama masrafları için toplamda 40.000 ₺, genel idare masrafları için 50.000 ₺, diğer masraflar için de 10.000 ₺ harcama yapılmıştır. Bu ürünün toplam satışından 1.700.000 ₺ gelir elde ettiğine ve kooperatif satışlarında %2 alım yapan bir üyenin risturn prensibine göre dağıtımdan ne kadar ₺ gelir elde etmiştir.

Kar= TG-TM

Kar= 1.700.000-(1.000.000+40.000+50.000+10.000)

Kar= 600.000 ₺

Yarısı %50'si 300.000 ₺ yani dağıtılacak risturn'dur.

Kooperatif ürünlerinden %2 alım yapan bir üyeye dağıtılacak risturn

300.000*0,02=6.000 ₺ olacaktır.

Örnek 2: Kooperatif ana sözleşmesinde risturn'un %15'i ortakların ortaklık sermayesine göre, %25'i kooperatifi geliştirme fonuna ve %10'u toplu hizmetler için yedek akçeye ayrılmakta ve kalan kısım da kooperatifle alışveriş oranlarına göre ortaklara dağıtılabilmektedir. Ayrıca bir ortaklık 100 payı ile toplam payların %1'ine sahip yıllık üye aidatı 70 ₺ olan bir üyenin bağlı olduğu bu kooperatifte bir ürünün üretiminde yapılan değişen masrafların toplamı 1.000.000 ₺'dir. Bu ürünün nakliye ve depolama masrafları için toplamda 90.000 ₺, genel idare masrafları için 80.000 ₺, diğer masraflar için de 30.000 ₺ harcama yapılmıştır. Bu ürünün toplam satışından 1.800.000 ₺ gelir elde ettiğine ve kooperatif satışlarında %2 alım yapan bir üyenin risturn prensibine göre 2020 yılında kar dağıtımdan ne kadar ₺ kazanç sağlamıştır.

Kar= TG-TM

Kar= 1.800.000-(1.000.000+90.000+80.000+30.000)

Kar= 600.000 ₺

Yarısı %50'si 300.000 ₺ yani dağıtılacak risturn'dur.

Kooperatif ürünlerinden %2 alım yapan bir üyeye dağıtılacak risturn

300.000*0,02=6.000 ₺ olacaktır.

Ayrıca sahip olduğu %1 paya göre 600.000*0,15*0,01=900 ₺ faiz almakta bu nedenle toplamda 6.000 +900= 6.900 ₺ risturun'dan yararlanmaktadır.

4. Özerklik ve Bağımsızlık İlkesi

Özerklik ve Bağımsızlık İlkesi, ilk olarak, Kooperatif İlkeleri 1995 yılında yeniden formüle edildiğinde, kooperatif girişiminin özel bir ilkesi olarak tanıtılmıştır. Bu ilke öncelikle, kooperatiflerin ulusal hükümetler ve uluslararası hükümet kuruluşlarıyla olan ilişkisine odaklanmaktadır. Kooperatife sermaye sağlayan, borç veren tedarikçiler vb. kuruluşlarla kooperatif arasındaki ilişkileri ele almaktadır. Kooperatiflerin özerk ve üyeleri tarafından demokratik olarak kontrol edilen bağımsız kuruluşlar olması ideali, açıkça ifade edilmek yerine, kooperatif kimliğinin örtük bir yönü olarak durmaktayken 1995 yılından itibaren Kooperatiflerin dördüncü ilkesi olarak yerini almıştır (ICA, 2021). Kooperatiflerin en önemli özelliklerinden birisi üyeleri tarafından yönetilmesi ve karşılıklı yardımlaşma dayanışma prensibine bağlı özerk ve bağımsız kuruluşlar olmasıdır. Kooperatifler devlet, yerel yönetim, özel hukuk tüzel kişileri veya gerçek kişilerin oluşturduğu diğer organizasyonlar yapılan her türlü fon tedariki veya

birtakım anlaşmalarda özel hukuk alanına ve üyelerin demokratik yönetim haklarına hiçbir şekilde zarar verecek uygulamalara girişmemektedirler (Ayanoğlu, 2012; Emmanuel, 2016). Bu ilke doğrultusunda 1163 sayılı Kooperatifler Kanunu ile kooperatiflere hukuki bir yapı kazandırılmıştır (Ayanoğlu, 2012).

5. Eğitim, Öğretim ve Bilgilendirme İlkesi

Eğitim, kooperatif hareketinin temel ilkelerinden biri olup, beşinci kooperatif ilkesidir. Rochdale öncüleri kazançların belirli bir yüzdesini eğitime tahsis edilmesi gerektiğini vurgulamaktaydılar. İlk kooperatifler, kooperatiflerinin ticaret fazlasının bir kısmını eğitime tahsis ederek üyelerini ve ailelerini eğitmeye yardımcı olma sorumluluklarını kabul etmişlerdir (ICA, 2021). Kooperatiflerde başarının temelini eğitim oluşturmakta olup bu başarının devam edebilmesi için bu eğitimin kitlesel olarak yapılması ve gücünü halktan alması gerekmektedir. Bu bağlamda kooperatiflerin dünyadaki değişim ve gelişmelere uyum sağlayabilmeleri ve modern çalışmalara ayak uydurabilmeleri için ortaklar, yöneticiler ve kooperatif kuruluşunda yetkilendirilen personelle beraber halkın kooperatifleşme konusunda eğitilerek bilgilendirilmesi gerekmektedir (Mülayim, 1992). Böylece kendini iyi yetiştirmiş yöneticilerle kooperatif hakkında yeterli bilgi sahibi olan halkın temel amacı toplumun çıkarı olacak ve kooperatiflerin yararlı bir şekilde ilerlemesine büyük katkı sağlayacaktır (Turan, 2002). Burada her bir kitleye verilecek eğitimin önemi açıklanmaya çalışılırsa kooperatif ortaklarına karşılıklı dayanışma ve yardımlaşma duygusunu eğitim yoluyla kazandırmak amaç iken, yöneticilere ise kar sağlayıcı ticari işletme amacı yerine topluma katkı sağlayabilecek ekonomik bilgileri kazandırmaktır (Lund, 2013; Zimnoch, 2018). Ayrıca topluma verilen eğitimde daha düşük maliyetli, katma değeri yüksek, çevreye ve insan sağlığına dost sağlıklı ürünlerin topluma ulaştırılmasındaki önemi aşılanmalıdır (Kanlı, 2016).

6. Kooperatifler Arası İşbirliği İlkesi

Kooperatifler Arası İşbirliği İlkesi 6. ilke, olarak, 1966'da Viyana'daki 23. İttifak Kongresi'nde Kooperatif İlkelerinden biri olarak açıkça ifade edilmiştir. Bu ilke ile tüm kooperatif örgütleri, üyeleri ve topluluklarının çıkarlarına en iyi şekilde hizmet etmek için, yerel, ulusal ve uluslararası düzeylerde diğer kooperatiflerle mümkün olduğu her aşamada işbirliği yapması gerektiği vurgulanmıştır. Kooperatifler arası işbirliği ilkesindeki amaç küreselleşen dünyada kooperatif ortaklarına ve topluma daha fazla hizmet edebilmek için diğer kooperatiflerle yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde ortak çalışmalar yapmaktır (ICA, 2021). Ulusal düzeyde Birlik ve Merkez Birliği gibi üst örgütlerin çatısı altında birleşen kooperatifler, Uluslararası düzeyde ise Uluslararası Kooperatifler İttifakı (Birliği) (ICA)'nın çatısı altında birleşerek yani ulusal ve uluslararası düzeyde

işbirliğinde bulunarak ortak hedeflerine ulaşmayı amaçlamaktadır (Mülayim, 1992; Ayanoğlu, 2012). Böylece bu birliktelikler sayesinde kooperatifler kendi alanlarında daha geniş topluluklara ulaşıp, diğer kooperatiflerle yapmış oldukları işbirliği sayesinde bilgi alışverişi ve diğer kooperatiflerdeki deneyimlerden eksik yönlerini görebilmekte ve bu eksiklikleri gidermeye yönelik çalışmalar yapmaktadır (Korkmaz, 2012). Bu yapmış olduğu işbirliği sayesinde ulusal düzeyde büyük aracı, tefeci, sanayi ve holdinglere ve uluslararası düzeyde ise çok uluslu şirketlere karşı rekabet etmesini sağlamaktadır. Ancak bu birliktelik sağlanmadığı takdirde kooperatiflerin hem ortaklarına hem de topluma yararı sınırlı düzeyde kalmaktadır (Okur, 2013).

7. Topluma Karşı Sorumluluk İlkesi

Kooperatifler, üyeleri tarafından onaylanan politikalar aracılığıyla topluluklarının sürdürülebilir kalkınması için çalışmaktadır. Topluma Karşı Sorumluluk İlkesi ilk olarak 1995 yılında Manchester'daki Genel Kurulda İttifak üyeleri tarafından kabul edilen Kooperatif İlkelerinin yeniden formüle edilmesinde ayrı ve farklı bir Kooperatif İlkesi olarak ifade edilmiştir (Rehber, 2011; ICA, 2021). Bu ilkede kooperatifler, üyelerine ve topluluklarına en iyi şekilde hizmet etmek için, hem yurtiçinde ve yurtdışında "kendi kendine yardım etme ve kendi kendine sorumluluk" ile "dürüstlük, açıklık, sosyal sorumluluk ve başkalarını önemseme etik değerleri" ilkelerini birleştirip hayata geçirmektedir (ICA, 2021). Bu ilkedeki temel amaç kooperatiflerin topluma sağlamış olduğu iktisadi kalkınma yanında özellikle doğal kaynaklar ve çevrenin korunması, yönetilmesi ve bu konu hakkında bireylerin bilgilendirilmesi kısaca hem üyeleri hem de toplumun sürdürülebilir bir şekilde faaliyetlerini gerçekleştirmesine yardımcı olmaya çalışmaktadır (Güloğlu ve Korkmaz, 2005). Böylece kooperatifler fosil yakıtlar nedeniyle dünyada oluşan küresel ısınma ve iklim değişikliği kaynaklı meydana gelen sorunların azaltılmasına yönelik yenilebilir enerji kaynaklarının üretimine ağırlık verilmesi üzerine çalışmalara başlamışlardır (Cebeci, 2018).

KAYNAKLAR

Akgökçe, A., 2019. 1163 Sayılı Kooperatifler Kanunu'na Göre Kooperatif Yönetim Kurulu Üyelerinin Cezai Sorumluluklarının İncelenmesi. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Hukuku ABD, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Alıcı, M.S., 2020. Tarım Kredi Kooperatiflerinin Önemi ve Amasya İli Tarım Kredi Kooperatiflerinin 2014-2018 Dönemi Finansal Analizi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Muhasebe, Finans ve Bankacılık ABD, Yüksek Lisans Tezi, Sivas.

Anonim, (2020). Güçlü Eğiticiler Güçlü Kooperatifler Projesi, Kooperatifçilik Eğitim Kitabı, Ankara Kalkınma Ajansı Yayınları. http://www.guclukooperatifler.com/share/kooperatifcilik-egitim-kitabi.pdf. Erişim Tarihi: 22.10.2020.

Ayanoğlu, G.G. (2012). Kooperatiflerde Toplumsal Sorumluluk İlkesi ve Yenilenebilir Enerji Kooperatifleri. Galatasaray Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2(2012): 1-16.

Cebeci, A.N. (2018). Dünya'da Yenilenebilir Enerji Kooperatifleri, Türkiye'de Doğal Mucize Güneş Enerjisi Kooperatiflerinin Gerekliliği Üzerine. Journal of Strategic Research in SocialScience, 4(2): 1-22.

Ceylan, E. (2018). Köy Kalkınma Kooperatiflerinde Etik ve Sosyal Sorumluluğun Araştırılması; Kastamonu Köy Kalkınma ve Diğer Tarımsal Amaçlı Kooperatifler Birliği Örneği, Kastamonu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı İşletme Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu.

Dicle, R. (2016). Tarım Kredi Kooperatiflerinde İç Kontrol Sistemi ve İç Denetim: Malatya Bölge Birliğine Bağlı Kooperatiflerde İç Kontrol Sisteminin Etkinliğinin Araştırılması. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.

Everest, B. (2015). Tarım Kredi Kooperatiflerinde Ortakların Kooperatifçilik İlkelerini Algılamaları ve Yönetime Katılmalarını Etkileyen Faktörlerin Analizi Üzerine Bir Araştırma: Balıkesir Bölge Birliği Örneği. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi ABD, Doktora Tezi, İzmir.

Güloğlu, T. ve Korkmaz, A. (2005). Kooperatifçilik İlkeleri, Küreselleşme ve Kooperatifçilikte Yeni Eğilimler. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası, 55(1). 811-831.

Güney, S. (2009). Türkiye'de Yapı Kooperatiflerinin Muhasebe ve Finansman Sorunlarının Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD Doktora Tezi, Erzurum.

Haberal, İ. (2019). Kooperatiflerde İç Denetim Süreci: Eğirdir Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri Örneği. Türk Hava Kurumu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Kanlı, İ.B. (2016). Sürdürülebilir Gelişmeyi Sağlamada Stratejik Bir Araç: Mahalle Kooperatifleri. Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi, 25(3): 1-34.

Kara, M. (2003). Kooperatifçilik, Eduser Yayıncılık, Bolu.

Korkmaz, A. (2012). Kooperatif İşletmelerde Bütünleşme Hareketleri ve Stratejileri. InJournal of SocialPolicyConferences (No. 43-44).

Lund, M. (2013). CooperativeEquityandOwnership: An Introduction. Madison: University of Wisconsin Center forCooperatives. http://www.uwcc.wisc.edu/pdf/Cooperative%20Equity%20and%20Ownership.pdf.

Mori, P.A. (2014), CommunityandCooperation: TheEvolution of Cooperativestowards New Models of Citizens' DemocraticParticipation in Public Services Provision, Annals of PublicandCooperativeEconomics, 85(3): 327-352.

Mülayim, Z.G. (2003). Kooperatifçilik, Yetkin Yayınları 5. Baskı, Ankara.

Okur, T. (2013). Marmara Bölgesi Özelinde Tarım Kooperatifçiliğinin Değerlemesi ve Geleceği. Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat ABD, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

Ortmann, G.F. andKing, R.P. (2007). AgriculturalCooperatives I: History, TheoryandProblems. Agrekon, 46(1): 18-46.

Rehber, E. (2011). Kooperatifçilik. Ekin Yayınları, Ankara.

Turan, N. (2002). Kooperatif İşletmelerin Ekonomik ve Toplumsal Kalkınmayı Gerçekleştirmede Başarı Sağlamalarında Etkili Olan Faktörler ve Bu Faktörlerin Türk Kooperatif İşletmeciliği Açısından Ele Alınması, Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi, 2(4): 83-101.

Yazıcı, A.S. (2016). 1163 Sayılı Kooperatifler Kanununa göre Kooperatiflerin Denetimi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Özel Hukuk ABD, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.

Zimnoch, K. (2018). The Role of StudentCooperatives in Education in Poland in the 21st Century. RuralEnviron. Educ. Personal, 11: 251-258.

ICA (2021). International Co-operativeAlliance, GuidanceNotestotheCo-operativePrinciples. https://www.ica.coop/sites/default/files/publication-files/ica-guidance-notes-en-310629900.pdf.

Bölüm 17

ENTEGRE HAVZA YÖNETİMİ VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARI

Nilüfer YAZICI[1]
Ahmet Alper BABALIK[2]
İbrahim DURSUN[3]

1 Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, ISPARTA, ORCID:0000-0002-4397-5639
2 Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, ISPARTA, ORCID: 0000-0001-9365-1088
3 Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, ISPARTA, ORCID:0000-0003-2261-1112

1. GİRİŞ

Su, doğada canlıların yaşamlarını sürdürdürdükleri ve yaşam ortamları oluşturabilmeleri bakımından oldukça büyük öneme sahip bir doğal kaynaktır (Akın ve Akın, 2007). Bununla birlikte su, tarım-ormancılık ve hayvancılık üretimine yaptığı katkılar ile tarım ekosistemlerinde insan yaşamını sürdürmenin kilit kaynaklarından biridir (Valipour, 2015; Dursun ve Babalık, 2021). Dünyada kişi başına kullanılabilir su miktarı araştırmacılar tarafından sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada su miktarı; su fakiri ülkeler için 1000 m^3'ten az, su kıtlığı bulunan ülkeler için 1000-2000 m^3 arasında ve su zengini ülkeler için 2000 m^3'ten fazla şeklinde nitelendirilmektedir (Acar, 2018; Turan ve Bayrakdar, 2020). Türkiye'de yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1.400 m^3 olup, Türkiye su zengini bir ülke değil, su stresi altında bir ülke durumundadır (Karataş ve Çevik, 2010; Kurtoğlu, 2018; Dursun ve Babalık, 2021).

"Havza; sırtlardan geçen bir su ayırım hattıyla komşu havzalardan ayrılan ve üzerine düşen yağış sularını belirli bir dere kesitine gönderen hidrolojik, topoğrafik bir birim" olarak tanımlamıştır (Özhan, 2004). Havzalar, doğal bir kaynak olup insanı etkileyen bir üretim sistemi bütünüdür.

Havzalar, insanların birçok çalışmalar yaptığı, doğal ve dinamik sistemlerden biridir. Havzalar hem doğal süreçlere hem de insan faaliyetlerine karşı açık sistemler olmasından ötürü devamlı değişim içindedir. Bu değişim ve sonrasındaki gelişmeler bazı zamanlarda havzaların ekolojik dengesine fayda sağlarken, çoğu zaman havzalardaki ekolojik dengenin bozulmasına sebebiyet vermektedir. Havzaların sahip olduğu karakteristiklerinin bilinmesi oldukça önemlidir. Karakterstikler aracılığıyla bir havzanın içerisinde olan kentsel ve kırsal alanların birbirinden ayrı olarak planlanması mümkün olmaktadır. Böylelikle planlamalar ve havza sorunları arasındaki durumun daha karmaşık hal alması engellenmiş olmaktadır (Yüksek vd., 2019; Özçelik vd., 2021).

Havza yönetimi, bir yağış havzasında erozyonu ve taşkınları kontrol altına almak ve en yüksek miktar ve kalitede su üretmek için belirlenen ana hedeflere uygun olarak sosyo-ekonomik koşulları ve arazi ile su kaynaklarının estetik değerlerini de dikkate alarak doğal kaynakların düzenlenmesi ve yönetimidir (Balcı ve Özyuvacı, 1974).

Entegre havza yönetiminin temel hedefi, mevcut su kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminin sağlanması ve su ekosistemleri ile bunlara bağlı diğer ekosistemlerde olası tahribatların engellenerek bunların iyileştrilme çalışmalarının yapılmasıdır (Güney Sezer, 2020). Entegre Havza yönetimi, suyun akışa geçtiği memba kısmından, döküldüğü mansaba kadar geçtiği tüm ekosistemlerin sosyal, ekolojik ve ekonomik bileşenlerini yöneten bütün sektör ve taraflarla birlikte yönetimidir.

Bu çalışmada Türkiye'deki entegre havza yönetimi uygulamaları irdelenerek dış kaynaklı ve iç kaynaklı entegre havza yönetimleri ile ilgili literatür bilgilerine yer verilmiştir.

2. HAVZA YÖNETİMİ KAVRAMI

Havza yönetimi ya da havza amenajmanı olarak ifade edilen terim ile ilgili birçok tanımlama yapılmıştır. Havza yönetimi, "su kaynaklarını iyileştirmek, sediment verimini azaltmak, çeşitli kullanım amaçları için su kalitesini iyileştirmek ve dere akımının aşırılıklarını dengelemek gibi koruma, geliştirme ve idare ilkelerinin havza süreçlerinde bilimsel olarak uygulanması şeklinde tanımlanmıştır" (Copeland, 1961). Balcı ve Özyuvacı (1974) tarafından ise havza yönetimi, "bir yağış havzasında erozyonu ve taşkınları kontrol altına almak ve en yüksek miktar ve kalitede su üretmek için belirlenen ana hedeflere uygun olarak sosyo-ekonomik koşulları ve arazi ile su kaynaklarının estetik değerlerini de gözönünde bulundurarak doğal kaynakların düzenlenmesi ve yönetimi" olarak tanımlamıştır.

Havza yönetimi, sınırlarına doğal çevre koşullarının etki ettiği alandaki kaynakların kullanılması, muhafaza edilmesi ve oluşacak risklerin ve sorunların çözülmesini amaçlayan uzun vadeli ileriye dönük planlama çalışmaları bütünüdür. 21. yüzyılda teknolojik gelişmelere ve imkanlar sayesinde, havza yönetiminde birçok farklı modelin uygulanmasını sağlamakta ve bütüncül anlayışa çeşitli bakış açıları ile destek olmaktadır (Garipağaoğlu ve Uzun, 2021).

Havza yönetimi sadece toprak, su, bitki örtüsü ve doğal kaynakları korumak değil aynı zamanda bireysel olarak organize edilmiş alanlar arasındaki hidrolojik bağlantıya odaklanarak arazilerin verimliliğini en üst seviyelere çıkaracak şekilde kullanılmasıyla da ilgilidir (Phansalkar ve Verma, 2005).

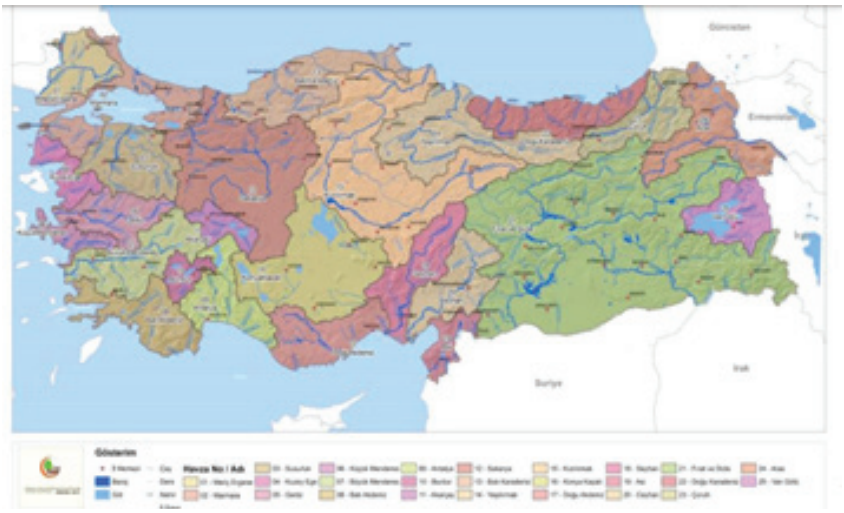
Havza yönetiminin tarihsel gelişimine bakıldığında genel olarak, havza yönetimi ve planlamasının 1750'li yıllara doğru ortaya çıktığı bilinmektedir. ABD'de havza ölçeğinde su kaynakları yönetim planlamalarıyla 1890 yılında ilk gelişimini göstermiştir (Graf, 1985; Gonzalez ve Arias, 2001). Havza esaslı ilk çalışmaların temeli 1930'lu yıllar itibariyle başlamıştır. ABD'de 1933 yılından sonra, diğer ülkelerde 1940'lı yıllardan sonra başlamıştır (Garipağaoğlu, 2017). Diğer ülke düzeylerinde ise su kaynakları yönetimi olarak II. Dünya savaşından sonra başlayan çalışmalar, birtakım ülkelerin ortak uygulamaları, havzaların sadece su ve enerji durumu dışında tarımsal ve ekonomik yönünün ele alınması faaliyetleri ile değerlendirilmiştir.

II. Dünya savaşından sonra toplantı, konferanslar ve alınan kararlar; doğal kaynaklar, havza, çevre ve su yönetimi açısından dünyada önemli

gelişmelerin yaşanmasına neden olmuştur. Birleşmiş Milletler, havza ve su kaynakları yönetimine 1956 yılında resmi olarak destek verdiğini açıklamıştır (Garipağaoğlu ve Uzun, 2019; Öztürk, 2011).

Su Çerçeve Direktifi kapsamı, Nehir Havza Yönetim sisteminin gelişmeye başlamasını sağlamıştır. Günümüzde havza yönetiminde, entegre bir yapı baz alınmakta, doğal ortam koşullarının mutlak varlığı kapsamın ana yapısını, sınırlarını oluştururken, katılımcı, paydaşların söz sahibi olduğu ve taleplerine göre işleyişin şekillendirildiği, sorunların, risklerin tespit edildiği, çözüm önerilerinin sunulduğu, iklim değişikliği etkilerinin ele alındığı ve sosyo-ekonomik kalkınmanın hedeflendiği anlayışın varlığı yer almaktadır (Garipağaoğlu ve Uzun, 2021; Benson vd., 2014).

Türkiye'de 25 büyük nehir havzası bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Türkiye nehir havzaları (URL-1, 2021)

3. ENTEGRE HAVZA YÖNETİMİ

Entegre havza yönetimi, suyun aktığı en yüksek noktadan deniz veya göle ulaştığı noktaya kadar geçtiği tüm ekosistemlerin doğal varlıklarını kullanan ve yöneten tüm taraflarla birlikte yönetilmesini öngören bir yaklaşımdır (Karaer, 2014).

Entegre havza yönetimi ile ilgili birçok tanımlama ve açıklama yapılmıştır. Easter vd. (1985)'ne göre "bir havzada sosyal, ekonomik ve idari koşulları da dikkate alarak; havzanın doğal, tarımsal ve insan kaynaklarını içeren bir eylem planı hazırlama ve uygulama süreci" şeklinde tanımlanmıştır. Wang vd. (2016) ise "entegre havza yönetimi ifadesinin havza yönetimi kavramının evrilmesi olarak da adlandırılabilecek bir dizi gelişimi sonucunda oluşan bir terim olduğunu ifade etmektedir".

Entegre havza yönetimi, suyun rasyonel ve sürdürülebilir kullanımı için hem mekânsal hem de sektörler arası planlama ve karar verme süreçlerini entegre etme ihtiyacına dayanmaktadır. Bundan dolayı havzadaki sosyo-ekonomik, politik ve kurumsal faktörlerin varlığı dikkate alınarak, doğal varlıkların kullanımı ve yönetimini içeren faaliyetlerin planlanması, yönetimi ve uygulanması olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2003).

4. TÜRKİYE'DEKİ ENTEGRE HAVZA YÖNETİMİ UYGULAMALARI

4.1. Türkiye'de İç Kaynaklarla Uygulanan Katılımcı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projeler

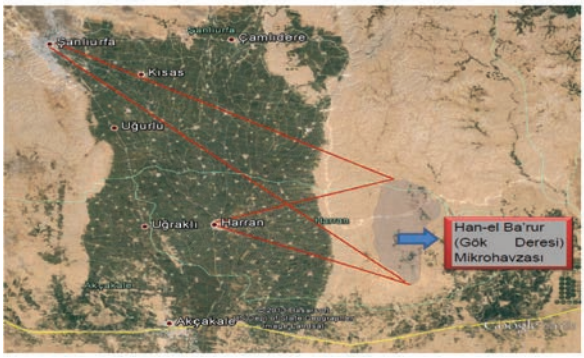
4.1.1. Tek tek Dağları Mikrohavzası Entegre Sel Kontrolü Projesi (2014-2016)

Proje alanı 8.668,80 hektar olup, Şanlıurfa İli Harran İlçesi sınırları ile Göktaş, Başkaragöz, Büyüktaşlıca, Karataş, Büyüktürbe, Dilimli, Örenli, Koyunluca köylerini ve 15 mezrayı kapsamaktadır (Şekil 2).

Şekil 2. Tek tek Dağları Mikrohavzası Entegre Sel Kontrolü Projesi (ÇEM, 2013)

4.1.**2. Gökdere Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2014-2017)**

Proje alanı 33.978,77 hektar olup, Konya İli Hadim İlçesi sınırları ile Dedemli, Korualan ve Yalınçevre köylerini kapsamaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Gökdere Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi *(ÇEM, 2021a)*

4.1.3. Sazak-Afşar Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2015-2019)

Proje alanı 50.531,21 hektar olup, Konya İli Taşkent ilçesi sınırları ile Afşar, Balcılar, Bolay, Çetmi, Ilıcapınar, Keçimen, Kongul ve Sazak Köylerini kapsamaktadır (Şekil 4).

Şekil 4. Sazak-Afşar Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (ÇEM, 2021b)

4.1.4. Başlamışlı-Kocadere Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2015-2019)

Proje alanı 141.716,08 hektar olup, Karaman İli Ayrancı İlçesi sınırları ile Akpınar, Berendi, Buğdaylı, Çatköy, Kayaönü, Kıraman, Küçükkoraş, Melikli ve Üçharman Köylerini kapsamaktadır (Şekil 5).

Şekil 5. Başlamışlı-Kocadere Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (ÇEM, 2021c)

4.1.5. Hüseyinli-Belenyurdu Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2014- 2018)

Proje alanı 23.955.59 hektar olup, Afyonkarahisar İli Şuhut İlçesi sınırları ile Altıhisar, Bademli, Balçıkhisar, Çobankaya, İlyaslı, Kayabelen ve Kulak Köylerini kapsamaktadır (Şekil 6).

Şekil 6. Hüseyinli-Belenyurdu Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (ÇEM, 2021d)

4.1.6. Şuhutçayı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2015-2019)

Proje alanı 32.294,20 hektar olup, Afyonkarahisar İli Şuhut İlçesi sınırları ile Akyuva, Aydın, Başören, Çakırözü, Dadak, Karlık, Kavaklı, Koçyatağı, Mahmut, Ortapınar, Senir ve Tekke Köylerini kapsamaktadır (Şekil 7).

Şekil 7. Şuhutçayı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (ÇEM, 2015)

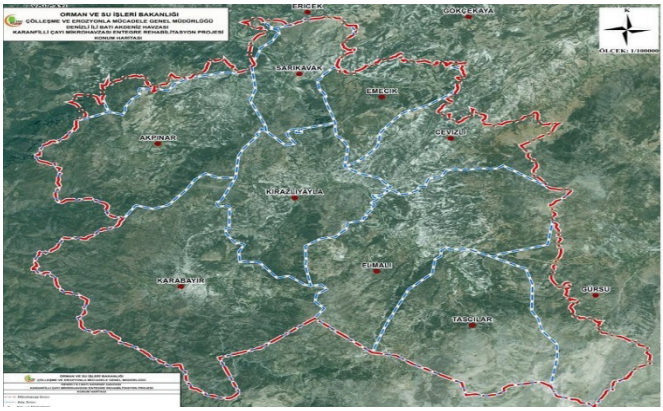
4.1.7. Bağbaşı Barajı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2015-2019)

Proje alanı 23.973,1 hektar olup, Konya İli Bozkır-Hadim İlçeleri sınırları ile Bağbaşı, Elmaağaç, Kovanlık, Fakılar, İğdeören, Bolat, Hacıyunuslar, Dereiçi, Soğucak ve Söğüt Köylerini kapsamaktadır (Şekil 8).

Şekil 8. Bağbaşı Barajı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (ÇEM, 2021e)

4.1.8. Denizli-Çameli; Karanfilli Çayı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2017-2021)

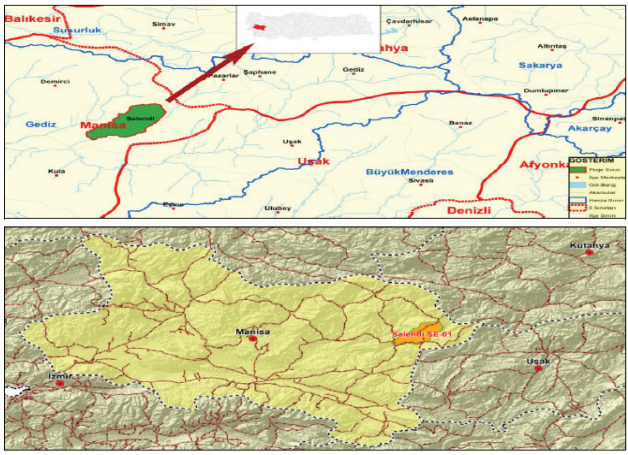
Proje genel alanı 28.216 hektar olup, Denizli İli Çameli İlçesi sınırları ile Akpınar, Cevizli, Elmalı, Emecik, Karabayır, Kirazlıyayla, Sarıkavak ve Taşçılar Köylerini kapsamaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Karanfilli Çayı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (ÇEM, 2016a)

4.1.9. Manisa-Selendi; Selendi Çayı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2017-2001)

Proje alanı 16.246 hektar olup, Manisa İli Selendi İlçesi sınırları ile Avlaşa, Akçakertil, Aşağıgüllüce, Çıkrıkçı, Kazıklı, Karaselendi, Kayranlar, Mollaahmetler, Şehirlioğlu, Yenice ve Yukarıgüllüce Köylerini kapsamaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. Selendi Çayı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (ÇEM, 2017a)

4.1.10. Denizli-Çameli; Akdere Çayı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2018-2021)

Proje alanı 19.957.87 hektar olup, Denizli İli Çameli İlçesi sınırları ile Cumaalanı, Çamlıbel, Ericek, Gökçeyaka, Güzelyurt, Kalınkoz, Kınıkyeri, Kocaova, Kolak Yaylapınarı ve Yeşilyayla Köylerini kapsamaktadır (Şekil 11).

Şekil 11. Akdere Çayı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (ÇEM, 2017b)

4.1.11. İlke Çayı Mikrohavzası Entegre Rehabilitasyon Projesi

Proje genel alanı 14.994,07 hektar olup, Manisa İli Selendi ve Demirci İlçeleri sınırları ile Durhasan, Çamlıca, Çampınar, Çamyayla, Çanşa, Çalıklı, Kurşunlu, Selmanhacılar ve Turpçu Köylerini kapsamaktadır (Şekil 12).

Şekil 12. İlke Çayı Mikrohavzası Entegre Rehabilitasyon Projesi (ÇEM, 2017c)

4.1.12. Çavdır Barajı Mikrohavzası Entegre Rehabilitasyon Projesi

Proje genel alanı 23.485 hektar olup, Burdur İli Çavdır İlçesi sınırları ile Anbarcık, Bayır, Kızıllar, Kozağacı, Söğüt ve Yazır Köylerini kapsamaktadır (Şekil 13).

Şekil 13. Çavdır Barajı Mikrohavzası Entegre Rehabilitasyon Projesi (ÇEM, 2018a)

4.1.13. Porsuk Barajı -1 Mikrohavzası Entegre Rehabilitasyon Projesi

Proje genel alanı 21.214,62 hektar olup, Kütahya İli Merkez İlçesi sınırları ile Akpınar, Yenikaracaören, Soğukçeşme, Ahmetoluğu, Yazlıca, Sobran, Yenikızılcaören, Hamidiyekızılcaören, Işıkkara ve Sofça Köylerini kapsamaktadır (Şekil 14).

Şekil 14. Porsuk Barajı-1 Mikrohavzası Entegre Rehabilitasyon Projesi (ÇEM, 2018b)

4.1.14. Porsuk Çayı-1 Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi

Proje genel alanı 23.921 hektar olup, Eskişehir İli Sivrihisar İlçesi sınırları ile İbikseydi, Sarıkavak, Karkın, Karacaörenyayla, Yeniköy, Paşakadın, Karaburhan ve Kertek Köylerini kapsamaktadır (Şekil 15).

Şekil 15. Porsuk Çayı-1 Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (ÇEM, 2018c)

4.1.15. Iğdır İli, Aralık İlçesi Entegre Sel ve Erozyon Kontrol Projesi

Proje genel alanı 44.271,45 hektar olup, Iğdır İli Aralık İlçesi sınırları ile Adetli, Aşağıaratan, Emince, Gödekli, Karahacılı, Kolikent, Yenidoğan, Yukarıaratan, Yukarıtopraklı Köyleri ile Ortaköy Mahallesini kapsamaktadır (Şekil 16).

Şekil 16. Iğdır İli, Aralık İlçesi Entegre Sel ve Erozyon Kontrol Projesi (ÇEM, 2018d)

4.2. Türkiye'de Uygulanan Dış Kaynaklı Katılımcı Entegre Havza Rehabilitasyon Projeleri

Ülkemizde dış kaynaklar tarafından desteklenen; Doğu Anadolu Su Havzaları Rehabilitasyon Projesi (1991-2001), Anadolu Su Havzaları Rehabilitasyon Projesi (2005-2012), Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon

Projesi (2013-2019) ve Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi (2013-2019) uygulanmış ve uygulanmaya devam etmektedir (Şekil 17).

Şekil 17. Türkiye'de uygulanan dış kaynaklı katılımcı entegre havza rehabilitasyon projeleri

4.2.1. Doğu Anadolu Su Havzaları Rehabilitasyon Projesi (1991-2001)

Bu proje "Doğu Anadolu Su Havzaları Rehabilitasyon Projesi" adı altında Dünya Bankası'nın kredi desteği ile 1993 yılından bu yana uygulanmaya başlanmış bulunmaktadır. Proje başlangıçta Adıyaman, Elazığ ve Malatya illerinde yürütülmekte iken, sonradan Gaziantep, Kahramanmaraş, Urfa, Sivas, Adana, Mersin ve Antalya illeri de proje kapsamına dahil edilmiştir (ÇEM, 2016b).

4.2.2. Anadolu Su Havzaları Rehabilitasyon Projesi (2005-2012)

Türkiye'nin D. Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde bulunan 28 mikro havzada sürdürülebilir doğal kaynak yönetimi uygulamalarını desteklemek ve böylelikle kaynakların azalmasının olumsuz yönde etkilediği toplulukların gelirlerini arttırmak amacıyla yürütülen bir projedir. Ülkemizde Karadeniz'e sularını akıtan havzalarındaki yer üstü ve yer altı su kaynaklarına kirliliğe yol açan gıda ve diğer tarımsal maddelerin boşaltılmasını azaltacak tarımsal uygulamaları getirmek projede hedef olarak belirlenmiştir (AGM, 2004; Çağlar, 2010).

4.2.3. Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi (2013-2019)

Projede amaç; entegre rehabilitasyon çalışmaları ile bitki örtüsü, toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve bir takım gelir getirici faaliyetlerle sosyal yaşamın iyileştirilmesi sayesinde Çoruh nehri havzasında çevresel muhafaza ve fakirliğin azaltılmasına katkı sağlamaktır. Orman Genel Müdürlüğü koordinatörlüğünde Türkiye ve Japon finansman desteği ile yürütülen bir proje, yaklaşık olarak 2 milyon ha alanı kapsamaktadır (Anonim, 2021).

4.2.4. Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi (2013-2019)

Proje; Bingöl, Elazığ ve Muş illerinde 25 mikro üst havzada önemli doğal kaynaklara olan baskıyı azaltmak amacıyla bu doğal kaynakların rehabilitasyonu, kırsal fakirliğin azaltılması ve izleme çalışmalarını kapsayan bir projedir. Proje, uzun vadede yukarı havzalarda bulunan önemli doğal kaynakların, ekonomik olarak iyileştirilmesi ve sürdürülebilir olarak yönetilmesine dayanmaktadır (Yüksel ve Eraslan, 2015).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Su kaynaklarına ilişkin sorunlar zamanla artmakta ve kaynaklar giderek kıt kaynak haline gelmektedir. Bu bağlamda kıt kaynak olan su ile ilgili sorunların küresel ölçekte değerlendirilip önem verilmesi gerekmektedir. Her ülke kendi su politikalarını ve eylem planlarını küresel ölçeklerde belirlenen amaçlara uyarlamalıdır. Su kaynakları diğer doğal kaynaklar ile entegre edilerek yönetim planlarının oluşturulması gerekmektedir. Böylelikle entegre nehir havza yönetimi ve su yönetimine bütüncül bir yaklaşım sağlanıp havzadaki tüm paydaşları kapsayacaktır. Ülkeler entegre havza yönetimi için gerekli kararları almalı ve uygulama için gerekli tüm yasal ve kurumsal alt yapıyı oluşturmalıdır. Aksi takdirde gerekli yasal düzenlemelerin yapılmaması yürütülen çalışmaların sadece kağıt üzerinde kalmasına sebebiyet verecektir. Entegre havza yönetim çalışmalarının teknik boyutu ülkemizde bu tür çalışmaları yürüten kurum ve kuruluşlar tarafından yürütülmelidir. Ayrıca havza planlama ve yönetim çalışmalarında hiçbir kurum veya paydaş bir diğeri üzerinde farklı bir konuma gelmek için uğraşı vermemelidir.

Geleceğe yönelik büyük çapta bazı amaçlar vardır ki tek bir kurum ya da sektör ile bu amaca ulaşmak zor olmaktadır. Fakat sektörlerin bir araya gelerek güçlerini birleştirmesiyle bu hedefe ulaşmak mümkündür. Bütün bu öneri ve uygulamalar ışığında entegre havza yönetimi yaklaşımı kaçınılmaz bir hale gelmiştir. Entegre havza yönetimi kaynaklarının temel amacı havza içerisinde yer alan sadece su kaynaklarının değil tüm kaynaklar dikkate alınarak yönetim planının oluşturulmasıdır.

Bu bağlamda bu araştırmada iç ve dış kaynaklı entegre havza çalışmaları değerlendirilmiştir. Entegre havza çalışmalarının toprağa, suya ve havzadan geçimini sağlayan insanlara katkısını ortaya koymaktadır. Ülkemizde kurumlar arası bağlantı eksikliği, bilgilerin havza bazlı elde edilemeyişi gibi sorunlardan dolayı su verisi ile ilgili ihtiyaçları karşılayabilecek ve kurumlararası birlikte çalışabilecek bir bilgi sisteminin kurulmasını zorunlu kılmaktadır. 2013 yılında düzenlenen Ormancılık ve Su Şurasında belirtildiği üzere ülkemizde su ile ilgili yasalar hakkında dikkat çeken konu "yasa çokluğu" ancak buna karşılık ihtiyaç halinde ortaya çıkan "yasa eksikliği"dir. Son yıllarda su mevzuatının yeniden düzenlenme-

sine yönelik birçok çalışma yapılsa da bu düzenlemelerin bütüncül özellikte olması gerekmektedir. Son dönemde kamuoyunun görüşüne açılan "Ulusal Su Yasa Taslağı" ise bu bakımdan önemli olup, mevcut dağınık yapıyı toparlayacak bir düzenleme olarak umut verici niteliktedir.

KAYNAKLAR

AGM (2004). Anadolu Su Havzaları Rehabilitasyon Projesi. Proje Maliyet Tabloları Basılmamış Bilgi Notu, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü, Ankara.

Acar, E. (2018). Küreselleşme-Neoliberalizm ve Su Yönetimi. Ekin Basım Yayın, Ankara.

Akın, M., Akın, G. (2007). Suyun önemi, Türkiye'de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47(2), 105-118.

Anonim, (2003). Türkiye Ulusal Meteorolojik ve Hidrolojik Afetler Programı, Ankara.

Anonim, (2021). https://bayburt.tarimorman.gov.tr/Haber/347/Coruh-Nehri-Projesi-Bayburtu-Kalkindirmaya-Devam-Ediyor, Erişim tarihi: 25.10.2021.

Benson, D., Fritsch, O., Cook, H., Schmid, M. (2014). Evaluating participation in WFD river basin management in England and Wales: Processes, communities, outputs and outcomes. Land use policy, 38, 213-222. doi: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.11.004.

Balcı, A.N., Özyuvacı, N. (1974). Present Status of Education, Training, Research and Prospect in Watershed Management in Turkey, Review of the Faculty of Forestry, University of İstanbul, 24(2), 108-125.

Copeland, O.L. (1961). Watershed Management and Reservoir Life, Journal of American Water Works Association, 53(5): 569-578. doi: https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1961.tb00697.x.

Çağlar, Y. (2010). Dış Kaynaklı Tümleşik Su Havzası Rehabilitasyon Projelerinin Getirileri ve Götürüleri, 3. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs, Artvin, s.615-624.

ÇEM (2013). Tek tek Dağları Mikrohavzası Entegre Sel Kontrolü Projesi (2014-2016) https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2015). Şuhutçayı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2015-2019) https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2016a). Denizli-Çameli; Karanfilli Çayı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2017-2021) https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2016b). Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projeleri İzleme ve Değerlendirme Çalıştay Raporu.https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Belgeler/Havza%20Belgeler/Havza%20Reh.%20Projeleri%20%C4%B0-D%20

%C3%87al%C4%B1%C5%9Ftay%C4%B1-%20RAPOR-5%20%20%20 5Nisan2016.pdf, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2017a). Manisa-Selendi; Selendi Çayı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi. (2017-2021) https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2017b). Denizli-Çameli; Akdere Çayı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2018-2021) https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2017c). İlke Çayı Mikrohavzası Entegre Rehabilitasyon Projesi https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2018a). Çavdır Barajı Mikrohavzası Entegre Rehabilitasyon Projesi https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2018b). Porsuk Barajı -1 Mikrohavzası Entegre Rehabilitasyon Projesi https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2018c). Porsuk Çayı-1 Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesihttps://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021

ÇEM (2018d). Iğdır İli, Aralık İlçesi Entegre Sel ve Erozyon Kontrol Projesi https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2021a). Gökdere Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2014-2017) https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2021b). Sazak-Afşar Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2015-2019) https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2021c). Başlamışlı-Kocadere Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2015-2019

https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2021d). Hüseyinli-Belenyurdu Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2014- 2018) https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

ÇEM (2021e). Bağbaşı Barajı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2015-2019) https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/44/Projeler, Erişim tarihi:25.10.2021.

Dursun, İ., Babalık, A. A. (2021). De Martonne-Gottman ve Standart Yağış İndeksi yöntemleri kullanılarak kuraklığın belirlenmesi: Isparta ili örneği. Turkish Journal of Forestry, 22(3), 192-201.

Easter, K.W., Hufschmidt, M.M., McCauley, D.S. (1985). Integrated Watershed Management Research for Developing Countries, Workshop Report, Environment and Policy Institute, East West Center,7- 11 January, Honolulu, Hawaii USA.

Graf, W.L. (1985). The Colorado River, instability and basin management. Association American Geographers, Washington DC USA.

Gonzalez, A.C., Arias, C. (2001). The incorporation of integrated management in European water policy. IAHS Publication, 69-74.

Garipağaoğlu, N. (2017). Bölge Planlama ve Türkiye'de Mekânsal Planlama Yaklaşımları. Yeditepe Yayınevi, İstanbul.

Garipağaoğlu N., Uzun, M. (2019). İznik Gölü Havzası'nda doğal ortam koşulları, değişimler ve muhtemel risklerin havza yönetimi ve planlamasına etkisi. Doğu Coğrafya Dergisi, 24(42), 1-15. doi: https://doi.org/10.17295/ataunidcd.621776.

Garipağaoğlu, N., Uzun, M. (2021). Havza Yönetiminin Gelişim Evreleri ve Farklı Modelleri. International Journal of Geography and Geography Education, (43), 338-357.

Güney, B.S. (2020). Havza Yönetimi Yaklaşımı Çerçevesinde Yeraltı Barajları. Su Kaynakları, 5(1), 7-12.

Harmancıoğlu, N.B., Gül, A., Fıstıkoğlu, O. (2002). Entegre su kaynakları yönetimi. Türkiye Mühendislik Haberleri, 4913(3), 35-39.

Karataş, M., Çevik, S. (2010). Stratejik Doğal Kaynak Olarak Su ve Türkiye'nin Konumunun Değerlendirilmesi. Akademik Araştırmalar Dergisi, 45, 1-29.

Karaer, M. (2014). Sulama İşletmelerinin Entegre Havza Yönetiminde Yeri ve Önemi Üzerine Bir Araştırma: Büyük Menderes Havzası Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Kurtoğlu, R. (2018). Biyo-Politik Savaşlar: İklim-Su-Gıda-GDO-Sağlık İstihbaratı. Destek Yayınları, İstanbul.

Turan, E., Bayrakdar, E. (2020). Türkiye'nin Su Yönetim Politikaları: Ulusal Güvenlik Açısından Bir Değerlendirme. Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi, 6(2), 1-19.

Özhan, S. (2004). Havza Amenajmanı, İÜ Orman Fakültesi Yayınları, İÜ Rektörlük Yayın No: 4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481, İstanbul.

Öztürk, S. (2011). Devrekani Çayı Alt Havzası örnekleminde havza yönetim planının geliştirilmesi. Doktora Tezi Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Öztürk, S., Tönük, G.U., Gülgün, B. (2014). Türkiye'de Havza Yönetimi ve Yönetim Planı Yaklaşımları. Ziraat Mühendisliği, (361), 59-63.

Özçelik, A.E., Yüksek, T., Yüksek, F., Verep, B. (2021). Havza ve Arazi Karakteristiklerinin Coğrafi Bilgi Sitemleri (CBS) Yardımıyla Değerlendirilmesi:

Pazar Hemşin Deresi Havzası Örneği. Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 6(2), 252-260. doi: https://doi.org/10.35229/jaes.913362.

Phansalkar, S.J., Verma, S. (2005). Mainstreaming the margins: Water control strategies for enhancing tribal livelihoods in watersheds. Bharat, R., Sharma, J.S., Samra, C.A., Wani, Scott ., Wani P. S. (Ed.), (200-216 pp.). Krishi Bhavan;New Delhi: International Water Management Institute, Watershed Management Challenges. ISBN 92-9090-611 1

URL-1 (2021). Entegre-havza-rehabilitasyon-projeleri. https://docplayer.biz.tr/113470866-selim-sahin-orman-yuksek-muhendisi.html, Erişim tarihi: 03.11.2021.

Valipour, M. (2015). Land use policy and agricultural water management of the previous half of century in Africa. Applied Water Science, 5(4), 367-395.

Yüksek, T., Özçelik, A.E., Verep, B. (2019). Çağlayan havzasının (Fındıklı-Rize) bazı havza karakteristiklerinin coğrafi bilgi sistemleri ile değerlendirilmesi. Journal Of Anatolian Environmental And Animal Sciences, 4(3), 532-538.

Yüksel, A., Eraslan, İ.H. (2015). Kırsal Kalkınma: Genel Yaklaşım ve Havza Yönetim Uygulamaları. SAGE Yayıncılık, Ankara.

Wang, G., Mang, S., Cai, H., Liu, S., Zhang, Z., Wang, L., Innes, J.L. (2016). Integrated Watershed Management: Evolution, Development And Emerging Trends, Journal Of Forestry Research, 27(5), 967-994, doi: 10.1007/s11676-016-0293-3.

Bölüm 18

ÜZÜMSÜ MEYVE YETIŞTIRICILIĞINDE NANOMATERYALLERIN KULLANIMI

Sevinç ŞENER[1]

1 Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, https://orcid.org/0000-0001-5335-9250, *ssener@akdeniz.edu.tr

1. GİRİŞ

Rosaceae (çilek, ahududu, böğürtlen) ve *Ericaceae* (yaban mersini, kızılcık) gibi birkaç familyalardan türleri içeren üzümsü meyveler küçük büyük herkes tarafından dört mevsim sevilerek tüketilen, sağlık açısından faydalı yumuşak kokulu meyveleri içermektedir. Dünyada, özellikle Amerika Birleşik Devletleri ile bazı Avrupa ülkelerinde geniş alanlarda yetiştirilen ve değerlendirilen üzümsü meyveler ülkemizde çok yeni bir konudur. FAO (2017)'dan alınan istatistiki verilere göre dünya çapında toplam 16,419.866 ton üzümsü meyve üretimi yapılmaktadır. Bu üretim değerleri içerisinde öncelikli sıralamayı ise çilek, kivi, ahududu, maviyemiş, bektaşi üzümü ve turnayemişinin aldığı bildirilmektedir. Çilek toplam 9,223.815 ton ile ilk sırada yer alırken, ikinci sırada 4,038.872 ton ile kivi ve üçüncü sırada ise 812,735 ton ile ahududu gelmektedir. 2013 yılı FAO verileri incelendiğinde ise çileğin toplam 7,739.622 ton, kivinin 3,261.474 ton, ahududunun ise 578,232 ton üretim değerine sahip olduğu görülmektedir. Elde edilen bu değerler üzümsü meyvelerin üretim miktarının dünya çapında artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Türkiye sahip olduğu farklı iklim koşulları nedeniyle üzümsü meyvelerin yabani türlerinin neredeyse tamamını ülkemizin farklı bölgelerinde görmek mümkündür. Üzümsü meyvelerin kültür formlarından ise çilek, ahududu, böğürtlen, dut gibi meyvelerin yetiştiriciliklerinin ön planda olduğu görülmektedir. Ülkemizde üzümsü meyveler grubundan en çok çilek ve dut yetiştiriciliği ilgi görmüş ve diğer meyve türlerine göre ön plana çıkmıştır. Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan üzümsü meyveler arasında ilk sıraları en yüksek üretim değeriyle çilek (486 705 ton) ve dut (69 317 ton) almaktadır (TÜİK, 2021).

Böğürtlen, maviyemiş ve kocayemiş gibi birçok üzümsü meyve türü ülkemizin farklı bölgelerinde doğal olarak yetişebilmekte taze sofralık tüketimlerinin yanı sıra zengin aromaları nedeniyle süt ürünleri endüstrisi, dondurma sanayi, pasta ve içki sanayiinde, şekerleme, püre, pekmez, marmelat, reçel, meyve suyu gibi şekillerde taze, dondurulmuş veya işlenmiş olarak da kullanılabilmektedir (Beattie ve diğ., 2005). Yüksek bir ticari değeri olan bu ürünlerin kalitesinin arttırılması önem taşımaktadır. Ekonomik değeri yüksek, üretim sezonu uzun olan ve gıda sanayiinde çok farklı şekillerde değerlendirilebilen üzümsü meyvelerin verim ve kalitesinin arttırılmasına yönelik yenilikçi, uygulanabilir tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle standart bir üretim sağlayabilecek yeni tekniklerin ve uygulamaların ortaya konması özelikle meyve kalitesi açısından önem arz etmektedir. Yüksek verim elde edilmesinde bitkilerin küresel iklim değişikliklerinin sebep olduğu ve etkileri hızla artarak hissedilen, abiyotik stres koşullarına tolerans geliştirmesine olanak tanıyan yetiştiricilik tekniklerinin yanı sıra uygulanan preparatlarında etkili olduğu bili-

nen bir gerçektir. Bu çalışmada sürdürülebilir üzümsü meyve yetiştiriciliğinde biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin olumsuz etkileriyle baş etmek için kullanılabilecek, yeni nesil alternatif materyal olarak kabul edilen nanomateryallerin potansiyel kullanımı ve etkinliği ile ilgili bilgi vermek amaçlanmıştır.

1.1. Üzümsü Meyveler

Günümüzde üzümsü yetiştiriciliğinin önem kazanmasında en önemli etkenlerden biri de insan sağlığı açısından faydalı bileşikleri içermesi, farklı tüketim şekillerinin bulunması gibi özellikleridir. Yapılan birçok araştırmada sağlığın korunması ve hastalıkların önlenmesinde meyve ve sebzelerin oldukça önemli rollerinin önemli olduğu bu etkinin ise genellikle gıdaların içerdiği antioksidan maddelerle ilişkili olduğu bildirilmektedir. Birçok meyve ve sebze türüne göre sahip oldukları kırmızı-mavi-mor renklerden ötürü üzümsü meyvelerin antioksidan kapasitelerinin bunun ilişki olarak da fenolik madde ve antosiyanin içeriklerinin yüksek olduğu saptanmıştır (Beattie ve diğ., 2005).

Farklı gıda sektörlerinde kullanım alanı olan ve bu vesileyle ticari öneme sahip olan üzümsü meyveler grubunda yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*), böğürtlen (*Rubus fruticosus*), siyah frenk üzümü (*Ribes nigrum*), mavi yemiş (*Vaccinium corymbosum*), aronya (*Aronia melanocarpa*), turna yemişi (*Vaccinium macrocarpon*), üzüm (*Vitis vinifera*), ahududu (*Rubus idaeus*) ve çilek (*Fragaria ananassa*) gibi farklı meyve türleri yer almaktadır. Üzümsü meyvelerin fenolik bileşikler, organik asitler, taninler, antosiyaninler ve flavonoidler gibi biyoaktif bileşikleri içermesi bu meyvelere olan ilgiyi arttırmıştır (Çağlar ve Demirci, 2018). Bitki dokularında yer alan ve kırmızı-mor skalasında renge sahip olan üzümsü meyvelerde yüksek oranda bulunan, antioksidan kapasiteden sorumlu fenoller, antosiyaninler ve diğer flavonoidler insan sağlığı açısından önemli faydalara sahiptir. Bu fenolik bileşikler, antimikrobiyal aktivite ve antikansorojen etki göstermektedirler (Berk ve Tuna, 2017).

Üzümsü meyveler grubunda yer alan çilek botanik olarak sınıflandırıldığında *Rosales* takımının *Rosaceae* familyası, *Rosoideae* alt familyası ve *Fragaria* cinsine girer. Dünya geneline yayılmış çok fazla çilek türü vardır. Çeşitli melezleri ve kültür formları da bulunur. Yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan çilek türü *Fragaria x ananassa* Duch. Dır (Hummer ve Janick, 2009). Çilek dünyanın pek çok ülkesinde farklı agro-klimatik koşullarda yetiştirilebilen ve fazla miktarlarda tüketilen bir üzümsü meyve türüdür). Dünya çapında taze ve işlenmiş çileğe yoğun bir talep olmasından dolayı çilek üzümsü meyveler arasında en çok araştırılan meyve kategorisinde yer almaktadır. Dünyada 2019 yılı itibarı ile 3 960 bin da alanda çilek yetiştiriciliği yapılmakta ve toplam çilek üretiminin 8.8 mil-

yon ton olduğu belirtilmektedir. Dünya çapındaki çilek üretiminin 160 090 da alanda 486 705 ton olarak Türkiye tarafından karşılanmaktadır. Türkiye bu değerle dünyanın 5. çilek üreticisi konumundadır. Ülkemizdeki ortalama verim ise 3.02 ton/da'dır. Toplam üretim bakımından dünyanın önde gelen ülkeleri arasında olan Türkiye'nin ortalama verimi ise birçok üretici ülkenin gerisinde yer almaktadır. Bitkisel ürünlerin verimlilikleri bitkilerin genetik potansiyeli, yetiştirme koşulları, hastalık zararlılarla mücadele oranı, iklim ve toprak koşulları ile ilgilidir. Türkiye'de genellikle yetiştirilen çilek çeşitleri, dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi, Amerika Birleşik Devletleri menşeilidir. Ancak ülkemizde benzer çeşitlerle üretim yapan birçok ülkenin aksine ortalama verim düşüktür. İklim ve toprak koşulları irdelendiğinde ise, Türkiye'nin yetiştiricilik yapılan Akdeniz ve Ege sahil bölgelerinin iklim özellikleri bakımından çilek yetiştiriciliği için uygun olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra ülkemizde, çilek yetiştiriciliğinin olumsuz iklim koşullarından etkilenmemesi için yüksek oranda örtüaltı üretim yapılmaktadır. Türkiye'deki örtüaltı meyve yetiştiriciliğinin %88,39'luk bir oranı Akdeniz Bölgesinde gerçekleştirilmektedir. Örtüaltı yetiştiriciliğinde sebze ve çiçeklerden sonra üçüncü sırada meyveler yer almakta ve meyvelerden ise en çok muz ile çilek yetiştirilmektedir. Örneğin Antalya ili 43 647 ton'luk bir üretim miktarıyla Türkiye çilek üretiminin %10,51'lik bir kısmını karşılamaktadır. Antalya ilinde yetiştirilen çileğin %97,56 gibi önemli bir oranı ise örtüaltı yetiştiriciliğinden elde edilmektedir (TÜİK, 2016). Çilek verimi ve meyve kalitesi, fotoperiyot ve sıcaklık arasındaki ilişki, dinlenme dönemi uzunluğu, hastalık direnci, toprak koşullarına tolerans, kış soğuklarına karşı direnç, yüksek sıcaklıklara karşı tolerans ve genetik potansiyel gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir (**Janick ve Moore, 1996**). Çilek meyvesinin, çeşitlerine, yetiştirme koşullarına ve hasat sonrası depolama özelliklerine göre vitamin ve mineral içeriği, besin elementi değerleri değişiklik gösterse de önerilen, sağlıklı bir besin kaynağıdır (**Giampieri ve ark., 2012).** Çilek meyvesinin biyokimyasal bileşimi, meyvenin tadını ve insan sağlığı üzerine de etkili olan çeşitli bileşiklerin oranlarını belirlemektedir. Aynı zamanda bu içerik yetiştiricilik tekniklerinden ve uygulamalardan etkilenmektedir. Genel olarak meyve kalitesi, genetik ve çevresel faktörlerden, yetiştiricilik tekniklerinden ve bu faktörlerin interaksiyonundan etkilenebilmektedir. Diğer meyvelerle kıyaslandığında çileğin yüksek bir antioksidan kapasitesine sahip olduğu, bu aktivitenin fenolik bileşikler ve antosiyaninlerle ilişkili olduğu belirtilmektedir (**Wang ve Lin, 2000, Oszmianski ve Wojdylo, 2009**). Diğer bütün meyve türlerinde olduğu gibi, çilek yetiştiriciliğinde de çeşit seçimi ve yetiştiricilik koşulları büyük önem taşımaktadır. Her çilek çeşidi her bölgede iyi sonuç vermemekte, verim ve meyve özellikleri bölgeden bölgeye değişiklik göstermektedir (**Ağaoğlu, 1986; Konarlı, 1986; Özdemir ve ark., 2003**). Tüm bu olum-

suz koşulların ortadan kaldırılması doğru çeşit seçimi ve uygun yetiştiricilik tekniklerinin uygulanması ile mümkün olabilecektir. Bu sebeple farklı ekolojik koşullarda kullanılabilecek yeni uygulama ve tekniklerin araştırılması ve sonuçlarının ortaya konması son derece önem taşımaktadır.

Dut (*Morus* spp.), *Urticales* takımının *Moraceae* familyasının *Morus* cinsine girmektedir. Farklı iklim ve toprak koşullarına adapte olabilen, tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yetiştirilebilen bu bitki Anadolu'nun anavatanı olması sebebiyle de ülkemizin pek çok bölgesinde yabani ve kültür formlarında bulunmaktadır (Erdoğan ve Pırlak, 2005). Dut pekmez, reçel, pestil, dut ezmesi, dondurma imalatı, cevizli sucuk, sirke, meyve suyu konsantresi gibi farklı şekillerde değerlendirilebilen meyvelerinin yanı sıra yüksek ekonomik değere sahip kerestesi ile de önem taşıyan bir meyve türüdür. Ayrıca dut yaprakları ipek börekçiliği açısından da önem taşımaktadır.

Üzümsü meyveler grubunda yer alan diğer bazı meyve türleri ise böğürtlen, ahududu, maviyemiş, aronya ve kocayemişdir. Böğürtlen ve ahududu *Rosaceae* familyasının *Rubus* cinsinde yer almaktadır. Bu cins içerisinde bulunan 12 adet alt cinsten *Eabatus* ve *Idaebatus* alt cinsleri ve bunlara giren türler önem taşımaktadır (Hummer ve Janick, 2009). Üzümsü meyvelerden olan böğürtlen, insan sağlığına olan faydasından dolayı tüketimi tavsiye edilen, yumuşak etli, sulu, yenebilen meyveleri olan ve küçük büyük herkes tarafından sevilerek tüketilen, süt ve yoğurt, dondurma, pasta, meyve suyu, alkol ve meyve kurutma sanayi tarafından değerlendirilebilen ekonomik değeri yüksek meyve türleridir.

2. NANOTEKNOLOJİ

Artan dünya nüfusunun gıda talebinin karşılamak amacıyla son 20 yüzyılda hızla artan çalışmalar geçekleşmiştir. Sentetik kimyasalların keşfi ve tarımsal üretimde kullanılması tarımsal verimliliği hızlı bir şekilde arttırmıştır. Uzun yıllar boyunca yoğun miktarlarda bitkisel ve hayvansal üretimde kullanılan sentetik kimyasallar yıllar içerisinde insan ve çevre sağlığında önemli sorunlara yol açmıştır. Ortaya çıkan problemlerin çözümü için alternatif yetiştirme teknikleri ve materyal arayışı içerisine girilmiştir. Bu arayışlar çerçevesinde dikkat çeken yöntemlerden birisi ise tarımda nanoteknolojinin kullanımı olmuştur. "Nano" kelime olarak, fiziksel bir büyüklüğün milyarda biri boyutuna eşit bir uzunluk birimidir. Boyutları 100 nm'nin altında olan nanopartiküller (NP) maddeler üzerinde ölçme, tasarlama, modelleme, düzenleme ve işleme gibi çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır (Nikalje 2015; Çıracı 2005). NP'ler biyoteknoloji, tıp, eczacılık, enerji, havacılık, elektronik, savunma sanayii, kozmetik sanayii, boya ve plastik sanayi ve gıda endüstrisi gibi birçok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bununla birlikte otomotiv sanayii, cam

ve seramik sanayii, tekstil ve inşaat sektörlerinde de kullanım alanlarına sahiptir. Nanoteknoloji sektöründe metal oksitler, seramikler, manyetik malzemeler, yarı iletkenler, kuantum noktaları, lipidler, polimerler (sentetik veya doğal), dendrimerler ve emülsiyonlar gibi farklı materyaller nanopartikül yapımında kullanılmaktadır (Puoci ve diğ. 2008). Maddenin çok küçük boyutlara indirgenerek uygulanması kullanılan hammaddenin etkinliğini ve kullanım miktarını azaltmaya olanak tanımaktadır. Nano ölçek düzeyine indirgenen maddelerin, yüzey alanı, katyon değişim kapasitesi, iyon adsorpsiyonu ve kompleksleşme gibi özellikleri makro boyutlu hallerinden farklı olarak iyileştirilmiş olmaktadır. Makro boyutlu partiküllerle karşılaştırıldığında, nanopartiküller, adsorpsiyon ve redoks reaksiyonları gibi işlemler açısından farklı yüzey kompozisyonlarına, farklı tip ve yoğunluklara ve reaktiviteye sahip olabilirler bu durum ise tarımsal kullanım için nanomalzemeleri daha etkili bir hale dönüştürebilir (Mukhopadhyay, 2014).

Nanoteknolojinin tarım ve gıda endüstrilerine uygulanması da günümüzde dikkat çekmektedir. Tarımda nanoteknolojinin kullanılması, özellikle son 20 yılda, kamu finansmanın etkisi ile de ivme kazanmıştır. Nanoteknoloji, fizik, kimya, ilaç farmakoloji, malzeme bilimi, tıp gibi birçok bilim alanda uzun yıllar farklı şekillerde kullanım alanı bulmuş ve bu alanlardaki etkinliği tarımsal üretim sektörü açısından da umut doğurmuştur. Nanoteknoloji tarımsal üretimde ürün verimliğini arttırmak, toprak kalitesini iyileştirmek, akıllı tarım sistemleri geliştirmek ve bitki büyümesini stimüle etmek amacıyla kullanılabilmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda, nanogübreler, nanosensörler, stres toleransını arttırmada kullanılan çeşitli nanopartiküller ve nanopestisitler tarımsal üretim sektöründe yerlerini almışlardır.

2.1. Nanogübreler

1970'lerden itibaren uzun yıllar boyunca bitkisel verimliliği arttırmak amacıyla tarımda yüksek miktarlarda amonyum tuzları, üre ve nitrat veya fosfat bileşikleri formundaki sentetik gübreler kullanılmış, gıda üretimi önemli ölçüde artırılmış ancak kullanılan bu kimyasallar toprak mikroflorası üzerinde olumsuz etkilere yol açmıştır. 1988 deki 78 milyon ton olan dünyadaki sentetik azotlu gübre kullanımı 30 yıl içerisinde % 37 artarak 108 657 995.07 tona ulaşmıştır (FAO, 2021). Bitkisel üretimde çok yüksek oranlarda uygulanan gübrelerin bitkiler tarafından kullanım oranı ise ne yazık ki çoğu zaman uygulanan miktarın yarısından dahi daha azdır. Bitkilerin kullanmadığı gübreler ise yağmur suyu, yüzey suları ile genellikle toprakta veya sularda kirlilik meydana getirmektedir (Liu ve Lal, 2015). Tüm nedenlerden dolayı sadece ürünlerin verimliliğini ve kalitesini artırmak için değil, aynı zamanda üretiminde sürdürülebilirliği

artırmak için yavaş/kontrol salımlı gübrelerin geliştirilmesi önem taşımaktadır (Zulfiqar ve diğ, 2019). Örneğin, geleneksel formülizasyonuna ($ZnSO_4$) göre ZnONP'ler küçük boyutları, kolay çözünürlükleri gibi özellikleri nedeniyle bitki tarafından daha hızlı ve kolay bir şekilde absorbe edilebilmektedirler (Prasad ve diğ., 2012).

Bitki besin gereksinimlerine bağlı olarak, nanogübreler makronanogübre, mikronanogübre, ve nanopartikül gübre olmak üzere 3 farklı katagoride incelenebilmektedir. Makronanogübreleri, kimyasal olarak bir veya daha fazla makro besin elementinden (örn., N, P, K, Mg ve Ca) oluşmakta ve bu temel makro besinlerin bitkiler tarafından kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bitki mikro besinleri arasında ise demir (Fe), manganez (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu) ve molibden (Mo) bulunmaktadır (Chhipa, 2017). Nanogübrelerin geliştirilmesi ve uygulanması henüz çok yeni bir konu olduğundan, tarla koşullarında mikronanogübrelerin uygulanmasının etkileri ve avantajları sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. N, P, K, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn ve karbon nanotüpler dahil olmak üzere farklı nanogübrelerin kullanımının etkinliği bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Solanki ve diğ., 2016).

Delfani ve diğ. (2014), börülcede (*Vigna unguiculata*) Mg-NP ve Fe-NP solüsyonlarının yapraktan uygulamasının etkinliğini araştırmış ve çalışma sonucunda 0.5 g L^{-1} Mg-NP ve Fe-NP kombinasyonunun 1000 tohum ağırlığını arttırdığını gözlemlemiştir. Fe-NP'lerinin soya fasulyesinin klorofil içeriği üzerindeki etkisinin, fotosentez reaksiyonlarının farklı aşamalarında hem biyokimyasal hem de enzimatik verim üzerinde etkili olabileceği bildirmektedir (Ghafariyan ve diğ., 2013). Kumar ve diğ. (2017), farklı demir oksit ve çinko oksit nanopartikül konsantrasyonlarının çilek (*FragariaXAnanassa* duch.) bitkisinin büyüme gelişme ve verimine etkisini araştırmışlar ve çalışma sonunda, çinko oksit ve demir oksit NP'lerinin 150 ppm kombine uygulamasının bitki büyüme gelişme ve verim üzerine önemli düzeyde etki ettiğini bildirmişlerdir.

2.2. Nanopestisitler

FAO verilerine göre 1998 yılında 2,9 milyon ton olan dünya çapındaki pestisit kullanımı 2008 yılında 3,8 milyon tona, 2018 yılında ise 4,1 milyon tona ulaşmıştır (FAO, 2021). Yüksek miktarlarda ve kurallara uyulmadan yapılan pestisit uygulamaları dünyanın bir çok bölgesinde doğal dengenin bozulmasına, toprak, hava, su kirliliklerine, yaban hayatında olumsuz etkilere ve tür çeşitliliğin azalmasına aynı zamanda insan sağlığında bozulmalara yol açmıştır. Entegre mücadele veya konvansiyonel mücadele yöntemleri içerisinde kullanılan sentetik kimyasallar, toprağın farklı düzeylerine ulaşmakta ve toprak mikroorganizmalarının popülasyonlarını düşürebilmektedir. Bu durum ise toprakların yıldan

yıla verimliliğinin azalmasına sebep olmaktadır (Ragaei ve Sabry, 2014). Nano teknoloji kapsamında üretilen nanopestisitler ise bu tablonun olumsuz etkilerinin azaltılabilmesi açısından umut verici olarak görülmektedir (Nowack, 2009). Son yıllarda polimer bazlı formülasyonlar, inorganik nanopartiküller (örneğin silika, titanyum dioksit) ve nanoemülsiyonlar içeren formülasyonlar nanopestisit araştırma ve uygulamaları açısından ön plana çıkmaktadır.

Yapılan bazı çalışmalarda özellikle metal NP'lerinin çeşiti bitki hastalık ve zararlı etmenlerine karşı etkili olduğu bildirilmektedir. Silikadan elde edilen nano-silika, fizyosorpsiyon ile kütikül lipidleri içine emilir ve böylece yapraklara ve gövde yüzeyine uygulandığında sadece fiziksel yollarla böceklerin ölümüne neden olur. Hidrofobik nano-silika (~3–5 nm), tarımsal ürünlerde zararlı olan bazı böcekler ve veterinerlik açısından önem taşıyan hayvan ektoparazitlerini kontrol etmek için başarılı bir şekilde kullanılabilir (Ulrichs ve diğ., 2005).

Dünyada bitkisel üretimde bilhassa fungal hastalıkların kontrol edilmesi amacıyla kullanılan bakır (Cu) piyasada nanopestisit formülizasyonunda [$Cu(OH)_2$] ticari olarak bulunmakta ve tarımda kullanılmaktadır (Li ve diğ, 2019). Gümüş nanoparçacıkların elde edilen nanopestisit formülleri (Ag), *Biploaris sorokinniana*, *Botrytis cinerea, Colletotrichum gloeosporioides, Fusarium culmorum, Phythium ultimum, Phoma, Megnaporthe grisea, Trichoderma* sp. *Scalerotinia sclerotiorum Sphaerotheca pannasa* ve *Rhizoctonia solani* gibi fitopatojenlere karşı geniş spektrumlu bir etki göstermektedir (Chhipa, 2017). Luksiene ve diğ. (2020), çilekte görülen fungal hastalıklar üzerine ZnO NP'lerinin etkinliğini araştırmış ve çalışma sonunda, *in vitro* şartlarda bu NP'nin yüksek antifungal etki gösterdiğini, açıkta yetiştiricilikte verimi önemli düzeyde arttırdığını, hasat sonrası meyvelerde fungal hastalık gelişiminin geciktiğini, bu NP'nin ticari fungusitlere alternatif olabileceğini bildirmişlerdir. Mekawy (2021) Potasyum Nano kitosanın yapraktan ve topraktan uygulamasının Flame çekirdeksiz üzümlerinin büyüme, verim ve tane kalitesi üzerindeki etkisini araştırmış ve çalışma sonunda; kitosan ile yapılan yaprak uygulamalarının vejetatif büyümeyi (sürgün çapı ve yaprak alanı) önemli ölçüde arttırdığını, nano kitosan Potasyum gübresinin aynı şekilde yapraktan uygulanmasının, verimi ve meyve kalitesini önemli ölçüde artırdığını, potasyum Nano kitosan'ın potasyum sülfat uygulamaları ile birlikte yapraktan uygulanmasının ise, asma yapraklarının yaprak sapındaki N ve K içeriğini kontrole göre önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir. Hashim ve ark., (2019), silika, kitosan ve bakır NP'lerinin in vitro ve in vivo koşullarda sofralık üzümlerde sorun olan *Botrytis cinerea*'ya karşı etkinliğini araştırmışlardır. Araştırmacılar çalışma sonucunda kitosan ve silika NP'lerin, hif büyümesinin inhibisyonuna ve / veya hücre duvarı bozulmasına neden

olduğunu bildirmişlerdir. Kitosan ve silika NP konsantrasyonun, DNA bütünlüğünü etkilediğini, kitosan veya silika NP'lerin tek bir uygulamasının sofralık üzümlerin gri küfünü azaltmayı başardığını ve bu hastalığın mücadelesinde silika ve kitosan NP'lerin önerilebileceğini bildirmişlerdir.

2.3. Bitkilerde Abiyotik Stres Toleransını Arttırmada Kullanılan Nanopartiküller

Küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu kuraklık, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklık gibi abiyotik stres faktörleri günümüzde tarımın en önemli problemlerinden birisidir. Kurak ve tuzlu koşullar bitkilerde fizyolojik ve metabolik değişmelere yol açmak suretiyle üründe nitelik ve nicelik kaybına neden olmaktadır (Levitt, 1980). Çeşitli araştırma kuruluşları ve araştırmacılar tarafından önümüzdeki yıllarda iklim değişikliğine bağlı olarak kuraklık olaylarında önemli düzeyde artış olabileceği ileri sürülmektedir. Hava sıcaklıklarındaki artış, kuraklığın bitki büyümesini ve gelişmesini ciddi şekilde sınırlayan yaygın bir çevresel stres haline geldiğini göstermektedir. Dünyanın ekilebilir arazilerinin yaklaşık üçte biri, tarımsal üretim için su kaynağı sıkıntısı çekmektedir. Türkiye ise, küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından, riskli ülkeler arasında yer almaktadır. Yağışlardaki uzun süreli azalma eğilimleri ve belirgin kurak koşullar, Türkiye'yi de içerecek bir biçimde Akdeniz Havzası'nın önemli bir bölümünde de etkili olmuştur (Türkeş, 2012). Su kaynakları azalmakta ve suya olan istek her geçen gün artmaktadır. Önümüzdeki yıllarda su kaynaklarının kullanımı ve niteliği, arazi kullanım şekli ve tarım yöntemleri değişecek, verimlilik azalacak (Kanber ve ark., 2005) bu durum ekonomik ve sosyal problemleri de beraberinde getirecektir. Tarımsal sulama kaynaklarının her geçen gün azaldığı göz önünde bulundurulduğunda yakın gelecekte sulama suyunun bitkinin ihtiyaç duyduğu zaman ve miktarda bulunamayacağı aşikardır. Ayrıca, kurak yılların daha sık yaşanması beklenmektedir ve özellikle yaz aylarında bitkiler için sulama suyu bulabilme olanakları azalacaktır. Etkisi her geçen gün daha da fazla hissedilen ve süreklilik gösteren abiyotik stres faktörlerine karşı toleransı arttırabilecek yetiştiricilik tekniklerinin ortaya konması ve pratiğe aktarılması gerek meyvecilik sektörü gerekse ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır.

Nanopartikül (NP) kullanımının, abiyotik strese karşı bazı bitkilerin toleransını arttırmada son derece başarılı olduğu, hızlı ve etkili sonuç verdiği aşağıda sıralanan çeşitli çalışmalarda gösterilmektedir. Çilek, üzüm, mango, nar ve hurma gibi birçok bahçe bitkileri ürününde nanogübreler ile yapılan gübreleme ürünlerin verim ve kalitesini arttırabildiği gibi tuzluluk ve alkalilik gibi abiyotik faktörlerin neden olduğu stresin zararlı etkilerinin azaltılmasına katkı sunabilmektedir (Zahedi ve ark., 2020;

Dehghanipoodeh ve ark., 2016). Qin ve Tian (2009), silisyumun (Si), bitkilerin savunma sistemini aktive ederek ve antioksidan görevi gören fenolik bileşikler üreterek bitkileri tüm streslerden korumada faydalı olduğunu öne sürmüşlerdir. Örneğin bir metaloid olan silikon (Si) kuraklık stresinde bitki büyüme ve gelişmesi üzerine olumlu etkide bulunmuştur (Helaly ve ark., 2017). Zahedi ve ark., (2020) yapmış oldukları çalışmada kuraklık stresi altında SiO_2, Se ve Se/SiO_2 nanopartiküllerinin çilek bitkileri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda SiO_2, Se ve Se/SiO_2 nanopartiküllerinin (50 ve 100 mg L^{-1}) içeren solüsyonların, normal ve kuraklık stresi koşullarında (%30, 60, 100) büyüyen çilek bitkilerinin büyüme ve verim parametrelerini iyileştirdiği bildirilmiştir. Mozafari ve ark. (2018) demir nanopartikülleri ve salisilik asidin (SA) kuraklık stresi altında in vitro koşullarında çilek bitkisi (*Fragaria* × *ananassa*) üzerinde etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, kuraklık stresinin olumsuz etkilerini salisilik asidin ortadan kaldırdığını, FeNP'lerle muamele edilen çilek bitkilerinin edilmeyenlere göre kuraklık stresiyle daha fazla mücadele edebildiğini bildirilmişlerdir. Camarosa çilek çeşidinde nano-silika (Si-NP'ler) uygulamasının, terlemeyi, spesifik yaprak alanını ve yaprak sapı uzunluğunu azalttığı ve ayrıca yaprak sayısı ve su kullanım verimliliği gibi farklı özellikleri olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir (Dehghanipoodeh ve ark., 2016).

Selenyum (Se) NP'lerinin ekzojen uygulamalarının kuraklık stresi koşullarında yetiştirilen narda (Zahedi ve ark., 2021) ve tuzluluk stresi koşullarında yetiştirilen çilekte (Zahedi ve ark., 2019) süperoksit dismutaz (SOD ve peroksidaz (POX) gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerini artırarak stres kaynaklı lipid peroksidasyonunu ve H_2O_2 içeriğini azalttığı böylece bitki toleransını arttırdığı bildirilmektedir. Ayrıca SeNP'lerin organogenezi uyararak buğdayda kök büyümesini desteklediği ve kuraklığa karşı dayanımı bu şekilde arttırdığı bildirilmektedir (El-Saadony ve ark., 2021).

Silisyumun (Si) ise kuraklık dahil olmak üzere stres faktörlerinin etkilerini hafifleten faydalı bir element olduğu belirtilmektedir (Zahedi ve ark., 2020). Bu elementin etkileri şu şekilde sıralanabilmektedir; antioksidan savunma sistemlerinin aktive edilmesi, fotosentetik enzimlerin aktivasyonunun, fotosentetik pigmentlerin içeriğinin, toplam çözünür protein miktarının ve prolin içeriğinin arttırılması, su kullanım etkinliğinin artırılması, transprasyonun azaltılması (Shen, 2017; Hajiboland ve ark. 2017; Dehghanipoodeh ve ark., 2016), besin alımının teşvik edilmesi (Chen ve ark. 2018), vejetatif büyümenin ve verimin arttırılması (Zahedi ve ark., 2020; Amin ve ark., 2016; Dehghanipoodeh ve ark., 2016). Bitkilerde önemli pozitif etkilere sahip olan Si'un NP formundaki uygulamaları abiyotik stresin olumsuz etkilerini bertaraf etmede oldukça etkili bulun-

muştur. Kurt (2020) in vitro koşullarda tuzluluk stresi altında yetiştirilen böğürtlende SiNP, AgNP ve FeNP'lerinin etkinliğini araştırmış ve çalışma sonucunda uygulamaların bitkinin vejetatif gelişimini yaprak oransal su içeriğini arttırdığını, SOD ve CAT aktivitelerine olumlu yönde etki ettiğini bildirmiştir. Duran (2020) da *in vitro* koşullarda kuraklık stresi altında yetiştirilen çilekte SiNP'lerinin farklı dozlarının etkisini araştırmış ve benzer şekilde uygulamaların bitkinin büyüme ve gelişmesini, YOSİ, SOD ve CAT aktivitesini arttırdığını bildirmiştir. Siddiqui ve ark. (2015) tuz stresi koşullarında yetiştirilen *Cucurbita pepo* L.'da SiNP uygulamasının antioksidan sistemini geliştirdiği, abiyotik stres faktörlerine karşı toleransı arttırdığı ve hücre su dengesini geliştiren bir bitki büyümesi indükleyicisi olduğunu bildirmiştir (Siddiqui ve ark. 2014). Bunun yanı sıra SiNP'nin kuraklık toleransı üzerine etkilerinin araştırıldığı çeşitli çalışmalarda bu materyalin kurak koşullarda yetiştirilen buğdayda büyokülteyi ve toplam çözünür protein miktarını arttırdığı (Behboudi ve ark., 2018), mısırda kuraklık stresi altında vejetatif büyüme parametrelerini, verimi, fotosentez oranını arttırdığı, transprasyonu ise azalttığı bildirilmektedir (Amin ve ark., 2016).

Üzümsü bir meyve olan çilekte SiNP ve SeNP'lerinin etkilerinin ise benzer şekilde pozitif yönde olduğu, bu materyallerin kuraklık stresi altındaki çilekte büyüme ve verim parametrelerinin iyileştirdiği ayrıca uygulamaların, bağıl su içeriğini, membran stabilite indeksini ve su kullanım verimliliğini arttırdığını, katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX), guaiacol peroksidaz (GPX) ve süperoksit dismutaz (SOD) gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini artırmak suretiyle ve lipid peroksidasyonu ile hidrojeni azaltarak kuraklık toleransını arttırdığı da bildirilmektedir. Uygulamaların meyve kalitesine de etkilerinin olduğu antosiyanin, toplam fenolik bileşikler (TPC), C vitamini ve antioksidan aktivite (DPPH) gibi biyokimyasal parametrelerde artış görüldüğü bildirilmiştir. Avestan ve ark., (2019) tuz stresi koşullarında yetiştirilen çilek bitkilerinde SiNP uygulamasının sürgün ve köklerde yaş ve kuru ağırlığı arttırdığını, prolin içeriği ve kanopi sıcaklığını iyileştirdiğini bildirmektedirler.

Metalik nanomateryaller arasında yer alan ve antimikrobiyal/antibakteriyel özelliği de bulunan gümüş nanopartikülleri (AgNP) ise en önemli nanopartiküller arasındadır. Doğru dozda yapılan AgNP uygulamalarının bitki büyüme ve gelişmesini teşvik etmede,klorofil içeriğini ve fotosentez oranını arttırmada (Sharma ve ark., 2012) etkili olduğu belirtilmektedir.

AgNP'lerin çeşitli bitkilerde kuraklık ve tuzluluk faktörlerine karşı da direncin geliştirilmesinde oldukça etkili olduğu bildirilmektedir. AgNP uygulamasının kuraklık stresi altındaki mercimekte (Hojjat, 2016) ve kekikte (Ghavam, 2019) çimlenme yüzdesini arttırdığı bildirilmektedir. Ahmed ve ark., (2021) ise benzer şekilde kurak koşullarda yetiştirilen

buğdayda AgNP ve CuNP uygulamalarının klorofil kararlılık indeksini, yaprak oransal su içeriğini ve yaprak potasyum (K) içeriğini arttırmak suretiyle bitkinin kuraklık toleransını arttırdığını bildirmektedirler. Araştırmacılar ayrıca AgNP ve CuNP uygulamasının verimi, bitkinin su tutma kabiliyetini iyileştirdiği bildirilmiştir. Alabdallah ve ark., (2021) kuraklık stresi altında yetiştirilen patlıcanda yürüttükleri çalışma sonucunda AgNP'lerin, antioksidan enzimleri arttırdığını, prolin birikimini, H_2O_2 ve MDA içeriğini ise azalttığını belirtmişlerdir. AgNPler ile yapılan çalışmalar incelendiğinde bu NP'nin, kuraklığın bitki üzerindeki etkisini azaltma potansiyeli olduğunu, kuraklık stresi altında bitkilerin büyüme ve gelişmesini arttırabilecek çevre dostu ve düşük maliyetli bir uygulama olduğu görülmektedir.

Fe, bitki büyümesi ve gelişimi için gerekli ve büyümede sınırlayıcı bir mikro besin elementidir. Bu elemente bitki büyüme ve gelişmesi için, fotosentezden solunuma kadar çok çeşitli biyokimyasal süreçler için gerek duyulmaktadır. Bitkilerde biyokimyasal reaksiyonları katalize eden yaklaşık 140 enzim için bir kofaktördür (Armin ve ark., 2014). Fe, elektron taşıma sisteminde yer aldığı gibi, kloroplast yapısının ve işlevinin korunmasında, Fe-S kümelerinin ve klorofilin (Chl) biyosentezinde gereklidir. Kuraklık stres koşullarından kaynaklanan Fe eksikliği, CAT, POD ve APX gibi bazı antioksidan enzimlerin aktivitelerini artırarak reaktif oksijen türlerini çıkarmak için bitkilerde koruma mekanizmalarını indükleyen oksidatif strese neden olabilmektedir (Jelali ve ark., 2010). Bitki tarafından Fe'in alımı toprak, iklim koşulları, gübrenin uygulanma şekli, bitkinin büyüme dönemi gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir (Liu ve ark., 2005). Bu nedenle bu elementin NP olarak uygulaması, çözünmeyen besinlerin toprakta çözünürlüğünü ve dağılımını artırabilir, besinlerin inaktivasyonunu azaltabilir ve biyoyararlanımlarını artırabilir (Askary ve ark., 2016). FeNP'leri, çok zengin bir Fe kaynağı olarak geniş bir pH aralığında kademeli Fe salınımı nedeniyle bitkiler daha yarayışlı olabilmektedir (Armin ve ark., 2014). Taiz ve ark., (2017), FeNP'leri ile yapılan gübrelemenin bilhassa sodyumun emilimini ve birikmesini azaltarak ve sodyum başına potasyum oranını arttırarak tuzluluk stresinde bitki direncini arttırdığını bildirmektedirler. Yapılan çalışmaların sonucunda ortaya konan veriler incelendiğinde demir nano-gübre uygulamasının kökün seçici plazma membran geçirgenlik özelliklerini arttırdığı görülmektedir. Mozafari ve ark., (2018) çilekte kuraklık stresinin olumsuz etkilerini bertaraf etmede ve verimi arttırmada FeNP ve salisilik asit (SA) uygulanmasının etkili olduğunu bildirmektedirler. Mozafari ve ark. (2018) nın in vitro koşullar altında yürüttükleri bir diğer çalışmada ise FeNP ve SA'nın kuraklık stresi altında yetiştirilen çileğin bitki gelişim parametrelerini

olumlu yönde etkilediği, FeNP uygulamasının stres koşuları altında uygulanabileceği belirtilmektedir.

3. SONUÇ

Nanoteknoloji, metrenin milyarda biri ölçeğindeki birimlerde maddelerin fiziksel, kimyasal özelliklerini manipüle edebilme olanağı sağlayan yeni ve popüler bir araştırma alanıdır. Tarımsal üretimde, ürünlerin verimliliklerini arttırmak amacıyla yeni teknolojiler sıklıkla uygulama alanı bulmaktadır. Tarımsal üretimde, geleneksel yöntemlerle üretilen sentetik kimyasalların yerine nanomateryallerin kullanımının çevresel kirliliği azaltabileceği öngörülmektedir. Bu ön görülerin yanı sıra nano gübrelerin bitkiler açısından, besin elementlerinin kullanım etkinliğini arttırabileceği, nanopestisitlerin ise hastalık ve zararlıları önlemede daha etkili olabileceği düşünülmektedir. Konvansiyonel yöntemlerle üretilen sentetik kimyasallara kıyasla çevresel duyarlılığı daha yüksek olan nanopestisitlerin ve nanogübrelerin üretimine ve kullanımına yönelik ilgi her geçen gün artmaktadır.

KAYNAKLAR

Ahmed, T., Noman, M., Manzoor, N., Shahid, M., Abdullah, M., Ali, L., ... & Li, B. (2021). Nanoparticle-based amelioration of drought stress and cadmium toxicity in rice via triggering the stress responsive genetic mechanisms and nutrient acquisition. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *209*, 111829.

Alabdallah, N. M., & Hasan, M. M. (2021). Plant-based green synthesis of silver nanoparticles and its effective role in abiotic stress tolerance in crop plants. *Saudi Journal of Biological Sciences*.

Amin, M., Ahmad, R., Ali, A., Aslam, M., & Lee, D. J. (2016). Silicon fertilization improves the maize (Zea mays L.) performance under limited moisture supply. *Cereal research communications*, *44*(1), 172-185.

Armin, A., Fotouhi, R., & Szyszkowski, W. (2014). On the FE modeling of soil–blade interaction in tillage operations. *Finite elements in analysis and design*, *92*, 1-11.

Askari, S., Siahmard, A. B., Halladj, R., & Alipour, S. M. (2016). Different techniques and their effective parameters in nano SAPO-34 synthesis: A review. *Powder Technology*, *301*, 268-287.

Avestan, S., Ghasemnezhad, M., Esfahani, M., & Byrt, C. S. (2019). Application of nano-silicon dioxide improves salt stress tolerance in strawberry plants. *Agronomy*, *9*(5), 246.

Beattie, J., Crozier, A., & Duthie, G. G. (2005), Potential health benefits of berries. *Current Nutrition & Food Science*, *1*(1), 71-86.

Behboudi, F., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kassaee, M. Z., Modares Sanavi, S. A. M., & Sorooshzadeh, A. (2018). Improving growth and yield of wheat under drought stress via application of SiO2 nanoparticles. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *20*(7), 1479-1492.

Chen, R., Zhang, C., Zhao, Y., Huang, Y., & Liu, Z. (2018). Foliar application with nano-silicon reduced cadmium accumulation in grains by inhibiting cadmium translocation in rice plants. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*(3), 2361-2368.

Chhipa, H. (2017), Nanofertilizers and nanopesticides for agriculture. *Environmental chemistry letters*, *15*(1), 15-22.

Çağlar, M., & Demirci, M. (2017), Üzümsü meyvelerde bulunan fenolik bileşikler ve beslenmedeki önemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *7*(11), 18-26.

Çıracı, S., Özbay, E., Gülseren, O., Demir, H. V., Bayındır, M., Oral, A., ... & Dana, A. (2005), Türkiye'de nanoteknoloji. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*.

Dehghanipoodeh, S., Ghobadi, C., Baninasab, B., Gheysari, M., & Bidabadi, S. S. (2016), Effects of potassium silicate and nanosilica on quantitative and qualitative characteristics of a commercial strawberry (fragaria× ananassa cv.'camarosa'). *Journal of Plant Nutrition*, *39*(4), 502-507.

Delfani, M., Baradarn Firouzabadi, M., Farrokhi, N., & Makarian, H. (2014), Some physiological responses of black-eyed pea to iron and magnesium nanofertilizers. *Communications in soil science and plant analysis*, *45*(4), 530-540.

El-Saadony, F., Mazrou, Y. S., Khalaf, A. E., El-Sherif, A., Osman, H. S., Hafez, E. M., & Eid, M. A. (2021). Utilization Efficiency of Growth Regulators in Wheat under Drought Stress and Sandy Soil Conditions. *Agronomy*, *11*(9), 1760.

Erdoğan, Ü., & Pırlak, L. (2005), Ükemizde dut (Morus spp.) üretimi ve değerlendirilmesi. *alatarım*, *4*(2), 38-43.

FAO (2021), http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA .

Ghafariyan, M. H., Malakouti, M. J., Dadpour, M. R., Stroeve, P., & Mahmoudi, M. (2013), Effects of magnetite nanoparticles on soybean chlorophyll. *Environmental science & technology*, *47*(18), 10645-10652.

Hajiboland, R., Cherghvareh, L., & Dashtebani, F. (2017). Effect of silicon supplementation on wheat plants under salt stress. *Journal of Plant Process and Function*, *5*(18).

Hashim, A. F., Youssef, K., & Abd-Elsalam, K. A. (2019), Ecofriendly nanomaterials for controlling gray mold of table grapes and maintaining postharvest quality. *European Journal of Plant Pathology*, *154*(2), 377-388.

Helaly, M. N., El-Hoseiny, H., El-Sheery, N. I., Rastogi, A., & Kalaji, H. M. (2017), Regulation and physiological role of silicon in alleviating drought stress of mango. *Plant physiology and biochemistry*, *118*, 31-44.

Hojjat, S. S., & Ganjali, A. (2016). The effect of silver nanoparticle on lentil seed germination under drought stress. *Int J Farm Allied Sci*, *5*(3), 208-212.

Hummer, K. E., & Janick, J. (2009), Rosaceae: taxonomy, economic importance, genomics. In *Genetics and genomics of Rosaceae* (pp. 1-17), Springer, New York, NY.

Jelali, N., Dell'orto, M., Abdelly, C., Gharsalli, M., & Zocchi, G. (2010). Changes of metabolic responses to direct and induced Fe deficiency of two Pisum sativum cultivars. *Environmental and experimental botany*, *68*(3), 238-246.

Kanber, R., Çullu, M. A., Kendirli, B., Antepli, S., & Yılmaz, N. (2005). Sulama, drenaj ve tuzluluk. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, 3-7.

Kumar, U. J., Bahadur, V., Prasad, V. M., Mishra, S., & Shukla, P. K. (2017), Effect of different concentrations of iron oxide and zinc oxide nanoparticles on growth and yield of strawberry (Fragaria x ananassa Duch) cv.

Chandler. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *6*(8), 2440-2445.

LeWitt, P. A. (1980). The neurotoxicity of the rat poison vacor: a clinical study of 12 cases. *New England Journal of Medicine*, *302*(2), 73-77.

Li, J., Rodrigues, S., Tsyusko, O. V., & Unrine, J. M. (2019), Comparing plant–insect trophic transfer of Cu from lab-synthesised nano-Cu (OH) 2 with a commercial nano-Cu (OH) 2 fungicide formulation. *Environmental Chemistry*, *16*(6), 411-418.

Liu, R., & Lal, R. (2015), Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. *Science of the total environment*, *514*, 131-139.

Liu, W. J., Zhu, Y. G., & Smith, F. A. (2005). Effects of iron and manganese plaques on arsenic uptake by rice seedlings (Oryza sativa L.) grown in solution culture supplied with arsenate and arsenite. *Plant and Soil*, *277*(1), 127-138.

Luksiene, Z., Rasiukeviciute, N., Zudyte, B., & Uselis, N. (2020), Innovative approach to sunlight activated biofungicides for strawberry crop protection: ZnO nanoparticles. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, *203*, 111656.

Mekawy, A. Y. (2021), Effect of Foliar Spraying with Zinc Oxide Nanoparticles on Vegetative Growth and Cluster Development of Flame Seedless Grapevine. *Journal of Plant Production*, *12*(3), 345-351.

Mozafari, A., Havas, F., & Ghaderi, N. (2018), Application of iron nanoparticles and salicylic acid in in vitro culture of strawberries (Fragaria× ananassa Duch.) to cope with drought stress. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, *132*(3), 511-523.

Mukhopadhyay, S. S. (2014), Nanotechnology in agriculture: prospects and constraints. *Nanotechnology, science and applications*, *7*, 63.

Nikalje, A. P. (2015), Nanotechnology and its applications in medicine. *Med chem*, *5*(2), 081-089.

Nowack, B. (2009), Is anything out there?: What life cycle perspectives of nano-products can tell us about nanoparticles in the environment. *Nano Today*, *4*(1), 11-12.

Prasad, T. N. V. K. V., Sudhakar, P., Sreenivasulu, Y., Latha, P., Munaswamy, V., Reddy, K. R., ... & Pradeep, T. (2012), Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. *Journal of plant nutrition*, *35*(6), 905-927.

Puoci, F., Iemma, F., Spizzirri, U. G., Cirillo, G., Curcio, M., & Picci, N. (2008), Polymer in agriculture: a review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, *3*(1), 299-314.

Qin, G. Z., & Tian, S. P. (2005), Enhancement of biocontrol activity of Cryptococcus laurentii by silicon and the possible mechanisms involved. *Phytopathology*, *95*(1), 69-75.

Ragaei, M., & Sabry, A. K. H. (2014), Nanotechnology for insect pest control. *International journal of science, environment and technology*, *3*(2), 528-545.

Sharma, V. K., Siskova, K. M., Zboril, R., & Gardea-Torresdey, J. L. (2014). Organic-coated silver nanoparticles in biological and environmental conditions: fate, stability and toxicity. *Advances in colloid and interface science*, *204*, 15-34.

Shen, Y. (2017). Rice husk silica-derived nanomaterials for battery applications: a literature review. *Journal of agricultural and food chemistry*, *65*(5), 995-1004.

Siddiqui, M. H., Al-Whaibi, M. H., Firoz, M., & Al-Khaishany, M. Y. (2015). Role of nanoparticles in plants. *Nanotechnology and plant sciences*, 19-35.

Solanki, P., Bhargava, A., Chhipa, H., Jain, N., & Panwar, J. (2015), Nano-fertilizers and their smart delivery system. In *Nanotechnologies in food and agriculture* (pp. 81-101). Springer, Cham.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Artmed Editora.

TÜİK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistik Veriler. https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1

TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistik Veriler. https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1

Türkeş, M. (2012). Kuraklık, Çölleşme ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin Ayrıntılı Bir Çözümlemesi. *Marmara Üniversitesi Avrupa Topluluğu Enstitüsü Avrupa Araştırmaları Dergisi*, *20*(1), 7-55.

Ulrichs, C., Mewis, I., & Goswami, A. (2005), Crop diversification aiming nutritional security in West Bengal: biotechnology of stinging capsules in nature's water-blooms. *Ann Tech Issue of State Agri Technologists Service Assoc*, 1-18.

Zahedi, S. M., Karimi, M., & Teixeira da Silva, J. A. (2020), The use of nanotechnology to increase quality and yield of fruit crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *100*(1), 25-31.

Zulfiqar, F., Navarro, M., Ashraf, M., Akram, N. A., & Munné-Bosch, S. (2019), Nanofertilizer use for sustainable agriculture: advantages and limitations. *Plant Science*, *289*, 110270.

Bölüm 19

TURUNÇGİL UZUN ANTENLİ BÖCEĞİ (*ANOPLOPHORA CHİNENSİS* (FORSTER, 1771) (COLEOPTERA; CERAMBYCİDAE))'İN MORFOLOJİSİ, BİYOLOJİSİ VE MÜCADELE ÇALIŞMALARI

***Temel GÖKTÜRK*[1]**

Çoskun KUTUROĞLU2

1 Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Artvin, temel.gokturk@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4064-4225

2 Ziraat Mühendisi ZMO Trabzon Yönetim Kurulu Üyesi, Trabzon ckuturoglu@hotmail.com

1. Giriş

İster endemik ister egzotik böcek türleri olsun zararlı böcek türleri tarım ve ormanlık alanlarda her zaman endişe kaynağı olmuştur. Yeryüzünde ağaçlara zarar veren binlerce böcek türü bulunmaktadır (Özkaya, 2021). Canlı bitki ve ağaç materyallerinin ticaretindeki artış beraberinde böcek türlerinin yayılışını da sağlamaktadır. Bunun sonucunda yeni yerleşim alanlarında istilacı yabancı böcekler olarak nitelendirilen bu türler önemli sorunlara neden olabilmektedir. Bu türlerden biri de Turunçgil Uzun Antenli Böceği (*Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera; Cerambycidae)) dir. Dünyada odunsu bitki materyallerinin ticareti ile yumurta, larva veya pupasının taşınması ile geniş alanlara yayılım gerçekleştirmiştir (EPPO, 2001). Dünyada doğal olarak bulunduğu Çin, Endonezya, Filipinler, Japonya, Kore, Malezya, Myanmar, Tayvan, Vietnam'ın yanı sıra istilacı yabancı tür olarak da Kuzey Amerika, Danimarka, Hırvatistan, Hollanda, Fransa İtalya, İsviçre, Litvanya, Romanya'da bulunmaktadır (EPPO, 2015; Van der Gaag et al., 2008). Ülkemizde bulunmayıp bu yolla ülkemize girdiği bilinmektedir (Arslangündoğdu ve Hızal, 2010; Hızal ve ark., 2015). Türkiye'deki ilk kez 2014 yılında Şile-İstanbul Kumbaba Fidanlığı'nda *Acer palmatum*, *A. saccharum* ve *Salix caprea* üzerinde tespit edilmiştir ve kısa bir sürede İstanbul'un bir çok ilçesine yayılmıştır (Hızal ve ark. 2015). *Anoplophora chinensis* Türkiye'ye ithal edilen süs bitkisi türleri ile girmiştir. Trabzon'da ilk kayıt *Acer palmatum* bitkisinde (Maçka-Esiroğlu) 2016 yılında gerçekleşmiştir (Eroglu ve ark., 2017).

A.chinensis, Asya kökenli bu tür Anoplophora cinsinin 36 türünden biri olup yüzden fazla odunsu bitki türüne saldırabilen odun delici bir türdür (Lingafelter ve Hoebeke, 2002; Van der Gaag ve ark., 2010; EPPO, 2013). Turunçgil uzun antenli teke böceği olarak bilinse de çok geniş bir konukçu dağılımının olması sebebiyle, ulaştığı tüm ülkelerde süs ağaçları, doğal orman ekosistemleri ve meyve ağaçları için en tehlikeli zararlılarından biridir (Herard ve ark., 2006; Haack ve ark., 2010). Bu konukçulardan en yaygın olanlar Turunç, Limon, Mandalina türleri başta olmak üzre *Acer spp.*, *Aesculus hippocastanum, Carpinus spp. Cornus spp.,Corylus spp., Cotoneaster spp., Crataegus spp., Fagus spp., Ficus spp., Hibiscus spp., Lagerstroemia spp., Mallotus spp., Malus spp.,Morus spp., Platanus spp., Populus spp., Prunus spp., Pyrus spp., Salix spp., Rosa spp. ve Ulmus spp.*'dir (Smith ve ark. 1997; EPPO, 2001; Van der Gaag et al. 2008; Haack et al. 2010; Cavagna ve ark., 2013).

Ölü ağaçlara saldıran birçok Cerambycidae türünden farklı olarak *A. chinensis,* genç yaşlı ayrımı yapmaksızın sağlıklı ağaçlara saldırmaktadır (Maspero ve ark., 2007). Türün erginleri ağaçların taze kabukları ile beslenerek sürgün ve genç dalları kuruturken (Kajiwara ve ark., 1986), larvalar ağaç gövdesinin dip kısımlarında ve köklerde floem ve kambiyumla

beslenir, köklerden üst kısımlarına doğru açtıkları yollarla odunu tahrip eder (Kawamura, 1985; Chambers, 2002; Lance, 2002). Yoğun larva bulunan ağaçlar, ağaç çapına bağlı olarak erkenden kuruyabilir veya kırılıp devrilir (Maspero ve ark., 2007). Yapılan incelemelerde 1 cm çapından büyük ağaçların içerisinde yumurta, larva ve pupası bulunabilmektedir (Maspero ve ark., 2005; Peverieri ve ark., 2012). Bulaşmanında bu fidanların taşınımı ile gerçekleştirği belirtilmektedir (Gyeltshen ve Hodges, 2005). Bitkiler üzerinde zararlının tespit edilmesi oldukça zordur. Larva yiyimleri esnasında öğüntülerin kabuktaki deliklerden dışarıya atılması en yaygın görülen belirtilerden biridir. Ayrıca ergin çıkışının ardından konukçu ağaç üzerinde 1 cm civarındaki ergin çıkış delikleri de görülebilmektedir (Altunışık, 2015). *A.chinensis*'in biyolojisinin incelendiği çalışmalarda yılda bir generasyona (univoltin) sahip olduğu ancak bazen generasyonunu iki yılda tamamladığı (bivoltin) belirtilmektedir (Maspero ve ark., 2007; Van der Gaag ve ark., 2008). Erginler 2 km mesafeden fazla uçarak yayılabilse de uzun mesafelere bitki materyali ile taşınmaktadır (Adachi, 1990). Yayıldığı alanlarda popülasyon artışlarını birkaç yıl içerisinde sağlayarak epidemi oluşturabilmektedir.

Avrupa Birliğinde karantina ve Avrupa Bitki Koruma Organizasyonu (EPPO, 1997) Ek A2 listesinde, Türkiye'de ise Bitki Karantinası Yönetmeliğinin Ek 1-B listesinde yer almaktadır. Avrupa ve Amerika'da görüldüğü alanlardaki naranciye, odunsu süs bitkileri, meyve ağaçları ve yapraklı ormanlar için ekonomik ve ekolojik tehdit oluşturmuştur (Nowak et al., 2001; Herard ve ark., 2006; Vukadin ve Hrasovec, 2008; Haack ve ark., 2010; Cavagna ve ark., 2013b; Meng ve ark., 2015).

A.chinensis ile mücadelede uygulanacak yöntemler oldukça sınırlıdır. Dünya Bitki Koruma Organizasyonları, bu türün yayılışını önlemek için karantina tedbirleri uygulamakta, fidan ithalatını sınırlamakta, zararlının görüldüğü bölgelerde ise mücadele kapsamında eradikasyon uygulamaları yürütülmektedir (Herard ve ark., 2006; Van der Gaag ve ark., 2010). Oldukça maliyetli olan bu mücadele yöntemine İtalya'da, 20 milyon Euro harcanmış, zararlının en çok tercih ettiği *Betula* ve *Acer* türlerinden 18.000 adet ağaç kesilerek imha edilmiş ve yerine zararlının konukçusu olmayan 17.000 adet ağaç *Ginkgo biloba* ve *Liquidambar stryciflua* türleri dikilmiştir (Jucker ve Lupi, 2011). ABD'de öncelikle survey çalışmaları yürütülmüş ergin çıkış delikleri tespit edilen ağaçlar kesilerek yonga halinde öğütülmüştür. Böceğin görüldüğü alanın 800 metreye kadar yakınındaki tüm ağaçlara insektisit (Imidacloprid) uygulaması yapılmıştır (USDA-APHIS 2006). ABD ve Kanada'da risk altındaki binlerce ağacın eradikasyon masrafları için 398 milyon dolar harcama yapılmıştır (Warren ve ark, 2009). Ülkemizde ise Zararlı Risk Analizi yürütülerek zararlının Türkiye için *A. Chinensis'*in risk oluşturduğu ortaya konulmuş Bitki Ka-

rantinası Yönetmeği değişikliği ile Bitki Karantinası Yönetmeliği'nin Ek 1-A listesinden çıkarılarak EK 1-B listesine alınmıştır. İstanbul'da sürvey çalışmaları yapılarak görüldüğü alanlarda İstanbul İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü ekipleri tarafından ile mücadele ve eradikasyon çalışmaları yürütülmüştür (Bozkurt, 2018).

Türkiye'de *A. chinensis*'in konu edildiği bir çok çalışma vardır (Altunışık 2015; Eroğlu ve ark., 2017; Hızal ve Arslangündoğdu 2017; Topakçı ve ark., 2017; Usta ve ark., 2017; Yafes 2017a, b; Bozkurt, 2018). Bu çalışmaların çoğu tespit, morfoloji ve biyolojisi üzerinedir. Yapılan bu çalışmada böceğin bölgedeki biyolojik incelemesi yanında zarar durumu, zarar boyutu ve yürütülen mücadele çalışmaları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metod

Çalışmanın ana materyalini Trabzon ili Maçka İlçesinedeki bazı mahallelerde (Esiroğlu, Öğütlü, Bahçekaya, Işıklar, Durali, Alaçam, Günay Mahallesi) zarar görmüş fındık bahçeleri ile bunlarda zarara neden olan *A.chinensis* bireyleri oluşturmaktadır.

Alandan japon şemsiyesi ile erginler, odun iç kısmından larva ve pupa örnekleri toplanarak Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Entomoloji Laboratuvarında incelenerek tanıları yapılmıştır. İncelemesi yapılan erginler; 12.VII.2020 5♂, 15.VII. 2020, 7 ♂, 9 ♀, 17.VII. 2020, 5 ♂, 5♀ tarihlerinde toplanmıştır.

Eradikasyon çalışmaları kapsamında Maçka İlçesi Esiroğu, Öğütlü, Bahçekaya, Günay, Alaçam Mahallelerinde 2020 ve 2021 yılları arasında gerçekleştirilen toplam 3600 da. alandaki söküm ve imha çalışmaları ve sonuçları anlatılmıştır. Ayrıca, *A.chinensis* ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar da incelenerek yayında değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

Ergin, 20-40 mm arasında değişen boyda, siyah renkli, elytra üzerinde çok sayıda beyaz (10-12 adet) düzensiz lekelere sahiptir. Erkeklerin üzerindeki büyük benekler dişilerin üzerilerinkinden biraz daha fazladır. Antenler 11 segmentli olup siyah renkte, üzerinde veyaz bantlar bulunmaktadır. Dişilerden daha küçük yapılı olan erkeklerde antenler vücuttan 1-3 cm daha uzundur.

Şekil 1. *Anoplophora chinensis*'in Larva, Pupa ve Ergin dönemleri

Mayıs – Haziran ayından itibaren görülmeye başlayan genç erginler fındığın ince küçük dallarının yumuşak kabukları, yaprakları ve yaprak sapraklarıyla beslenerek olgunlaşmaktadır. Uçuş döneminde erginlerin fındık ağaçı dallarının üzerinde çiftleştikleri görülmüştür. Dişiler daha çok çıktıkları ağaçlara veya ona yakın yerdeki ağaçlara yumurtalarını bırakmaktadır.

Çiftleşen dişi fındığın kök kısmına yakın yerler öncelikli olmak üzere ağacın topraktan 50-60 cm yüksekliğindeki prüzsüz dallarının kabuğunu ısırarak T şeklinde 3-4 mm'lik iz oluşturmakta ve bu kısımdaki floem kıs-

mın hemen altına tek bir yumurta bırakmaktadır. Yumurta bırakma süresi 45 gün sürmüştür. Ergin dişinin ömrü 15-65 gün, erkeği ise 3-45 gün olarak tespit edilmiştir. Ağustos sonuna kadar erginlerin fındık bahçelerinde uçtuğu görülmüştür.

Dişinin bıraktığı yumurta sayısı 42-61 arasındadır. Bırakılan yumurta yarı silindirik, pürüzsüz yüzeyli, 5.4 mm uzunluk ve 1.6 mm genişlikte her iki ucuda ince yapılı, ilk önceleri kremsi beyaz renkte olup zaman ilerledikçe sarımsı kahverengi rengine dönüşmektedir.

Yumurtalar 2 hafta sonunda açılmaktadır. Larvalar, beyaz-kremsi renkte, ön göğüs kısmının başa birleştiği yuvarlak ön kenarında halka şeklinde kahverengi turuncu bir şerit bulunmaktadır. Larvada baş kehribar rengi olup ağız parçaları koyu kahverengi veya siyah renktedir. Kambiyum kısmıyla 2 hafta beslenen larvalar daha sonra floem ve kısilemle beslenmeye başlamaktadır. Üçüncü ve 4. dönem larvalar diri odunla beslenerek dalda yukarıya doğru galeriler açmaktadır. Bacaksız kremsi beyaz renkteki larva ilk dönemde 5.5-6 mm iken son dönemine doğru 50-70 mm büyüklüğe ulaşmıştır. Kışı olgun larva döneminde odun dokusu içerisinde geçirmektedir. Son dönem larvaların nisan-mayıs aylarında dalların dış kabuğuna yakın kısımlarında odacık oluşturarak bu kısımda pupa oldukları görülmüştür.

Pupa, Exarata tipinde koyu kremsi turuncuya çalan renklerdeki pupa 30-40 mm uzunluğunda, 1.3-1.7 mm genişliğindedir. Yapılan gözlemlerde pupa evresinin 19-28 gün arasında olduğu gözlemleşmiştir. Pupadan çıkan erginler hemen odunu delip çıkmayıp pupa odasında 1 hafta kalıp daha sonra 8-17 mm delikler açarak dışarı çıkmıştır. Mayıs sonu-haziran başında ergin uçuşları görülmüş, uçuşlar ağustos sonuna kadar sürmüştür.

Zarar durumu incelendiğinde ergin böceğin zararının larvaya göre daha az olduğu görülmektedir. Erginler yaprak, sürgün ve taze ince dalların kabuklarını yiyerek zarar verir ancak ağacın ölümüne sebep olmazlar. Larvalar ise dalların tüm sert dokularında iç kısma doğru beslenerek açtığı galeri sonucunda floem ve ksileminde zarar yaparak besin ve suyun taşınmasını engellerler ve kısa sürede ağacın kurumasına sebep olurlar. Aynı zamanda açılan bu galeriler sonucu ağaçta kırılıp devrilmeler görülürmüştür.

Ağacın içinde böceğin olup olmadığının anlaşılması çok zordur. Bazen içerisinde larva bulunan ağaçlarda yumurta konulan kısımlarında siyah noktalaşma veya beyaz köpüklenmeler görülmüştür. Ergin çıkış delikleri ve bu delikler etrafındaki yoğun talaşlar en belirgin kanıt olarak sayılabilir. Maçka – Esiroğlu mahallesinde böceğin yayılış gösterdiği 3600 da. alanda eredikasyon çalışmaları kapsamında fındık ağaçlarının tamamının sökümü ve imhası gerçekleştirilmiştir. Alanda kesilen fındık

ağaçları tamamen sökülmüştür. Sökülen ağaçların dalları bir araya toplanıp yakılırken kök kısımları dozer yardımı ile açılan 1,5 metre derinliğindeki çukurlara gömülmüştür.

Şekil 2. İncelenen *Anoplophora chinensis* larva, pupa ve erginleri

Şekil 3. *Anoplophora chinensis* larvaların fındıktaki zararı

Şekil 4. Maçka – Esiroğlu mahallesinde yürütülen eradikasyon çalışmaları

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

*A.chinensis'*in 2016 yılında Doğu Karadeniz Bölgesinde Trabzon Maçka'da (Esiroğlu Mahallesi) fındık bahçelerinde görüldüğünden bu yana zararı gün geçtikçe artmış ve Tarım Bakanlığınca bölgede 2020 yılında eylem planı hazırlanarak eradikasyon çalışmaları başlatılmıştır. *A.chinensis* için Acer türlerinin çok etkilendiği bir çok literatürde bildirilse de (Lingafelter ve Hoebeke, 2002; Maspero ve ark., 2005) çalışma alanında fındık ağaçları için en tehlikeli böcek konumuna gelmiştir. Zararlının bölgedeki yayılışına bakıldığında Esiroğlu Mahallesindeki fındık alanlarında yaklaşık 3600 da. alanı bulaşık hale getirdiği görülmektedir. Yılda 400 metre uçma kabiliyetine sahip böceğin 1-2 yıl içerisinde buralara ulaşarak 150 bin da. alanı tehdit edeceği düşünülmektedir.

A.chinensis ile İtalya'da yapılan çalışmalarda erginlerin çıkışının haziran sonunda en yoğun olduğu belirtimektedir (Van der Gaag ve ark., 2008). Esiroglu'nda ise en yoğun uçuşların temmuz ayında olduğu görül-

müştür. Alanda daha önceden yapılan çalışmada ergin uçuş zamanının mayıs ayının 2. haftasına denk geldiği belirtilmektedir (Eroğlu ve ark., 2017). Yapılan gözlemlerde bu çalışma ile örtüşmektedir. Erginler yumurta koyma davranışları diğer yapılan yayınlarda da aynı şekilde verilsede (Kojima ve Hayashi, 1974; Wang ve ark., 1996) yumurta sayısının ise 15-190 adet olduğu tespit edilmiştir (Adachi, 1988; Maspero ve ark., 2006; Bozkurt, 2018). Çalışmamızda tespit edildiği gibi *A. chinensis'*in yılda bir generasyonu olduğu belirtilmekle beraber daha yüksek ve serin alanlarda 2 yılda bir generasyonu olabilmektedir (Adachi, 1994; Xu, 1997). Çalışmamızda tespit edilen ergin ömrü 15-65 gün olarak tespit edilse de bu süre Adachi (1988) tarafından 70, Maspero ve ark., (2006) tarafından da 56 gün olarak belirtilmektedir. Bozkurt (2018)'un da belirttiği gibi kışı larva döneminde geçirdiğini görülmüştür.

Ağaçtaki çıkış delikleri genelde 20 cm lik yükseklikteki kısımlarda tespit edilmiştir (Maspero ve ark., 2007). Bu çalışmada ergin çıkış delikleri 10-17 cm yüksekliklerde olduğu görülmüştür. Erginlerin sürgün ve küçük dalların taze kabuğundan beslenmesi sonucunda bu kısımlarda kurumalar görülebilir (Kajiwara ve ark., 1986; Haack ve ark., 2010). Ağaçta açtıkları galeri boyutları ise 30-55 cm arasında değişmektedir (Eroğlu ve ark., 2017). Alanda larva yoğunluğu fazla olduğundan bir çok fındık ağacı Maspero ve ark., (2006) da belirttiği gibi kurumuş veya kırılıp devrilmiştir.

Polifag bir tür olan *A. chinensis* 19 familyayı kapsayan 68 türde zarar yapmaktadır. Yayılış gösterdikleri alanlarda limon, mandalina, portakal türleri başta olmak üzre akçaağaç, alıç, armut, at kestanesi, çınar, dut, elma, fındık, gül, huş ağacı, karaağaç, kayın, kavak, kızılağaç, kızılcık, kiraz, muşmula, söğüt türlerinde sıklıkla rastlanılmaktadır (Smith ve ark., 1997). Calışma alanında ise fındık ağaçlarında rastlanılmıştır.

Japonya, İtalya ve Fransa'da böcekle mücadele kapsamında, bulaşık ve bulaşık olmayan ağaçların Methidathion, Deltamethrin ve Bifenthrin ilaçlarıyla yılda birden fazla kez ilaçlandığı belirtilmektedir (Komazaki ve ark., 1989; Hérard vd. 2005; Van der Gaag ve ark., 2008).

İtalya'da *A. chinensis* larvalarında görülen doğal düşmanları incelemeye yönelik yapılan çalışmada *Sclerodermus* sp. (Bethylidae), *Spathius erythrocephalus* (Braconidae), *Calosota agrili, Eupelmus aloysii* (Eupelmidae), *Eurytoma melanoneura, E. morio* (Eurytomidae), *Cleonymus brevis* ve *Trigonoderus prensps* (Pteromalidae) Hymenoptera türleri bulunmuştur (Haack ve ark., 2010). *A. chinensis*'in yumurta parasitoidi *Aprostocetus anoplophorae* Delware (Hymenoptera: Eulopidae)'nin *A. chinensis*'in yumurtalarını % 72 oranında parazitlediği de bildirilmektedir (Herard ve ark., 2013). *A.chinensis*'in doğal düşmanı olan *Steinernema*

sp. nematodu (Kashio, 1982-1986) ve *Beauveria bassiana* ve *B. brongniartii* mantarları (Kashio ve Ujiye, 1988) ile denemeler devam etmektedir. Ülkemizde de *A. chinensis*'in doğal düşmanlarını belirlemeye yönelik çalışmalar şu ana kadar yapılmamış olup ivedilikle bu konuda da çalışmalar yapılmalıdır.

Avrupa Birliğinin 2012 tarihinden itibaren *Anoplophora chinensis*'in girişi ve yayılışını engellemek için bulaşık alanlardan *Acer* spp. ithalarının yasaklanması, sürvey çalışmalarının tüm yıl sürmesi, zararlının görüldüğü alanlarda eradikasyon çalışmasının yürütülmesi, dayanıklı türlerin dikilmesi, halkın bilinçlendirilmesi gibi bir takım önlemler de almıştır (EPPO 2015). İtalya'da eradikasyon amacıyla akçaağaç, betula, söğüt, kavak gibi bulaşık ağaçların imhası yapılmıştır. Türkiye'de de bu önlemler uygulamaya sokulmuştur. İstanbul'da *A.chinensis* larvası tespit edilen ağaçlar işaretlenerek kesilmiş ve yonga haline getirilmiş ve de yakılarak imha edilmiştir. Eradikasyonun yanı sıra larva ve erginlere karşı kimyasal mücadele çalışmaları da yürütülmüştür. Ergin uçuş dönemi tespit edilerek yeşil aksamda ilaçlama çalışmaları (Imidacloprid SC 350) yapılmıştır (Altunışık 2015; Bozkurt, 2018). ABD'de Chicago eyaletinde 1800, Newyork'ta 6000, New Jersey'de 600 den adet ağaç eradikasyon amacıyla kesilmiştir. Kanada Toronto'da böceğin bulaştığı 25.000 adet ağaç kesilerek imha edilmiştir (Warren ve ark., 2009). Çin'de mekanik olarak erginlerin toplanılıp imhası şeklinde mücadele yöntemi de kullanılmaktadır. Bu şekilde yılda 500.000 erginin toplandığı kaydedilmiştir (Jucker ve Lupi, 2011).

Yaptığımız çalışmada; böceğe karşı mücadele çalışmalrı incelendiğinde; ilk önce yapılan sürvey çalışmaları ile böceğin ilk görüldüğü noktadan 2 km yarıçaplı bir alanda tespit çalışması yapılmış ve bulaşık parseller tespit edilmiştir.

Tarım ve orman bakanlığı teknik personellerinin yaptıkları araştırma ve incelemeler doğrulusunda karantina tedbirleri alınmıştır. Bu tedbirler kapsamında; böceğin tespit edildiği alanlarda yoğunluğu azaltmak için Trabzon Büyükşehir Belediyesi Park ve Bahçeler Daire Başkanlığı personel, alet ve ekipmanları yardımıyla böceğin tespit edildiği alanlarda kimyasal ilaçlama yapılmıştır. İlaçlama yapılan parsellerde aralıklarla yapılana incelemeler neticesinde böceğin yoğunluğu ve ilaçlamanın etkileri Trabzon Tarım İl ve Maçka İlçe Müdürlüğü teknik elemanlarınca gözlemlenmiştir.

Şekil 5. Sürvey çalışması yapılan alan

2018 yılında yapılan sürvey çalışmasında Esiroğlu Mahallesine bağlı, Merkez, Karşıyaka, Öğütlü, Işıklar, Bahçekaya, Duralı mevkilerinde ve Alaçam mahallesinin belli bir kısmında bulaşık alanlar tespit edilmiştir. Bulaşık alanlarda parsel çalışması yapılmış olup, sıksık bilgilendirme toplantıları yapılarak çiftçilerimizin zararlıyla nasıl mücadele yapılması gerektiği hakkında bilgiler verilmiş, afişler ve el broşürleri dağıtılarak zararlının zarar şekli ve önemi anlatılmıştır.

Şekil 6. ***Anoplophora chinensis*'in yoğun bir şekilde görüldüğü alanlar**

İlk başta zararlının yoğun görüldüğü 60 dönümlük bir alanda kimyasal ilaçlarla erginlere karşı ilaç atımı gerçekleştirlmiştir. Yapılan ilaçlama sonrası böcek yoğunluğunun önemli bir ölçüde azalmadığı belirlenmiş ve rapor edilmiştir. 2020 yılında bakanlıkça eradikasyon yapılması gündeme alınarak uygulanması için gerekli düzenlemeler gerçekleştirilmiştir.

Alanda 2019 yılı içerisinde yurtdışından getirilen feromonlar denenmiştir. Haziran ayında 3 hunili ve plastik bidon tuzakları kullanılarak ergin bireyler yakalanmaya çalışılmıştır. Kullanılan feromonların yakalamada başarısız olduğu görülmüştür.

Şekil 7. ***Anoplophora chinensis*** **mücadelesi için asılan feromon tuzakları**

Dünyada yapılan eradikosyon çalışmalarında bulaşık ve şüphe duyulan ağaçların gövde ve dalları 50 cm uzunlukta kesilerek kesilmiş ve uygun bir alanda toplanmıştır. Bu alanlara dikilen ağaçların zararlının konukçusu olmamasına dikkat edilmiştir. Maçka, Esiroğlu'ndaki eradikasyon çalışmalarında da Eradikasyon işlemleri 4 aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle böceğin yayılış alanındaki bulaşık ağaçlar kesilmiş, kesilen ağaçların karantina alanında muhafaza edilmiş, bulaşık fındık dalları kontrollü olarak yakılmıştır. Yapılan bu eradikasyon çalışmalarında çiftçilerin mağduriyet yaşamaması için 2 aralık 2020 tarihli resmi gazetede (sayı: 31322) yayımlanan Tarım ve Orman Bakanlığı tebliği gereği bitki karantina tazminatı kapsamında ödemeler yapılmıştır.

Bu kapsamda öncelikle komisyon kurularak eradikasyonun yapıldığı alanlardaki tarlaların fındık verimleri belirlenmiştir. Komisyon tarafından 100-140kg olarak belirlenen verim dikkate alınarak kg başına ödemeler gerçekleştirilmiştir. Komisyon tarafından mahalle bazlı çalışma yapılarak her mahalle için ayrı ayrı fındık veri belirlenmiş ve ortalama olarak 100-140 kg olarak belirlenen verim dikkate alınarak kg başına ödemeler gerçekleştirilmiştir. Tebliğde yer alan madde gereği fındık üreticisine 15 TL/kg fındık parası, 4 yıllık olarak hesaplanarak peşin ödenmiştir. Eradikasyon çalışmasını Ziraat Odası gerçekleştirdiğinden eradikasyon masraflarının karşılanması amacıyla çiftçiye ödenen paranın %18'lik kısmı kesilmiştir. Alanda yapılan eradikasyon çalışmasının maliyeti yaklaşık 23-24 milyon Türk Lirası olarak gerçekleşmiştir.

A.chinensis'in Doğu Karadenizdeki yayılışı sürmesi halinde bölgedeki ibreli ağaçlar zarar görmese de yapraklı türlerin zararı sonucu biyoçeşitlilik ekolojik dengede bozulmaların olması beklenebilir. Başta ilk görüldüğü yer olan İstanbul'daki park ve bahçelerdeki yapraklı ağaçlar olmak üzere Karadeniz Bölgesinde yetiştirilen fındık bitkisi bu böceğin tehtidi ile karşı karşıyadır. Turunçgil yetiştiriciliğin yapıldığı Ege, Akdeniz ve Marmara Bölgelerine bulaşma olduğu takdirde tehlikenin boyutu daha da artacaktır. Böceğin yayılış alanları ve bu alanlara yakın yerlerdeki ağaçların sürekli kontrolü önem arz etmektedir. Mücadelede en önemli yaklaşım böceğin yayılışını önlemek olmalıdır. Mücadele için kullanılan eradikasyon yöntemi en etkili yöntem olsa da böceğin zararlı olduğu alanlardaki erginlerin toplanması da mücadeleye katkı sağlayacaktır. Gerekirse yörede fındık üreticisinden bu konuda destek alınıp getirilen ergin böcek başına ücret ödenerek bir kampanya başlatılabilir.

Bölgede yürütülen eradikasyon çalışmalarında uygulanan yakma metodu yerine bulaşık ağaçların pelet fabrikalarında öğütülerek endüstriye katılması daha uygun olacaktır. Kesilen ağaçların yakacak olarak kullanılması amacıyla bölgeden çıkarılmasına kesinlikle müsade edilmemelidir.

A.chinensis'in sürveylerinin tüm yıl boyu yürütülmeli, tespit edildiği yerlerde ivedilikle mücadele takvimi oluşturularak yayılması ve eradikasyonu sağlanmalıdır. Özellikle bulaşık olduğu alanlardan kesilen konukçusu olduğu ağaçların taşınımına Jandarma ve Polis gibi güvenlik güçleri ile işbirliği yapılarak yasak getirilmelidir. Trabzon Büyükşehir Belediyesinin peyzaj amaçlı ihtiyacını karşılayan fidanlık, zararlının diğer bölgelere daha hızlı taşınmasına engel olmak için hızlı bir şekilde bölgeden çıkarılarak burada bulunan fidanlar imha edilmelidir. *A.chinensis*'in bulunduğu ülkelerden bitki ithaline kısıtlama getirilmeli, zorunlu hallerde sertifikasyon zorunlu kılınmalıdır.

5. Kaynaklar

Adachi, I. (1990) Control Methods for Anoplophora malasiaca (Thomson) (Coleoptera: Cerambycidae) in Citrus Groves, II. Application of Wire Netting for Preventing Oviposition in a Mature Grove, Applied Entomology and Zoology, 25(1): 79-83.

Adachi, I. (1988) Reproductive biology of the white-spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* Thomson (Coleoptera: Cerambycidae), in citrus trees. Applied Entomology and Zoology, 23: 256-264.

Adachi, I. (1994). Development and life cycle of *Anoplophora malasiaca* (Thomson) (Coleoptera: Cerambycidae) on citrus trees under fluctuating and constant temperature regimes. Applied Entomology and Zoology, 29(4): 485-497.

Altunışık, S. (2015) *Anoplophora chinensis*, Turunçgil tekeböceği. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Park Bahçe Yeşil Alanlar Daire Başkanlığı, Avrupa Yakası Park ve Bahçeler Müdürlüğü, Makale Arşivi, İstanbul, Turkey. (online) http://www.avrupaparkbahceler.com/makale. php?baslik=turuncgil-teke-bocegi&no=57. [Erişim 21.11.2021].

Anonim (2018) 2018 Yılı Bitki Sağlığı Uygulama Programı. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Matsa Basımevi, Ankara, Turkey.

Arslangündoğdu, Z., Hizal, E. (2010) The western conifer seed bug, *Leptoglossus occidentalis* (Heidemann, 1910), recorded in Turkey (Heteroptera: Coreidae). *Zoology in the Middle East* 50: 138-139.

Bozkurt, V. (2018) İstilacı Böcek Türlerinin Mücadelesinin Yönetimi: *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera: Cerambycidae) Örneği. Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 4: 25-31.

Cavagna, B., Ciampitti, M., Bianchi, A., Rossi, S., Luchelli, M. (2013a) Lombardy Region experience to support the prediction and detection strategies. Journal of *Anoplophora chinensis*. Journal of Entomological and Acarological Research volume 45: 1-6.

Cavagna, B., Ciampitti, M., Materdomini, R., Menguzzo S., D'Angelo, G., Maspero, M. (2013b) Public awareness: a crucial point for a successful eradication campaign against the longhorned beetles *Anoplophora chinensis* and *A. glabripennis*. Journal of Entomological and Acarological Research, 45(1s), 37.

Chambers, B. (2002) Citrus longhorned beetle program, King County, Washington: Environmental Assessment. - U.S. Department of Agriculture, Marketing and Regulatory Programs, Animal and Plant Health Inspection Service, 13 pp.

EPPO (1997) *Anoplophora malasiaca* and *Anoplophora chinensis*. In: Quarantine pests for Europe, 2nd Edn., CABI/EPPO, Wallingford.

EPPO (2001) Phytosanitary incidents reported on bonsai and pot plants in the Netherlands. EPPO Reporting Service, 2001/045 [Erişim 21.11.2021].

EPPO (2013) PM *Anoplophora chinensis*: procedures for official control Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 43 (3): 518–526.

EPPO (2015) *Anoplophora chinensis,* https://gd.eppo.int/taxon/ANOLCN/distribution [Erişim 21.11.2021].

Eroğlu, M., Coşkuner, K.A., Usta, Y. (2017) *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera: Cerambycidae) Trabzon'da; tanıtımı, gelişimi ve zararı. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty 17: 565–579.

Gyeltshen, J., Hodges, A. (2005) Citrus Longhorned Beetle, *Anoplophora chinensis* (Forster) (Insecta: Coleoptera: Cerambycidae). - University of Florida & IFAS Florida: 1-4.

Haack, R.A., Turgeon, J.J. Herard, F., Sun, J. (2010) Managing invasive populations of Asian longhorned beetle and citrus longhorned beetle: A worldwide perspective. The Annual Review of Entomology 55:521–546.

Herard F., Krehan H., Benker U., Boegel C., Schrage R., Chauvat E., Ciampitti M., Maspero M., Bialooki P., (2005) *Anoplophora in Europe: infestations and management responses*, In: Proc. 16th U.S. Dept. Agric. interagency research forum on gypsy moth and other invasive species 2005. USDA, For. Serv. Gen. Tech. Rept. NE-337: 35-40.

Hérard, F., Ciampitti, M., Maspero, M., Krehan, H., Benker, U., Boegel, C., Schrage, R., Bouhot-Delduc, L., Bialooki, P. (2006) *Anoplophora* species in Europe: Infestations and management processes. EPPO Bulletin, 36(3):470–74.

Hızal E., Arslangündoğdu Z., Göç A., Ak M., (2015). Türkiye istilacı yabancı böcek faunası yeni bir kayıt *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera: Cerambycidae). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 65 (1): 7-10.

Hızal, E., Arslangündoğdu, Z. (2017) Biological observations for invasive and exotic insect species *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771). Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University 67: 227–233.

Jucker, C., Lupi, D. (2011): Exotic Insects in Italy: An Overview on Their Environmental Impact. – In: Pujol, J.L. (ed.)The Importance of Biological Interactions in the Study of Biodiversity. InTech, China. 51-74 pp.

Kajiwara, T., Umeya, K., Asakawa, M., eds. (1986). Sakumotsu Byogaichu Handbook (Handbook of Crop Diseases and Pests). Tokyo, Japan: Yokendo, 1049-1051.

Kashio, T. (1982) Laboratory evaluation of entomogenous nematodes, *Neoaplectana carpocapsae* Weiser, as a biological control agent of the whitespotted

longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* Thompson. Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu 28, 194-197.

Kashio, T. (1986) Application of bark compost containing entomogenous nematodes, *Steinernema feltiae* DD-136, for the control of white spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca*. Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu, 32: 175-178.

Kashio, T., Ujiye, T. (1988) Evaluation of the use of the entomogenous fungus, *Beauveria tenella*, isolated from the yellow spotted longicorn beetle, *Psacothea hilaris* for the biological control of the white spotted longicorn beetle *Anoplophora malasiaca*. Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu, 34: 190-193.

Kawamura, M. (1985) Development of the white spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* Thomson, on Satsuma mandarin. Bulletin of Kochi Institute of Agricultural and Forestry Science, 17: 23-36.

Kojima, K., Hayashi, M. (1974). Insect Life in Japan. Vol. I. Longicorn beetles, L-XXIV, 1-302. Hoikusha Publishing, Osaka, Japan.

Komazaki, S., Sakagami, Y., Jolly, G.M., Seber, G.A.F. (1989) Capture-recapture study on the adult population of the white spotted longicorn beetle, *Anoplophora malasiaca* (Thomson) (Coleoptera: Cerambycidae), in a citrus orchard. Applied Entomology and Zoology, 24: 78-84.

Lance, D.R. (2002) *Anoplophora chinensis* introduction in Tukwila, Washington. - In Proceedings of 2002 U.S. Department of Agriculture Interagency Research Forum GTR-NE-300.

Lingafelter, S.M., Hoebeke, E.R. (2002) Revision of the Genus *Anoplophora* (Coleoptera: Cerambycidae). Entomological Society of Washington, Washington, DC, USA.

Maspero, M., Cavalieri, G., D'Angelo, G., Jucker, C., Valentini, M., et al. (2007) *Anoplophora chinensis* - eradication program in Lombardia. http://www.eppo.org/QUARANTINE/ anoplophora chinensis/chinensis IT 2007.htm [Erişim 17.11.2021].

Maspero, M., Jucker, C., Colombo, M. (2007) First record of *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) Coleoptera: Cerambycidae Lamiinae, Lamiini) in Italy. Bolletino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura, 39:161–164.

Maspero, M., Jucker, M., Colombo, C., Ciampitti, M., Cavagna, M., Caremi, B. (2005) The Longhorn Beetle *Anoplophora chinensis* (form *malasiaca*), a New Pest of Woody Ornamentals in Italy, Plant protection and plant health in Europe: introduction and spread of invasive species. - Humboldt University, Berlin, Germany, 255-256.

Meng, P.S., Hoover, K., Keena, M.A. (2015) Asian Longhorned Beetle (Coleoptera: Cerambycidae), an Introduced Pest of Maple and Other Hardwood Trees in North America and Europe. J. Integ. Pest Mngmt. 6(1), 4; DOI: 10.1093/jipm/pmv003

Nowak, D.J., Pasek, J.E., Sequeira, R.A., Crane, D.E., Mastro, V.C. (2001) Potential effect of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) on urban trees in the United States. Journal of Economic Entomology, 94 (1):116–122.

Özkaya, M.S. (2021) Effects of different soil compost and aphid (Hemiptera: Aphididae) density on the growth and development of C*edrus libani* a. rich. Int J Trop Insect Sci 41, 3203–3211.

Peverieri, G.S., Bertini, G., Furlan, P., Cortini, G., Roversi, P.F. (2012) *Anoplophora chinensis* (Forster) (Coleoptera Cerambycidae) in the outbreak site in Rome (Italy): Experiences in dating exit holes. – Redia, 95: 89–92.

Smith I.M., McNamara D.G., Scott P.R., Holderness M. (1997) Quarantine Pests for Europe, 2nd Edition, CABI / EPPO, Wallingford, 1425ss.

Topakçı, N, Yükselbaba, U, Göçmen, H. (2017) Detection and identification of citrus long-horned beetle *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera: Cerambycidae), a new pest in Antalya Province, Turkey by sequencing of mt COI region. Türkiye Entomoloji Dergisi 41: 325–331.

USDA-APHIS (2006) The Asian longhorned beetle cooperative eradication program, ALB Newsletter, 1, USDA Animal and Plant Health Inspection Service, http://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/asian_lhb/alb_pdfs/newsletters/ alb_newsletter_9_06.pdf, [Erişim 12.11.2021].

Usta, Y., Çoşkuner, K.A., Eroğlu, M. (2017) The damage potential of *Anoplophora chinensis* (Coleoptera, Cerambycidae) on *Corylus* spp. IFES (International Forestry & Environment Symposium), 07–10 November 2017, Trabzon, Turkey.

Van der Gaag D.J., Sinatra G., Roversi P.F., Loomans A., Herard F., Vukadin A. (2010),Evaluation of eradication measures against *Anoplophora chinensis* in early stage infestations in Europe, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 40: 176–187.

Van der Gaag, D.J., Ciampitti M., Cavagna, B., Maspero, M., Herard F. (2008) Pest Risk Analysis: *Anoplophora chinensis*. Plant Protection Service, Netherlands. (http://www.vwa.nl/onderwerpen/english/ dossier/pest-risk-analysis/evaluation-of-pest-risks). [Erişim 12.11.2021].

Van der Gaag, D.J., Ciampitti, M., Cavagna, ., Maspero, M., Hérard, F. (2008) Pest risk analysis: *Anoplophora chinensis*. Plant Protection Service, Wageningen, The Netherlands. 49 pp.

Vukadin, A., Hrasovec, B. (2008) *Anoplophora chinensis* (Forster) situation in Croatia. Forstschutz Aktuell, 44: 23–24.

Wang, Q., Chen, L.Y., Zeng, W.Y., Li, J.S. (1996). Reproductive behaviour of Anoplophora chinensis (Forster) (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae), a serious pest of citrus. The Entomologist, 115:40-49.

Warren J., Cline S., Lemay A., Hiser A., Lewis R., Boehm A., Fite R., Twardowski J. (2009) USDA-APHIS Asian longhorned beetle eradication programme – Decision support for the APHIS management team, A report prepared for the USDA-APHIS-PPQ Executive team, USDA-APHIS, 87ss.

Xu, Q. (1997) Habits of *Anoplophora chinensis* which causes harm to Casuarina equisetifolia and its control. Forest Research, 10 (5): 551-555.

Yafes, Y. (2017a) *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera: Cerambycidae) reported at new location in Turkey. Applied Ecology and Environmental Research, 15: 111–116.

Yafes, Y. (2017b) Invasive species *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera: Cerambycidae) in Turkey. pp. 74–76 *In* ISFOR (International Symposium on New Horizons in Forestry), 18–20 Oct 2017, Isparta, Turkey.

Bölüm 20

KEMİKLERİN SİLİSYUM VE KALSİYUM İHTİYACI, DOĞAL KAYNAKLAR, SİLİSYUM, KALSİYUM, BİKARBONAT ÇÖZÜNÜRLÜĞÜNDE PH-DANSİTE İLİŞKİSİ

***Başar ALTINTERİM*[1]**

***Önder AKSU*[2]**

1 Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Doğanşehir Vahap Küçük Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri Bölümü, Doğanşehir, Malatya, Türkiye. basar.altinterim@ozal.edu.tr, tel: +90 422 846 12 65, Doi: 0000-0003-4544-2163

2 Munzur Üniversitesi, Su ÜrünleriFakültesi, Tunceli, Türkiye, onderaksu@munzur.edu.trtel:+904282131794-2439, Doi: 0000-0003-3735-6732

GİRİŞ

Kemiğin meydana gelmesinde üç önemli aşama vardır. Paratiroid hormon, Kalsitonin ve D vitamini. Paratiroid bezler, tiroid bezindeki C hücreleri, kemikler, bağırsaklar ve böbreklerin paratiroid hormonu ve D vitamini ile uyumlu çalışması sağlanarak kandaki kalsiyum seviyesi normale getirilir. Bu şekilde, trombositlerin, sinirlerin, kemiklerin ve kasların kalsiyuma olan ihtiyacı karşılanmış olur. Kalsitonin hormonu kan içerisindeki kalsiyum miktarını oransal olarak azaltmaktadır. Kalsitonin hormonunun etkisi kemik dokusu üzerine olmaktadır. Kemik hücrelerine bağlandığında hücrelerin membranı (hücre zarı) üzerine bulunan kanallardan kemiğe kalsiyum iyonunun (Ca^{2+}) geçişi hızlanır. Böylece kandaki kalsiyum seviyesi düşerken kemikteki kalsiyum seviyesi artar, bunun sonucu olarak da, kemikte sertleşme meydana gelir ve kemik güçlenir. Ayrıca, kalsitonin böbreklerdeki kalsiyumun yeniden emilimini ve bağırsaklardaki kalsiyum emilimini düşürür (Aksoy, 2000; Carlisle, 1986; Hannonve Eastell, 2003).

Kemikteki inorganik materyalin % 90'ını oluşturan kalsiyum tuzlarının tam formüllendirilmesi mümkün olmamıştır; ancak çoğunlukla kabul edildiğine göre hidrosiapatit [$3Ca_3(PO_4)\cdot Ca(OH)_2$] ile kalsiyum karbonat [$CaCO_3$]'ın bir karışımıdır (Ayral, 1965).

Silisyum, kıkırdak oluşumu için temel element olarak görülmektedir. Ayrıca ekleme su tutan ve su çeken glikosaminoglikan ağda çapraz bağ aracı olarak görev yapmaktadır. Silisyum eksikliğinde kemiklerin esnekliği için temel protein olan fibrous ve bağ dokusu sentezi azalmaktadır. Silisyumun eksikliği insanlarda açıkça gösterilmiş değildir. Kıkırdak proteoglikanlarına ve bağ dokusunun ara maddesine katılır (Krause ve Mahana, 1984). Silisyum; kalsiyum, magnezyum ve flor ile birlikte kemik kalsifikasyonunda etkindir. Silisyumun bu etkinliği mukopolisakkarit metabolizması ile ilgilidir. Silisyum kollojen ve aminoglikan sentezinde yer alarak kemik matriksinin oluşumunda etkin olduğu böylece de mukopolisakkarit bulunan bütün dokularda silisyumun rolü olduğu sanılmaktadır (Baysal, 2002 ; Aksoy, 2006).

VÜCUDUN SİLİSYUM İHTİYACI VE KAYNAKLARI

Silisyum, sembolü Si olan ve atom ağırlığı 28 olan kimyasal bir elementtir. Metal ve ametal elementler arasında orta düzeyde elektriksel özelliklere sahip bir yarı iletken olarak sınıflandırılır. Kristal silikon, mikro basınç dönüştürücülerinde ve bilgisayar elektroniklerinde kullanılan piezodirenç özelliklerine sahiptir. Silikon, doğada nadiren saf bir serbest element olarak bulunur. Oksijenle güçlü bağlar oluşturur ve genellikle silika veya silikat bileşikleri halinde bulunur. Silika, silikon ve oksijen içeren inorganik bileşiklerin genel adıdır. Silisyum dioksit (SiO_2) formu, yerkabuğundaki kum, granit, kuvars ve diğer kaya, kil ve değerli taş türlerinin önemli bir bileşenidir (Peters ve ark., 1999).

Silisyum (Si), biyoaktif faydalı element olarak hizmet eder. Si toprakta oldukça bol miktarda bulunur ve bitkiler ve insanlar dahil tüm organizmalarda her yerde bulunur. Son otuz yılda Si'nin bitki ve insan sağlığı için besinsel önemi artan bir ilgi görmüştür. Bitki Si büyüme ve gelişmede çok önemli bir rol oynar ve bu yararlı etki genellikle daha sonra çeşitli biyotik ve abiyotik stres formlarından korunan bitki dokularında birikime bağlıdır. Benzer şekilde, insanların Si'ye maruz kalması sağlık yararları sağlar ve esas olarak bitki kaynaklı gıda ürünleri yoluyla gerçekleşir. İnsan diyetinde Si biyoyararlanımı örn. kemikleri güçlendirir ve bağışıklık tepkisinin yanı sıra nöronal ve bağ dokusu sağlığını iyileştirir. Bu ampirik bilgiye rağmen Si'nin özü hala muammadır. Bu nedenle, bitki gelişimi için Si'nin mevcudiyeti ile insan refahı için derin etkileri arasındaki bağlantı dikkat çekmelidir (Farooq ve Dietz, 2015).

Silisyum, yerkabuğunda en bol bulunan ikinci elementtir. Silikon dioksit suda az çözünür ve aşındırıcılar, elektronikler ve inşaat dahil olmak üzere birçok endüstriyel uygulamaya sahiptir. Endüstriyel gıda hazırlama, köpürmeyi azaltmak, tozların topaklanmasını azaltmak veya sıvıları berraklaştırmak için silika tozu kullanır. Silikonun başka bir bileşik formu Silikondur. Silikonlar, silikon-oksijen-silikon (SiO-Si) omurgasına sahip polimerik bileşiklerdir. Bu polimerler, sıhhi tesisat, dişçilik uygulamaları, tıbbi implantlar, borular, yağlama ve yalıtım dahil olmak üzere birçok amaç için kullanılan kauçuk benzeri malzemeleri oluşturmak üzere birbirine bağlanabilir. Ne silikon dioksit ne de silikon kauçuk bileşikleri, suda çözünürlüğü düşük ve biyolojik kullanılabilirliği zayıf olduğundan yararlı diyet kaynakları değildir (Martin, 2007).

Silisyumun (Si) mineral besleme eksikliklerini iyileştirerek bitki verimliliğinde önemli roller oynadığı uzun zamandır bilinmektedir. Si'nin 'yarı temel' olarak kabul edilmesine rağmen, Si'nin olumlu etkisi çoğunlukla biyotiklere direnç ve abiyotik streslere tolerans olarak tanımlanmıştır. Son on yılda, Si'nin besin eksikliği veya ağır metal toksisitesi (HM) altındaki olumlu etkileri arasında bağlantı kurmak için çok çaba sarf edildi. Bu çalışmalar, fotosentetik makineyi koruyarak, terleme hızını ve stoma iletkenliğini azaltarak ve besinlerin sürgün yer değiştirmesine alımını ve kökünü düzenleyerek ve ayrıca oksidatif stresi azaltarak Si'nin biyokütle üretimi üzerindeki olumlu etkisini vurgulamaktadır. Bununla birlikte, bu girdilerin mekanizmaları ve bitkilerin beslenme stresine adaptasyonundaki değişiklikleri yönlendiren süreçler büyük ölçüde bilinmemektedir (Ali ve ark, 2020).

Silisyum, insan bedeninin standart gelişimi ve beslenmesi için ihtiyaç duyduğu 25 element içerisinde bulunmaktadır ve en doğada bulunma açısından üçüncü sırada yer alır. Deri, kan damarları ve kemiklerin sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir. Genellikle bakla, yeşil bezelye, tahıl

ve tahıl ürünleri ile bir kısım mineral sular günlük silisyum ihtiyacı için iyi bir kaynak oluşturmaktadır (Sripanyakorn ve ark.,2005).

Silisyum takviyesi, artan kemik mineral yoğunluğu ile ilişkili olmasına rağmen, bu etkinin kesin mekanizması tanımlanmamıştır. Kemik döngüsünün serum ölçümleri tutarsız olurken, kemik matrisi oluşumunun belirteçleri sürekli olarak artmaktadır. Bu, silikonun kemik oluşumu veya kemik kaybı oranını etkilemeden mineralizasyonu iyileştirdiğini gösterebilir. Ayrıca, mineral yoğunluğundan bağımsız olarak kemik gücünü artıran kolajen üzerinde bir etkisi olabilir (Spector ve ark., 2008). Kemik ile bağ dokusunun gelişiminde önemli etkilere sahip olduğu düşünülmektedir. Eksik olması durumunda damar sertliği, kalp hastalığı, hipertansiyon ve yaşlanma meydana gelebileceği bildirilmiştir (Nielsen, 1988a).

Silisyum aktif olması nedeniyle yeryüzünde serbest halde bulunmaz. Çift çenekli bitkiler ve baklagillere oranla tek çenekli bitkiler yapılarında 10-20 kat daha fazla Si ihtiva ederler (Cheng, 1982). Yaşama ortamları açısından silisyum muhteviyatları açısından çeşitli bitkiler arasında önemli farklılıklar olabilir. Bulundurdukları silisyum içeriklerine göre bitkiler temel olarak üç ana grupta toplanmaktadır. Isırgan ayak otu, tarla atkuyruğu (*Equisetum arvense*) ve Graminea'ların çeltik gibi sulak alanlarda yetişen türleri % 10-15, çoğu buğdaygil ve şeker kamışı çeşitleri gibi Greminea'ların kurak alanlarda yetişen türleri ile çift çenekli bitkilerin bir kaçı % 1-3 ve özellikle başta baklagiller olmak üzere çoğu çift çenekli bitkiler % 0.5 den daha az silisyum içermektedirler (Marschner, 1995).

Silisyum eksikliğinde kemiklerin esnekliği için temel protein olan fibrous ve bağ dokusu sentezi azalmaktadır. Silisyum kemiklerinin ve dişlerin uygun minerilizasyonu için organik matriksi sağlamaya yardım etmekte ve özellikle ostejenik hücrelerde bulunan episisite kemik mineralizasyonunun ilk fazında birikmektedir. Daha fazla ilerleyen mineralizasyon safhasında belirgin bir şekilde düşmektedir (Carlisle, 1986). Kemik olgunlaştıkça Si yoğunluğu azalmakta ve bunun yerini kalsiyum almaktadır. Daha sonraları kalsiyum fosfor oranlarının silisyumun yoğun ve yoğun olmadığı kemiklerde karşılaştırılması yetişkin kemiklerde kalsiyumun arttığını göstermiştir. Bu ise kemiklerde kireç yapısının gelişimi sırasında silisyumun fosfor ile çeşitli reaksiyonlara girdiğini göstermektedir (Yeldan,1989). Leslie ve ark. da, sıçan derisinin silisyum içeriğinde yaşlanma ile belirgin bir azalma olduğunu bulmuşlardır (Leslie ve ark.,1962). Benzer olarak insan derisinde de dermişin silisyum içeriğinde yaşlanmaya bağlı olarak bir azalma olmaktadır. Silisyumun insanlarda bağ dokusu ve kemik oluşumunda önemli görevlere sahip olduğu bilinmektedir (McCartle, 1943).

VÜCUDUN KALSİYUM İHTİYACI VE KAYNAKLARI

Kalsiyum, süt ürünleri gibi kalsiyum açısından doğal olarak zengin gıdalardan, kalsiyum takviyeli yiyecek ve içeceklerden, takviyelerden veya bunların bir kombinasyonundan elde edilebilir. İnsanların düşük kalsiyum alımı ile birlikte kalsiyumun birçok sağlık yararının tanınması, kalsiyum ihtiyaçlarının en iyi nasıl karşılanacağına olan ilgiyi artırmıştır.

Gıdalar tercih edilen kalsiyum kaynağıdır. Süt ve diğer süt ürünleri ana kalsiyum kaynağıdır. Ayrıca, bu gıdalar önemli miktarlarda diğer temel besinleri sağlar. Sonuç olarak, süt ürünleri alımı, diyetin genel beslenme kalitesini iyileştirir. Bazı yeşil yapraklı sebzeler, baklagiller ve tahıllar gibi diğer yiyecekler kalsiyum sağlar, ancak genellikle sütlü yiyeceklere göre porsiyon başına daha düşük miktarlarda. Ayrıca tahıllardaki fitatlar ve ıspanaktaki oksalatlar gibi bazı bileşenler kalsiyumun biyoyararlanımını azaltır. Kalsiyumla zenginleştirilmiş besinler ve kalsiyum takviyeleri, kalsiyum ihtiyacını bu minerali doğal olarak içeren besinlerden karşılayamayan kişiler için bir seçenektir. Bununla birlikte, bunların alımı, İnsanların düşük kalsiyum alımının altında yatan kötü beslenme düzenini düzeltemez. Düşük kalsiyum alımının olumsuz sağlık ve ekonomik etkileri göz önüne alındığında, kalsiyum alımını optimize etmek için stratejilere ihtiyaç vardır. İlk adım, diyet kalsiyum tüketimini etkileyen faktörleri tanımaktır. Süt yerine alkolsüz içecekler ve evden uzakta yemek yemek, yeterli kalsiyum alımının önündeki engeller arasındadır. İnsanların kalsiyum içeren gıdaları tüketmenin neden kalsiyum ihtiyacını karşılamanın en iyi yolu olduğunu anlaması ve bu hedefe nasıl ulaşacağını öğrenmesi gerekiyor (Miller ve ark., 2001).

Kalsiyum, kas kasılması, oosit aktivasyonu, güçlü kemikler ve dişler oluşturma, kan pıhtılaşması, sinir uyarısı, iletim, kalp atışının düzenlenmesi ve hücrelerdeki sıvı dengesinde çok önemlidir. Gereksinimler, çocukluk gibi büyüme döneminde, hamilelik sırasında, emzirme döneminde en fazladır. Uzun süreli kalsiyum eksikliği, kemiğin bozulduğu ve kırıkların arttığı oestoporoza yol açabilir. Dengeli bir diyet yemek, gerekli tüm besinleri sağlayabilir ve kalsiyum eksikliğini önlemeye yardımcı olabilir (Piste ve ark., 2013).

Ca^{+2} hücre aktivasyonunda neredeyse evrensel bir hücre içi haberci işlevi görür, ancak fazla Ca^{+2} aynı zamanda hücresel bir toksindir. Ca^{+2} intoksikasyonu olasılığı, plazma zarı boyunca Ca^{+2} giriş hızındaki değişikliklerin, Ca^{+2} akış hızındaki paralel değişikliklerle hızla telafi edildiği ayrıntılı bir oto-düzenleyici sistem tarafından en aza indirilir. Bu yolla, hücresel Ca^{+2} dengesi korunur, böylece sürekli Ca^{+2} aracılı tepkiler sırasında toplam hücre kalsiyumunda ve sitozolik Ca^{+2} konsantrasyonunda minimal değişiklikler meydana gelir. Sitozolik Ca^{+2} konsantrasyonunda

sürekli bir artıştan ziyade, fosfatidilinositol 4,5-bifosfatın hidrolizine bağlı yüzey reseptörleri aracılığıyla aracılık edilen hücresel yanıtların sürekli fazı sırasında kritik derecede önemli Ca^{+2} habercisi olan Ca^{+2} 'nın plazma zarı boyunca lokalize döngüsüdür. (PIP2). PIP2 hidrolizi, inositol (1,4,5) trifosfat (IP3) ve diaçilgliserole (DAG) yol açar. IP3, hücre içi bir havuzdan Ca^{+2} 'yı salmak üzere hareket eder, böylece sitozolik Ca^{+2} konsantrasyonunda geçici bir artışa neden olur. Bu geçici Ca^{+2} sinyali, kalmodulin bağımlı protein kinazları geçici olarak aktive eder ve bu nedenle, yanıtın başlangıç fazına aracılık eden bir hücresel protein alt kümesinin geçici fosforilasyonuna neden olur. DAG, protein kinaz C'nin (PKC) plazma zarı ile birleşmesini sağlar; burada zar boyunca Ca^{+2} döngüsündeki reseptör aracılı bir artış PKC aktivitesini düzenler. PKC tarafından ikinci bir protein alt kümesinin sürekli fosforilasyonu, yanıtın sürekli fazına aracılık eder. Bu nedenle, Ca^{+2} hücresel yanıtın her iki fazında da haberci olarak hizmet eder, ancak hücresel etki bölgeleri, oluşum mekanizmaları ve moleküler hedefleri yanıtın ilk ve devam eden fazlarında farklılık gösterir (Rasmussen ve ark., 1990).

Memelilerin kanındaki kalsiyum konsantrasyonu, türlere (örneğin, atlarda ve tavşanlarda 13 mg/dL'ye kadar normaldir), yaşa, diyet alımına ve analitik yönteme bağlı olarak bazı değişikliklerle birlikte ~10 mg/dL'dir. Plazma veya serumda kalsiyum üç formda veya fraksiyonda bulunur:

1) Proteine bağlı kalsiyum, toplam serum kalsiyum konsantrasyonunun yaklaşık üçte birini oluşturur. Proteine bağlı kalsiyum zarlardan difüze olamaz ve bu nedenle dokular tarafından kullanılamaz.

2) İyonize veya serbest kalsiyum, toplam kalsiyum konsantrasyonunun %50-60'ını oluşturan fizyolojik olarak aktif formdur.

3) Kompleks veya şelatlı kalsiyum fosfat, bikarbonat, sülfat, sitrata ve laktata bağlanır ve toplam kalsiyum konsantrasyonunun ~%10'unu oluşturur.

Kalsiyum iyonu iskeletin önemli bir yapısal bileşenidir ve kas kasılması, kan pıhtılaşması, enzim aktivitesi, sinirsel uyarılabilirlik, ikincil haberciler, hormon salınımı ve zar geçirgenliğinde anahtar rol oynar. Hücre dışı sıvılarda kalsiyum iyonunun hassas kontrolü sağlık için hayati önem taşır. Üç ana hormon (PTH, D vitamini ve kalsitonin), alım ve atılımdaki farklılıklara rağmen sabit bir kalsiyum konsantrasyonunu korumak için etkileşime girer. Adrenal kortikosteroidler, östrojenler, tiroksin, somatotropin ve glukagon gibi diğer hormonlar da kalsiyum homeostazının korunmasına katkıda bulunabilir (Peterson, 2016).

Dünyada bulunan en iyi hayvansal kalsiyum kaynakları tablo 1'de ve hayvansal bitkisel kalsiyum kaynakları tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. *En iyi hayvansal kalsiyum kaynakları (Baysal, 2002; WHO, 2002).*

Gıda Kaynağı	mg/100g
İnek sütü (Yağsız)	123
Beyaz peynir-Urfa	338
İnek sütü (Yarım yağlı)	122
Krem Peynir (Sade)	80
İnek sütü (Yağlı)	119
Kars Tipi	731
Yoğurt (Yarım yağlı)	120
Cheddar	721
Yoğurt Yağlı	111
Kaşar Peyniri	700
Beyaz peynir (Yağsız)	96
Rokfor	662
Beyaz peynir Yağlı	162
Çökelek Kuru	505
Beyaz peynir-Edirne	437
Otlu Peynir	497

Tablo 2. *En iyi hayvansal bitkisel kalsiyum kaynakları (Baysal, 2002; WHO, 2002).*

Gıda Kaynağı	mg/100g
Pekmez (üzüm)	400
Roka	205
Badem	234
Maydanoz (taze)	203
Fındık	209
Nane(taze)	200
Antep Fıstığı	131
Madımak	166
Ayçiçek Çekirdeği	120
Pancar Yaprak	119
Susam	110
Lahana Kara	116
Ceviz	99
Pazı	114
Yer Fıstığı (iç kavrulmuş)	72
Ispanak	93
Soya fasulyesi	226
Bamya Taze	92
Nohut	150
Kıvırcık	81
Kuru Fasulye (Beyaz)	144
Pırasa	52
Barbunya	135

Soğan Yeşil	51
İç bakla	102
Kivi	100
Mercimek	79
Erik pestil	90
Börülce	74
Kayısı pestil	86
Bamya Kurutulmuş	678
Kuru incir	126
Fasulye kurutulmuş	480
Kuru kayısı	67
Patlıcan kurutulmuş	137
Kuru üzüm	62
Biber Kurutulmuş	120
Kuru Erik	51
Asma Yaprağı	392
Tarhana	685
Ebegümeci	249

MATERYAL METOT

Çalışmamızda temini kolay, ucuz ve gerek kalsiyum gerekse silisyum açısından zengin içeriğe sahip ve kemik gelişimini artırabilecek materyaller tercih edilmiştir. Tercih edilenlerden:

1- Atkuyruğu, çok yüksek silisyum içermektedir. 1gram atkuyruğu 20-30 mg silisyum içermektedir. (Bir insanın günlük silisyum ihtiyacı 5-20 mg.'dır). Atkuyruğu, silikon kaynağı olarak suda çözünür silisik asite sahiptir, % 5 ve % 8 silisilik asit içerir. Piekos ve Paslawaska deneylerinde, 2.0 gram at kuyruğu, 200 ml su ile yapılan ekstraksiyon ile 55 mg çözünür silikon elde etmişlerdir (Piekos ve Paslawska, 1975).

2- Isırgan yaprağı, zengin kalsiyum ve silisyum kaynağı olmasından ötürü (100 gr ısırgan 3000 mg Ca, % 2 oranında da Si içermektedir, Bir insanın günlük kalsiyum ihtiyacı 1300 mg.'dır.) karışım halinde kullanılmıştır.

3- Sodyum bi karbonat, kalsiyum atılımı ile kemik rezorpsiyonunda azalmalara neden olmaktadır.

4- Elma sirkesi, k*emik* erimesine karşı savaşta, manganez, magnezyum, fosfor, kalsiyum ve silisyum yönünden zengin bir gıdadır.

5- Cypraea(tazı boncuğu, deve boncuğu, deniz taşı), bir deniz kabuklusu olup kalsiyum karbonattan ve kristal formlarından oluşmuştur.

Çalışma sırasında ölçümlerde pH metre ve dansimetre aletlerinden yararlanılmıştır.

1. Deneme: 150 gr Atkuyruğu ve 50 gr ısırgan yaprağı (Mix) ile yapılan karışımdan 100 gr'ı 1000 ml su ile distilasyona tabi edildi ve hidrosol elde edildi. Hidrosolün pH'ı ölçüldü ve yoğunluğu ise dansite olarak tespit edildi.

2. Deneme: 1 lt su içinde kalıntı bırakmayacak eriyik olarak, sodyum bi karbonat gr olarak tespit edildi. pH ve yoğunluk bulundu.

3. Deneme: Ticari bir firmanın elma sirkesi kullanıldı. pH ve yoğunluğu tespit edildi.

4. Deneme: 750 ml. Limon suyu + 6 adet Cypraea 24 saat bekletildi ve 48 saat sonra ölçüldü.. pH'ı tespit edildi.

5. Deneme: 100 gr. Mix + 15 gr. Sodyum bi karbonat (1 litre suda çözülmüş) ve 1 gün bekletildi ve ölçüldü (1. gün). pH ve yoğunluk tespit edildi.

6. Deneme: 50 gr. Mix, 500 gr. elma sirkesinde bekletildi. pH ve yoğunluk tespit edildi

BULGULAR

1. Denemede, 150 gr At kuyruğu ve 50 gr ısırgan yaprağı (Mix) ile yapılan karışımdan 100 gr'ı 1000 ml su ile distilasyona tabi edildi ve 500 ml hidrosol elde edildi. Hidrosolün pH: 4, yoğunluğu ise 1 dansite olarak tespit edildi.

2. Denemede**,** 1 lt su içinde kalıntı bırakmayacak eriyik olarak, sodyum bi karbonat 15 gr. olarak tespit edildi. pH: 9 ve yoğunluk: 10 dansite olarak bulundu.

3. Denemede, ticari bir firmanın elma sirkesi kullanıldı. pH: 2, Yoğunluğu: 11 dansite olarak tespit edildi.

4. Denemede, 750 ml. Limon suyu + 6 adet Cypraea (24 saat bekletildi ve 48 saat sonra ölçüldü). Ancak 2. gün sonunda mantar ürediği tespit edildiği için gıda olarak bunu kullanılması tavsiye edilmemektedir. Ancak mantar üremesini engelleyici bir koruyucu ile belirli miktarda bu üreme engellendikten sonra kullanılabilinir. pH: 2 olarak tespit edildi.

5. Denemede, 100 gr. Mix + 15 gr. Sodyum bi karbonat (1 litre suda çözülmüş) ve 1 gün bekletildi ve ölçüldü (1. gün). pH: 9, Yoğunluk: 20 dansite olarak tespit edildi. 2. denemede tespit edilen pH ile aynı olduğu fakat yoğunluğunu 2 katına çıktığı görüldü. 2. gün ölçümünde pH'ın 7'ye yoğunluğun ise 17dansite'ye düştüğü tespit edildi.

6. Denemede, 50 gr. Mix, 500 gr. elma sirkesinde bekletildi. pH'ın 4, yoğunluğun 22 dansite olduğu tespit edildi (1. gün). 2. gün ölçümünde değerler sabit kaldı. 2 günün sonrası kaynatma işlemi yapılıp soğuması

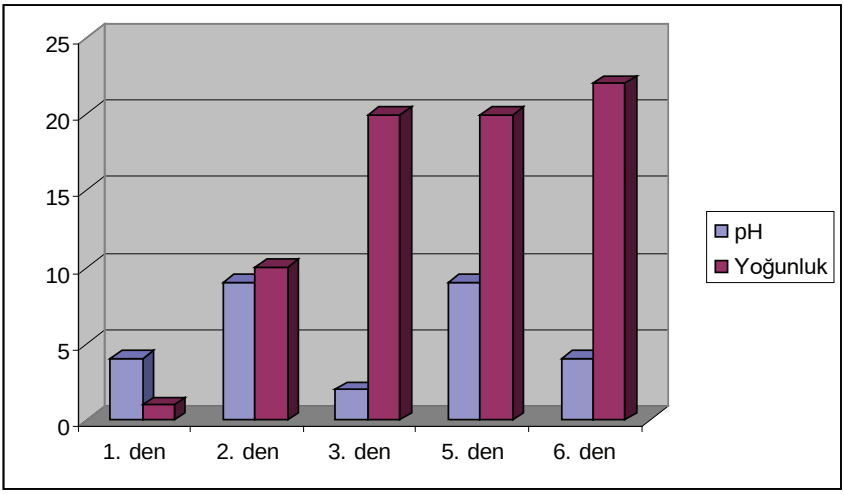
sağlandıktan sonra yapılan ölçümde pH'ın sabit kaldığı, yoğunluğun ise 20 dansite'ye düştüğü görüldü.

Denemelerde yapılan işlemler ve elde edilen bulgular tablo 3'de ve grafiği ise Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 3. *pH ve yoğunluk ölçümleri.*

Karışım	pH	Yoğunluk
Su	6	1
100 gr. Mix + 1000 water = 500 hidrosol	6	1
1 lt. Su + 15 gr. Sodyum bi karbonat	9 (0)	10 (0)
100 gr. Mix + 15 gr. Sodyum bi karbonat (1 litre suda çözülmüş) ve 1 gün bekletildi ve ölçüldü (1. gün)	9 (0)	20 (↑)
100 gr. Mix + 15 gr. Sodyum bi karbonat (1 litre suda çözülmüş) 2 gün bekletildi ve ölçüldü (2. gün)	7 (↓)	17 (↓)
750 ml. Limon suyu + 6 adet Cypraea (24 saat bekletildi ve 48 saat sonra ölçüldü)	2	Mantar üremesi görüldü
100 gr. Mix + 900 su + 100 gr. Elma sirkesi = 500 hidrosol	3	1
ACV	1,5-2	11 (0)
50 gr. Mix + 500 gr. Elma sirkesi 1 gün bekletildi ve ölçüldü (1. gün).	4 (↑)	22 (↓)
50 gr. Mix + 500 gr. Elma sirkesi 2 gün bekletildi ve ölçüldü (2. gün).	4 (0)	22 (0)
50 gr. Mix + 500 gr. Elma sirkesi 2 gün bekletildi ve kaynatıldı sonrasında soğutuldu ve ölçüldü (2. gün).	4 (0)	20 (↓)

Şekil 1. *Denemelerin pH ve Yoğunluk kıyas grafiği.*



TARTIŞMA

Bu çalışmada ülkemizde böbrek taşı hastalarının geleneksel tedavi yöntemi olarak kullandıkları karışımlar incelenmiştir. Özellikle bu tedavi için tercih edilen preparatların hazırlanmasında kullanılan çözücülerde (su, elma sirkesi) ne oranda çözündüğünü yoğunluk farkından ortaya koyulması temel alınmıştır. Yapılan deneylerde kullanılan gıdaların suya ve sirkeye geçiş miktarları tespit edilmiştir. Limon suyu ile tazı boncuğunun geleneksel kullanımında maserasyon işlemini takiben 2. günde mantar üremesi tespit edilmiştir. Mantar üremesini durdurmaya yönelik bir madde kullanımı (gerek bitkisel gerekse kimyasal) gereksiniminde ötürü bu karışımın sonucu göz ardı edilmiştir. Çalışmamızın devamında mantar aktivitesi durdurucu madde ilave etmemize rağmen koku olarak tahammül edilemeyecek kadar kötü olduğu için bu deneme sonucu belirtilmemiştir.

Su içerisinde yapılan bekletme veya çözme işlemleri sonucu madde geçişi yapılan ölçümlerde 24 saat bekletme sonrası yoğunluğun maksimum seviyeye ulaştığı, bu süre aşımında yavaş yavaş azalma olduğu görüldü. Elma sirkesi ile yapılan çalışmalarda ise yoğunluğun dolayısıyla çözünen madde miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak ise asidik yapıda olan elma sirkesinin kalsiyum ve silisyum gibi tuzlar için iyi bir çözücü olduğu düşünülmektedir.

Her halükarda atkuyruğu ve ısırgan ile hazırlanan karışımlarda düşük pH'da daha fazla madde çözündüğü görülmüştür. (elma sirkesi pH: 4, sodyum bi karbonat pH: 9).

Önceki çalışmalarda silisyumun (SiO_2) suda çözünürlüğü pH: 2-9 arasında etkilenmediği söylenmiştir (Lindsay,1979). Ancak çalışmamızda sodyum bi karbonatın pH:9 ve yoğunluk: 10 olduğu yani kalsiyum miktarının maksimum doygunlukta ki değerleri tespit edilmiş iken ısırgan ve atkuyruklu karışımda aynı pH'ın 9 olup sabit kaldığı ancak yoğunluğun 20'ye yani iki katına çıktığı tespit edilmiştir.

Kuvarsta çözünürlük tane büyüklüğüne göre sadece 1.4-3.3 mg Si/l (25 ºC) kadardır. Çözünürlük amorf Silisyum-oksit>opal>kuvars sırasına göre azalmaktadır (Kaya ve ark.,1995). Avusturyalı araştırıcılardan Jones ve Handreck toprakta pH'nın 5.4'den 7.2'ye yükselmesiyle, Si konsantrasyonunun 3.3 ppm'den 1.1 ppm'e düştüğünü rapor etmişlerdir (Jones ve Handreck, 1965). Diğer araştırıcılar pH 8-9 değerlerinin her iki yanında silisyum konsantrasyonlarının yükseldiğini göstermişlerdir (Tisdale ve ark., 1993). Ancak bahsi geçen denemeler bitkideki silisyum formları değil toprakta bulunan silisyum türleridir. Ayrıca topraktan bitkiye geçiş veya topraktan suya geçiş çalışmalarıdır.

Görülüyor ki bitkilerde bulunan siliksat asidi ($mSiO_2.nH_2O$) ve tuzları çözünür hale gelerek, suya veya elma sirkesine geçiş yapabilirken kum ve kuartz şeklinde doğada bulunan silisyum oksit (SiO_2) belirli bir seviyeyi geçememektedir. Geleneksel tedavidekullanılan dekoksiyon (demleme) veya hidrosol (bitki distile suları) yöntemleriyle bitkilerin suda çözünen kısımlarını elde ederek hastalık tedavilerinde saf olarak kullanılabilir. Ancak bitkisel preparatların sirke formlarının daha yoğun bir çözelti meydana getirdiği tespit edilmiştir. Yoğunluk olarak hidrosollerden daha yoğun olan bu çözeltilerin bitkisel tedavilerde dilüe edilerek (1/10-1/20 oranında) kullanımının uygun olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Aksoy, M. (2000). Beslenme Biyokimyası. Hatipoğlu Yayınları, No:126, Ankara

Aksoy, T. (2006). Silisyumun Bitki Ve Toprakta Bulunuşu, Dağılımı Ve İnsan Sağlığı İçin Önemi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Toprak Anabilim Dalı, Adana.

Ali, N., Rethore, E., Yvin, J.C., Hosseini, S.A. (2020). The Regulatory Role of Silicon in Mitigating Plant Nutritional Stresses. Plants, 9(1779): 1-18.

Ayral, N. (1965). Anatomi ve Fizyoloji. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları Sayı: 24.

Baysal A. (2002). Beslenme. 9. Baskı. Hatipoğlu Yayınları:93, Ankara,

Carlisle, E.M. (1986). Silicon in trace elements in human and animal nutrion, 5th edition. Ed. W. Mertz, Vol. 2, p.373-390. Academic Press, New York.

Cheng, B.T. (1982). Some significant functions of silicon to higher plants. J. Plant Nutr., 5:1345-1353.

Farooq, M.A., Dietz, K.J. (2015). Silicon as Versatile Player in Plant and Human Biology: Overlooked and Poorly Understood. Frontiers in Plant Science, 6(994): 1-14.

Hannon, R.A., Eastell R. (2003). Biochemicalmarkers of bone turnoverandfractureprediction. J Br Menopause Sec, 9: 10-5.

Jones, L.H.P., Handreck, K.A., (1965). Studies of silica in theoatplant. III. Uptake of silica from soils by the plant. Plant Soil, 23:79-96.

Kaya, Z., Özbek, H., Gök, M.M., Kaptan, H. (1995). Toprak Bilimi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:73, Adana.

Leslie, J.G.,Ying-Kung, K., Gavack, T.H. (1962). Silicon in biological material, 2. Variations in silicon content in tissue of rat differentages, Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 110:218.

Lindsay, M. (1979). ChemicalEquilibrium in soils, Wiley, New york.

Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of hyperplants. 2nd Edition Academic Press. New York.

McCartle, R.C. (1943). Mineral changes in neurodermatitis revealed by microincineration, Arch. Dermantol. Shyphilol. 47:335.

Martin, K.R. (2007). “The chemistry of silica and its potential health benefits,” Journal of Nutrition, Health and Aging, 11(2): 94–98.

Miller, G.D., Jarvis, J.K., McBean, L.D. (2001). The importance of meeting calcium needs with foods. Journal of the American College of Nutrition, 20(2): 168-185.

Nielsen, F.H., (1988). Traceelements in human and animal nutrition.Vol.2, Academic Press, p.245, New York.

Peters, W., Smith, D., Lugowski, S. (1999). Silicon assays in women with and without silicone gel breast implants—a review. Annals of Plastic Surgery, 43(3): 324–330.

Peterson, M.E. (2016). Calcium Physiology and Calcium-regulating Hormones. https://www.msdvetmanual.com/endocrine-system/the-parathyroid-glands-and-disorders-of-calcium-metabolism/calcium-physiology-and-calcium-regulating-hormones.

Piekos, R., Paslawska, S. (1975). Studies on the optimum conditions of extraction of silicon species from plants with water. I. Equisetum arvense L. Herb. Planta Medica, 27(2): 145-150.

Piste, P., Sayaji, D., Avinash, M. (2013). Calcium and its Role in Human Body. International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences, 4(2): 660-668.

Rasmussen, H., Barrett, P., Smallwood, J., Bollag, W., Isales, C. (1990). Calcium ion as intracellular messenger and cellular toxin. Environmental health perspectives, 84: 17-25.

Spector, T.D., Calomme, M.R., Anderson, S.H. (2008). Choline stabilized orthosilicic acid supplementation as an adjunct to calcium/vitamin D3 stimulates markers of bone formation in osteopenic females: a randomized, placebo-controlled trial, BMC Musculoskeletal Disorders, 9, 85.

Sripanyakorn, S., Ravin, J., Thompson, R.P.H., Powell, J.J., (2005). Dietary silicon and bone health. Nutrition Bulletin. 30(3):222-230.

Tisdale, L., Tisdale, W., Beaton, J.D., Hoslin, J.L., (1993). Soil fertility and fertilizers. Macmilan Puplishing Company, USA.

WHO (World HealthOrganization), (2002). Keep Fit For Life. Meeting the Nutritional Needs of Older Persons, WHO, Tufts University Science and Policy, Malta,

Yeldan, M., (1989). Hayvan Besleme Biyokimyası. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:11160, Ankara.

.

Bölüm 21

[1] TOHUM BÜYÜKLÜĞÜ VE BAZI ÖNİŞLEMLERİN SUMAK (*RHUS CORİARİA* L.) TOHUMLARININ ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Zafer ÖLMEZ [2]

Erhan UZUN [3]

1 Bu çalışma Erhan UZUN tarafından Prof. Dr. Zafer ÖLMEZ danışmanlığında yürütülen yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Zafer ÖLMEZ ORCID ORCID: 0000-0001-6199-6284,Erhan UZUN ORCID: 0000-0003-1385-1907

2 Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin, zaferolmez@artvin.edu.tr

3 Veliköy Orman İşletme Şefliği, Şavşat-Artvin

GİRİŞ

Rhus türleri, genel olarak fakir kumlu veya kayalık topraklarda yetişirler. Kuraktan nemli topraklara kadar her tür nem durumuna uyum gösterebilmektedirler. Genellikle hızlı büyürler ve kısa ömürlü bitkilerdir. Geniş kök sistemi geliştirdiklerinden erozyon kontrol çalışmaları açısından önemlidirler. Yol kenarlarının, aşınmış sığ toprakların ağaçlandırılmasında, maden topraklarının restorasyonunda ve diğer koruma ağaçlandırmalarına kullanılabilmektedirler (Brinkman, 1974; Humphrey, 1983; Rowe ve Blazich, 2003) *Rhus coriaria* L. (Derici Sumağı) Ülkemizde Çanakkale, Kastamonu, Gümüşhane, Artvin, İzmir, Kütahya, Ankara, Adana, Denizli, Antalya, Gaziantep ve Hakkari yörelerinde 600-1900 m rakımları arasında doğal olarak yayılış göstermektedir (Davis, 1967). Üç metreye kadar boylanabilen çalı halinde bir bitkidir. Birçok türünde meyve, salkımlar halinde bulunmakta, sonbaharda olgunlaşmakta ve kışa kadar kalabilmektedir (Brinkman, 1974; Elias, 1989; Rowe ve Blazich, 2003).

Rhus türlerinde tohumun kısa zamanda yeterli suyu alamaması, suyu ve gazları geçirmeyen kabuk sertliği ve kalınlığından kaynaklanan bir çimlenme engelinin olduğu belirtilmektedir (Ürgenç, 1986). Hartman ve ark. (1997), Krungman ve ark. (1974)'a atfen, tohum kabuğu sertliği ve embriyodan kaynaklanan çimlenme engelinin, birçok sumak türünde, orijinler içinde farklılık gösterebileceği gibi orijinler arasında da farklılık göstereceğini belirtmektedirler. Bu nedenle soğuk katlama veya zedeleme söz konusu olduğu zaman tohum kaynaklarının mutlaka göz önünde bulundurulması ve her bir tohum orijini için soğuk katlama ve zedeleme sürelerinin ayrı ayrı belirlenmesi gerektiğini belirtmektedirler. Huxley (1992), *R. coriaria* tohumlarının çimlenme engelinin giderilmesi için 80-90 °C suda bir gün soğumaya bırakılması işlemini önermektedir. *Rhus* türleri için genel olarak H_2SO_4'te bekletme ve soğuk katlama işlemleri önerilmektedir. *R. ovata* için 50 dk H_2SO_4 te bekletmeyi takiben 73 gün soğuk katlama (Hubbard, 1986; Rowe ve Blazich, 2003), *R. glabra* için iki dakika kaynar suda bekletme (Rowe ve Blazich, 2003), *R. lanceolata* için 60 dk H_2SO_4 te bekletme veya mekanik zedeleme veya 94-97 °C de sıcak suda bekletme (Rasmussen ve Wright, 1988; Rowe ve Blazich, 2003) ön işlemleri önerilmektedir.

Rhus L. türlerinin ekim zamanları türlere göre farklılık göstermektedir (Rowe ve Blazich, 2003). Soğuk katlama gerektirmeyen türlerde zedeleme işleminin ardından ilkbaharda, kabuk engeliyle birlikte embriyodan kaynaklanan çimlenme engeli de olan türlerde zedeleme ve soğuk katlama işleminin ardından ilkbaharda veya kış rutubetinden yararlanabilmesi için zedeleme işleminden sonra sonbaharda ekim yapılmalıdır (Dirr ve Heuser, 1987; Rowe ve Blazich, 2003).

Türkiye ormancılığında, ormanlarımızın önemli bir kısmının verimli hale getirilmesinde ağaçlandırma çalışmalarının büyük yeri bulunmaktadır (Tolay, 1987). Ağaçlandırma yatırımları pahalı ve uzun vadeli yatırımlardır (Yahyaoğlu ve Ölmez, 2006). *R. coriaria* türü de ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışmaları için önemli bir türdür.

Bu çalışmada, bazı önişlemlerin (soğuk katlama, H_2SO_4 ve GA_3'te bekletme) ve tohum büyüklüğünün *R. coriaria* tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada materyal olarak, Artvin İli, Seyitler Köyü civarında doğal yayılış gösteren bireylerden (735 m) toplanan *Rhus coriaria* L. tohumları kullanılmıştır.

Sert olan tohumlar yumuşak meyve etinden kolayca ayrılmıştır. Ayıklanan meyve tohumlar suda yüzdürülerek su üzerine çıkan meyve etleri ayıklanmış ve dipte kalan tohumlar da bol su ile yıkanarak meyve etinden tamamen temizlenmiştir. Bu işlem tohumlar meyvelerinden tamamen temizlenene kadar birkaç kez geçekleştirilmiştir.

Daha sonra, tohumlar gölge bir yerde kurumak üzere filtre kağıdının üzerine serilmiştir. Hava kurusu duruma getirilen saf ve sağlam tohumlar ekim zamanına kadar kapalı poşetler içerisinde buzdolabında (±4 °C) muhafaza edilmiştir.

R. coriaria türünün tohumlarında kabuk kalınlığı ve sertliğinden kaynaklandığı düşünülen çimlenme engelini giderecek en uygun yöntemin belirlenmesi amacıyla 3 farklı tohum büyüklüğü üzerinde ayrı ayrı 5 işlem olmak üzere toplam 15 farklı işlem uygulanmıştır. Bunlar soğuk katlama+H_2SO_4, soğuk katlama+GA_3, soğuk katlama, H_2SO_4 ve kontroldür (Tablo 1).

Tablo 1. Rhus coriaria L.. tohumlarında uygulanan ön işlemler

Tohum Büyüklükleri	Katlama Türü	Bekleme Süresi(gün)	Uygulanan Kimyasal	Bekleme Süresi (dk)
Küçük	SK	45	H_2SO_4	30
	SK	45	GA_3	30
	SK	45	-	-
	-	-	H_2SO_4	30
	Kontol	Kontol	Kontol	Kontol

	SK	45	H_2SO_4	30
	SK	45	GA_3	30
Orta	SK	45	-	-
	-	-	H_2SO_4	30
	Kontol	Kontol	Kontol	Kontol
	SK	45	H_2SO_4	30
	SK	45	GA_3	30
Büyük	SK	45	-	-
	-	-	H_2SO_4	30
	Kontol	Kontol	Kontol	Kontol

Ön işlem görmüş tohumlar ve kontrol tohumları sera koşullarında, her yöntem için üç yinelemeli olmak üzere 30 adet (3x32) viyol kullanılmış ve her göze 2 adet tohum ekilmiştir. Tüplere konulan yetiştirme ortamı malzemesi, 3:1 oranında torf ve perlitten oluşmaktadır. Ekim derinliği, tohum büyüklüğü dikkate alınarak belirlenmiştir. Her yöntemin yinelemeleri birbirinden bağımsızdır. Ayrıca, her bir yinelemedeki işlem sıraları tesadüfi olarak uygulanmıştır. Araştırma serasının sıcaklığı 24±1°C ve nemi % 50 olarak belirlenmiştir.

Laboratuvar koşullarında yapılan ekimlerde her yöntem için üç yinelemeli olmak üzere 45 adet petri kabı kullanılmış ve her petri kabına 30 adet tohum ekilmiştir. Petri kabında filtre kağıdı yerine sterilize edilmiş dere kumu kullanılmıştır. Ekim yapılan kaplar çimlendirme dolabında 24±1°C' de karanlık ortamda çimlendirmeye bırakılmıştır. Ancak, ekim tarihinden 2 hafta içerisinde tohumlar üzerinde büyük ölçüde küflenme meydana gelmiştir. Bu durumu bertaraf edebilmek için tohumlar her yöntem için ayrı ayrı olmak üzere konsantre H_2O_2 içerisinde 5 dakika süresince bekletilmiştir. Bu işlemi takip eden süreçte tohumlar nemli filtre kağıdı kullanılarak petri kaplarına yerleştirilmiş ve çimlenmek üzere tekrar çimlendirme dolabına konmuştur.

Ekimlerinin ilk gözlem ve sayımları, ekimlerin gerçekleştiği tarihinden itibaren 3. gün sonunda yapılmıştır. Tohumlarda çimlenme olup, olmadığı 60 gün boyunca kontrol edilmiştir. Çimlenen tohumların sayımı 3. gün ve bundan sonra haftada bir kez olmak üzere 7. günden itibaren 60 gün boyunca devam etmiştir.

Çimlenmeler tamamlandıktan sonra tohumların çimlenme hızı ve çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir. Çimlenme hızının belirlenmesinde aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Pieper, 1952).

$$ÇH = \frac{(n1xt1) + (n2xt2) + (n3xt3) + \cdots + (nixti)}{T}$$

Formülde; *ÇH*= Çimlenme hızını, *n*= Çimlenmenin gerçekleştiği gün sayısını, *t*= Her bir günde gerçekleşen çimlenme sayısını ve *T*= Toplam çimlenen tohum sayısını ifade etmektedir.

Çalışmada elde edilen veriler SPSS istatistik paket programlarında değerlendirilmiştir. Tohum büyüklüğü ve ön işlemlere göre tohum çimlenmeleri arasında farklılık olup olmadığı basit varyans analizi belirlenmiş ve gerektiği durumlarda Duncan testi yapılmıştır ($\alpha \leq 0.05$).

BULGULAR

Üç farklı tohum büyüklüğüne göre 8x100 örnek üzerinden elde edilen tohumların ortalama 1000 tane ağırlıkları ve 3x100 örnekten elde edilen tohum doluluk oranları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Tohum büyüklüğüne göre doluluk oranı ve 1000 TA

Tohum Boyutu	Doluluk Oranı (%)	1000 TA (g)
Küçük	45.7	11.0
Orta	42.1	14.5
Büyük	39.5	15.7

Sera Koşullarına Ait Bulgular

Varyans analizi sonuçlarına göre tohum boyutu, uygulanan ön işlemler ile boyut*ön işlem etkileşimlerine göre çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızında istatistiksel olarak farklılık olduğu belirlenmiştir (Tablo 3, Tablo 4) ($p<0.05$).

Tablo 3. Çimlenme yüzdesi ile tohum boyutu ve önişlemlere göre çoğul varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Güven Düzeyi
Düzeltilmiş Model	8320,816	14	594,344	15227,477	,000
İntersept	24131,609	1	24131,609	618267,40	,000
Boyut	1600,195	2	800,098	20499,021	,000
Ön İşlem	1288,239	4	322,060	8251,379	,000
Boyut*Ön İşlem	5432,381	8	679,048	17397,640	,000
Hata	1,171	30	,039		
Toplam	32453,596	35			
Düzeltilmiş Toplam	8321,987	44			

Tablo 4. Çimlenme hızı ile tohum boyutu ve önişlemlere göre çoğul varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Güven Düzeyi
Düzeltilmiş Model	515,38	14	36,81	131,10	,000
İntersept	17590,35	1	17590,35	62643,72	,000
Ön İşlem	167,52	4	41,88	149,15	,000
Boyut	44,67	2	22,33	79,55	,000
Boyut*Ön İşlem	303,17	8	37,89	134,96	,000
Hata	8,42	30	,281		
Toplam	18114,16	35			
Düzeltilmiş Toplam	523,81	44			

Duncan testi sonuçlarına göre tohum boyutu bakımından en iyi çimlenme yüzdesi (%31,24) küçük boyutlu tohumlardan elde edilmiştir. En düşük çimlenme yüzdesi ise (%17,03) büyük boyutlu tohumlardan elde edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Tohum boyutuna göre çimlenme yüzdelerine ilişkin Duncan testi

Tohum Boyutu	Çimlenme Yüzdesi (%)
Büyük	17,03a
Orta	21,19b
Küçük	31,24c

Tohum boyutlarına göre çimlenme hızına bakıldığında, Duncan testi sonuçlarına göre en iyi çimlenme hızı (18 gün) orta boyutlu tohumlarda belirlenmiştir. En düşük çimlenme hızı ise (21 gün) küçük boyutlu tohumlarda görülmektedir (Tablo 6).

Tablo 6. Tohum boyutuna göre çimlenme hızlarına ilişkin Duncan testi

Tohum Boyutu	Çimlenme Hızı (Gün)
Orta	18,58a
Büyük	19,70b
Küçük	21,02c

Ön işlemlere göre en iyi çimlenme yüzdesi (%30,15) soğuk katlama+ H_2SO_4 'te elde edilmiştir. En düşük çimlenme yüzdesi ise (%15,86) herhangi bir önişleme tabi tutulmayan kontrol tohumlarında tespit edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Önişleme göre çimlenme yüzdesine ilişkin Duncan testi

Ön İşlem	İşlem Süresi	Çimlenme Yüzdesi (%)
Kontrol	-	15,86a
SK+ G^{A_3}	45 gün+30 dk	19,43b
H_2SO_4	45 gün+30 dk	22,09c
SK	45 gün	28,25d
$SK + H_2SO_4$	30 dk	30,15e

Önişlemlere göre çimlenme hızına bakıldığında, Duncan testi sonuçlarına göre en iyi çimlenme hızı (17 gün) soğuk katlama+ H_2SO_4'te belirlenmiştir. En düşük çimlenme hızı ise (23 gün) soğuk katlama uygulamasında tespit edilmiştir (Tablo 8).

Tablo 8. Önişleme göre çimlenme hızına ilişkin Duncan testi

Ön İşlem	İşlem Süresi	Çimlenme Hızı(Gün)
$SK + H_2SO_4$	30 dk	17,31a
SK+ G^{A_3}	45 gün+30 dk	18,70b
Kontrol	-	19,01b
H_2SO_4	45 gün+30 dk	20,99c
SK	45 gün	22,83d

Tohum boyutu ve önişlemler birlikte göz önüne alındığında, en iyi çimlenme yüzdesi (% 50,59) büyük tohum*soğuk katlama*H_2SO_4 kombinasyonunda elde edilmiştir. En düşük çimlenme yüzdesi ise (% 2,79) büyük tohum*soğuk katlama işleminden elde edilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Tohum boyutu ve önişlemlerin çimlenme yüzdesi üzerine etkisi

Tohum Boyutu+Ön İşlem	İşlem Süresi	Çimlenme Yüzdesi (%)
Büyük+SK	45gün	2,79a
Büyük+Kontrol	-	5,29b
$Büyük + H_2SO_4$	30dk	10,62c
$Orta + SK + H_2SO_4$	45gün +30dk	10,65c
Orta+Kontrol	-	13,16d
Büyük+SK+ G^{A_3}	45gün +30dk	15,88e

Küçük+SK+ G^{A_3}	45gün +30dk	21,17f
Orta+SK+ G^{A_3}	45gün +30dk	21.24f
Orta + H_2SO_4	30dk	23,85g
Küçük+Kontrol	-	29,13h
Küçük + SK + H_2SO_4	45gün +30dk	29,21h
Küçük + H_2SO_4	30dk	31,78i
Orta+SK	45gün	37,05j
Küçük+SK	45gün	44,91k
Büyük + SK + H_2SO_4	45gün +30dk	50,59l

Tohum boyutu ve ön işlemlere göre çimlenme hızına bakıldığında, H_2SO_4 imlenme hızı (14 gün) orta büyüklükteki tohum*soğuk katlama* kombinasyonunda tespit edilmiştir. En kötü çimlenme hızı ise (28 gün) büyük tohum* H_2SO_4 işleminde görülmüştür (Tablo 10).

Tablo 10. Tohum boyutu ve önişlemlerin çimlenme hızına etkisi

Tohum Boyutu+Ön İşlem	İşlem Süresi	Çimlenme Hızı (Gün)
Orta + SK + H_2SO_4	45gün +30dk	14,00a
Büyük + H_2SO_4	30dk	15,58b
Orta+SK+ G^{A_3}	45gün +30dk	17,43c
Büyük + SK + H_2SO_4	45gün +30dk	17,56c
Büyük+SK+ G^{A_3}	45gün +30dk	18,55d
Küçük+Kontrol	-	18,68de
Büyük+Kontrol	-	18,82de
Orta+Kontrol	-	19,53ef
Küçük+SK+ G^{A_3}	45gün +30dk	20,13f
Orta+SK	45gün	20,20f
Küçük+SK	45gün	20,29f
Küçük + SK + H_2SO_4	45gün +30dk	20,37f

Orta + H_2SO_4	30dk	21,76g
Küçük + H_2SO_4	30dk	25,63h
Büyük + H_2SO_4	30dk	28,00i

Laboratuvar Koşullarına Ait Bulgular

Ekimlerin yapıldığı tarihinden itibaren 2 hafta içerisinde tohumlarda küflenme meydana gelmiştir. Bu durumu bertaraf edebilmek için tohumlar, her yöntem için ayrı ayrı olmak üzere, konsantre H_2O_2 içerisinde 5 dakika boyunca bekletilmiştir. Bu işlemin ardından tohumlar nemli filtre kağıdı üzerine petri kaplarına ekilmiştir. Ekimler yapıldıktan kısa bir süre sonra (7-10 gün) tekrar küflenme meydana gelmiştir. Tohumlar üzerinde meydana gelen küflenme neticesinde çimlenme gerçekleşmemiş ve laboratuvar çalışmalarından herhangi bir sonuç elde edilememiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Üç farklı tohum boyutu ve farklı ön işlemlerin uygulandığı, sera ve laboratuvar koşullarında yapılan ekimlerde, petri kaplarına ekilen tohumlarda meydana gelen küflenme neticesinde laboratuvar ekimlerinden sonuç alınamamıştır.

Yapılan denemeler sonucunda *R. coriaria* tohumlarında çimlenme engelinin bulunduğu ve uygulanan yöntemlere göre çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızları arasında farklılık olduğu belirlenmiştir.

Sera koşullarında elde edilen verilere göre, tohum boyutu bakımından en iyi çimlenme yüzdesi (%31,24) küçük boyutlu tohumlardan elde edilmiştir. En düşük çimlenme yüzdesi ise (%17,03) büyük boyutlu tohumlarda tespit edilmiştir. Tohum boyutuna göre çimlenme hızına bakıldığında, en iyi çimlenme hızı (18 gün) orta büyüklükteki tohumlarda elde edilmiştir. En kötü çimlenme hızının ise (21 gün) küçük boyutlu tohumlarda olduğu görülmektedir. Genellikle büyük tohumlar küçük tohumlara göre daha yüksek çimlenme yüzdesi ve daha güçlü fidan oluşturma avantajına sahiptir (Baskin ve Baskin, 2014; Gomez, 2004; Navarro ve ark., 2006; Tilki ve ark., 2009; Aksu ve Tilki, 2015). Çalışmamızda, tohumların doluluk testi sonucunda küçük tohumların, orta ve büyük tohumlara göre daha fazla doluluk oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle küçük tohumların büyük tohumlara göre daha iyi bir çimlenme yüzdesine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Yine sera koşullarında, ön işlemlere göre çimlenmeler arasında farklılıklar belirlenmiştir. Soğuk katlama*H2SO4 kombinasyonunda en iyi

çimlenme yüzdesi (%30,15) elde edilmiştir. En düşük çimlenme yüzdesi ise (%15,86) herhangi bir ön işleme tabi tutulmayan kontrol tohumlarında tespit edilmiştir. Tohum boyutu ve önişlemler birlikte göz önüne alındığında, en iyi çimlenme yüzdesi (% 50,59) büyük tohum*soğuk katlama*H2SO4 kombinasyonunda elde edilirken, en düşük çimlenme yüzdesi ise (% 2,79) büyük tohum*soğuk katlama işleminden elde edilmiştir. Olmez ve ark. (2007), 20 gün süresince soğuk katlamaya alınan sumak tohumlarında, sera ortamında %8,2'lik bir çimlenme yüzdesi elde etmişlerdir. Tohum boyutunu hesaba katmadan 60 gün soğuk katlama*30 dk H2SO4 ön işleminde sera ortamında %54,53'lük bir çimlenme yüzdesi tespit etmişlerdir.

Göktürk (2005), *R. coriaria* tohumlarında yine sera koşullarında en yüksek çimlenme yüzdesini (%39,7) 30 dk H2SO4*60 gün soğuk katlama işlemlerinin ardından belirlemiştir.

Yapılan çalışmalar ve literatürdeki mevcut bilgiler ışığında elde edilen sonuçlar irdelendiğinde, sera koşullarında diğer ön işlemlere nazaran soğuk katlama*H2SO4 kombinasyonu ile en iyi çimlenme yüzdesi elde edildiği söylenebilir. *R. coriaria* fidan üretimi ve var olan çimlenme engelini gidermek için bu kombinasyonun kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

Aksu, Y., Tilki, F., 2015. Orijin ve tohum büyüklüğünün Quercus pontica fidanlarının yaşama yüzdesi ve morfolojik özellikleri üzerine etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 16(2), 216-226.

Baskin, CC., Baskin, JM., 2014. Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Domancy and Germination. 2nd Edition, Academic Press, USA.

Brinkman, KA., 1974. *Rhus* L., Sumac. Seeds of woody plants in the United States, (Ed: Schopmeyer CS.), Agric. Handbook 450, USDA Forest Service, pp. 715-719, Washington, DC.

Davis, PH., 1967. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol 2. Edinburgh University Press, Edinburgh.

Dirr, MA., Heuser, CWJr., 1987. The Reference Manual of Woody Plant Propagation, From Seed to Tissue Culture, Varsity Press, Pp: 239, Athens, GA.

Elias, TS., 1989. Field Guide to North American Trees, 2nd edition, Danbury, CT, Grolier Book Clubs, pp: 948.

Gomez, JM., 2004. Bigger is not always better: Conflicting selective pressures on seed size in *Quercus ilex*. Evolution, 58, 71-80.

Göktürk, A., 2005. Artvin Çoruh Vadisi Boyunca Dogal Olarak Yayılıs Gösteren Bazı Ağaç ve Ağaççık Türlerinin Tohumlarının Çimlenme Engellerinin Giderilmesine Yönelik Çalısmalar. KAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Artvin.

Hartmann, HT., Kester, DE., Davies, FT., Jr, Geneve, RL., 1997. Plant Propagation: Principles and Practices. 6th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, p: 770.

Hubbard, AC., 1986. Native Ornamentals for the U.S. Southwest, Combined Proceedings International Plant Propagators Society, 36, 347-350.

Humprey, EG., 1983. Smooth sumac tested for growth on mine sooils. USDA Soil Conservation Service, 4(6), 8-15.

Huxley, A., 1992. The New RHS Dictionary of Gardening, MacMillan Press.

Krugman, S.L., Stein, W.I., Schmitt, DM., 1974. Seed Biology, Seeds of Woody Plants in the United States, (Ed: Schopmeyer CS.) Agriculture Handbook. 450, USDA Forest Service, pp: 5-40, Washington, DC.

Navarro, FB., Jimenez, MM., Ripoll, MA., Ondono, EF., Gallego, E., De Simon, E., 2006. Direct sowing of holm oak acorns: Effects of acorn size and soil treatment. Ann For Sci, 63, 961-967.

Olmez, Z., Temel, F., Gokturk, A., Yahyaoglu, Z., 2007. Effects of some pretreatments on seed germination of nine different drought-tolerant shrubs. Seed Science and Technology, 35(1), 75-87.

Pieper, A., 1952. Das saatgut. P. Parey Verlag, Berlin, Hamburg, Germany.

Rasmussen, GA., Wright, HA., 1988. Germination requirements of flameleaf Sumac. Journal of Range Management, 41(1), 48-52.

Rowe, DB., Blazich, FA., 2003. *Rhus* L., Sumac, Url: www.wpsm.net/Rhus.pdf

Tilki, F., Yüksek, FT., Güner, S., 2009. The effects of undercutting on morphology of 1+0 bareroot sessile oak seedlings in relation to acorn size. Australian J Basic Appl Sci, 3, 3900-3905.

Tolay, U., 1987. Yapraklı Tür Orman Ağaçları Fidanlık Tekniği. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No 140, 76 s. İstanbul.

Ürgenç, S., 1986. Ağaçlandırma Tekniği. İÜ Orman Fakültesi Yayını, Üniversite Yayın No: 3314, Fakülte Yayın No: 375, İstanbul.

Yahyaoğlu, Z., Ölmez, Z., 2006. Ağaçlandırma Tekniği. Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi, Ders Notu, Yayın No: 2, Artvin.

Bölüm 22

KENT İÇİ YOL AĞAÇLANDIRMALARI

İbrahim TURNA[1]
Deniz GÜNEY[2]

1 Prof. Dr. İbrahim TURNA Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon, TÜRKİYE, turna@ktu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4408-1327
2 Prof. Dr. Deniz GÜNEY Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon, TÜRKİYE, d_guney@ktu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7222-6162

1. Giriş

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de insanoğlu, hayatını idame ettirebilmek adına yaşadığı tabii çevreye müdahale etmiş ve ihtiyaçlarını karşılamaya çalışmıştır. Hızlı nüfus artışına paralel olarak artan ihtiyaçların karşılanması çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Küresel ısınmaya dayalı iklim değişikliği, ormanların azaltılması, toprak, su ve hava kirliliği, asit yağmurları, erozyon ve çölleşme, ozon tabakasının incelmesi, radyoaktif kirlilik, gürültü kirliliği, trafikten kaynaklanan egzoz gazı kirliliği gibi çevre meseleleri, başta insan olmak üzere tüm canlıların yaşamını zora sokmakta ve yaşam alanlarının giderek yaşanmaz hale gelmesine neden olmaktadır. Ekosistemden yararlanmak zorunda olan insanın, mevcut ekosistemden maksimum fayda sağlayabilmesi ve bu kaynakların gelecek nesiller tarafından da yararlanılabilir olması için sürdürülebilir bir şekilde değerlendirilmesi gerekir. Bunun birinci derecedeki formülü ise doğanın koruma-kullanma dengesinin bozulmadan sürdürülmesidir.

Bütün insanlığın kabullendiği bir gerçek; temiz, kaliteli su ve havanın sağlanmasında en önemli kaynağın ormanlar olduğudur. Ekosistemin önemli bir öğesi olan orman, çeşitli ağaç, ağaççık, çalı, otsu ve odunsu bitkilerle, mantarlar, yosunlar, mikroorganizmalar, böcekler ve hayvanlar gibi canlıların bütününü içeren, genellikle doğal yollardan oluşmuş bir kara ekosistemidir.

Başta ağaç türleri olmak üzere odunsu bitki örtüsü, bulundukları yerin havasını, oksijen üreterek ve havadaki zararlı maddelerin bir kısmını tutmak suretiyle temizler. Rüzgâr ve fırtınanın hızını kontrol ederek örtüsüz toprak hareketini, kar savrulmalarını ve rüzgârın kurutucu etkisini ortadan kaldırır ya da azaltır. Günümüzde egzoz ve benzeri zehirli gazların neden olduğu hava kirliliğinin yaklaşık % 50'si ormanlar tarafından temizlenip dezenfekte edilebilir. Ormanların bu ve benzeri çok sayıdaki faydaları düşünüldüğünde ormanların önemi ve yeni ormanlık alanların tesis edilmesinin gerekliliği daha iyi anlaşılmaktadır. Bunun bilincinde olan insanoğlu gerekli çalışmaları yapmak, bakım ve korumalarla devamlılığını sürdürmek zorundadır. Bunlardan birisi de ağaçlandırma faaliyetleridir.

Ağaçlandırma; bozuk ya da boşluklu orman alanları, orman içi açıklıklar, hazineden bitkilendirilmek üzere izin verilen sahalar gibi uygun ekolojik koşullarda, ekim veya dikim yolu ile yeşil alanlar tesis etmektir. Ağaçlandırma çalışmaları ile; üretim (ekonomik), koruma, hidrolojik ve yetişme ortamı ıslahı (ekolojik), estetik, rekreatif ve çevrenin korunması (sosyal) gibi bir veya birden fazla amaca hizmet etmek amaçlanır. Hangi amaç ya da amaçlarla olursa olsun yapılan bütün bitkilendirme

faaliyetlerinde; tabiatı muhafaza, çevreyi güzelleştirme, mikro klimayı iyileştirme yoluyla çeşitli ürünlerin üretimini belirli miktarlarda karşılama hedeflenir. Bu hedeflerin tümü insanlar için yaşamsal açıdan vazgeçilmezlere hizmet etmektedir. Bu nedenledir ki bitkilendirmelerin tarihi insanlığın tarihi kadar eskilere dayanmaktadır.

Gerek estetik ve rekreatif, gerekse çevrenin korunması ve karayolu ulaşım ağının güvenliği amaçlı ağaçlandırma faaliyetleri arasında, kent içi ve kentler arasındaki yol ağaçlandırmaları gelmektedir.

Yollar; biryandan medeniyetin gelişmesinde önemli unsurlarından olan ulaşım ağını oluşturmakta, diğer yandan ise ekosistem içerisindeki canlı ve cansız öğeler arasındaki iletişimi zayıflatan yapısal elemanlar arasında yer almaktadır. Halbuki ömrümüzü sağlıklı olarak sürdürdüğümüz çevre, bize geçmişten kalan bir miras olmadığı gibi; korunması, iyileştirilerek geliştirilmesi ve bizden sonraki nesillere en iyi şekilde devredilmesi gereken kutsal bir emanettir. Yollar ise çağdaş ve modern bir toplumda sağlıklı yaşama kavuşmanın anahtarıdır. Ulaşım konusunda üretilecek ve alınacak doğru kararların uygulamaya aktarılması ile ülkenin sosyal ve ekonomik yaşamının gelişmesine olduğu kadar çevrenin korunmasına da katkı sağlanmış olunur. Halit Rıfat Paşa'nın "Gidemediğin Yer Senin Değildir" sözü gereği ulaşım ağının en önemli unsuru olan yollar, gerek geçtikleri güzergâhlar gerekse yapım tekniği ve yakın çevreleri bakımından son derece önemli tesislerdir. Nitekim Seçkin (1986), yol, insanoğlunun buluşlarının ilki olup, kısaca yaya ve/veya araçların geçmişine hizmet eden tesviye edilmiş eğimli bir yüzeydir. Ancak bu yüzeyin yerkürenin kırıklı topografyasına aplikasyonu dikkatli etüt ve uzun tecrübe ile kazanılabilen ileri ve zor bir sanat işi olduğunu ifade etmektedir.

Yollar tesis edildikleri büyüklük ve güzergâhlar bakımından şehirlerarası (otobanlar, devlet yolu, vb.) ve şehir içi yollar (sokak, cadde ve bulvar gibi) olmak üzere iki sınıfta ele alınmaktadır. Karayolları Genel Müdürlüğü'nün literatüründe ise yollar; otoyol, devlet yolu, il yolu ve köy yolları olmak üzere dörde ayrılır.

Şehiriçiyolağaçlandırmalarınınşehirlerarasıyolağaçlandırmalarından farkı; geçtikleri güzergâhların yetişme ortamı koşulları ve bu ağaçlandırmalardan beklenen fonksiyonlardan kaynaklanmaktadır. Zira şehir içi yol ağaçlandırmalarında ekolojik koşullar (bağıl nem, sıcaklık, rüzgar, toprak sıkışmaları vb.) doğal koşullardan uzak olmanın yanında her türlü teknik altyapıyı (su, elektrik, kanalizasyon, doğalgaz, telefon vb.) bünyelerinde barındırırlar. Bu yollar aynı zamanda, yayaların ve taşıtların sürekli hareket ettiği arazi parçalarıdır. Dolayısıyla şehir için yeşil alanlar içerisindeki yaşam alanlarında, kitlelerin birbirine kavuşmasını sağlayan yolların bitkilendirilmesi, estetik ve işlevsel açıdan çok önemli olduğu

için farklı şekilde değerlendirilmesi gerekir. Şehirlerarası karayolu ağaçlandırmaları ise, yol boyunca farklı özelliklerdeki ekolojik koşullar ile farklı görünümlerdeki mimari yapı ve mekanlarla birlikte dikey ve yatay yöndeki olumsuzlukları içerir.

Ekonomik ve sosyal gelişmelere paralel olarak hızlı kentleşme süreci, başta hava kirliliği olmak üzere birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Bununla birlikte iş yoğunluğu ve kentsel çalışma ortamlarında bulunma mecburiyeti, kent toplumunun yeşile ve dolayısıyla doğaya olan özlemlerini artırmakta, kentsel yeşil alanlar ile kent içi ve çevresindeki yolların çevrelerinin yeşillendirilmesinin önemi giderek artmaktadır. Günümüz modern şehirlerinde kent içi ve çevresi yol bitkilendirmeleri ayrıcalıklı bir öneme sahiptir.

Yol ağaçlarının kentsel yeşil alanlarda kullanımının 19. yüzyılın ikinci yarısında Rönesans Avrupa'sında ortaya çıktığı ifade edilmektedir (Uzun, 2006). Daha sonraki dönemlerde kentsel tasarımın çok önemli unsurlarından olan kent içi yol bitkilendirmelerinin de tesadüf eseri değil, belirli plan ve programlara uygun olarak gerçekleştirildiği anlaşılmaktadır.

Tarihi sürece bakıldığında Türkiye'de kent içi yol bitkilendirmelerine ait ilk uygulamalar İstanbul'da gerçekleştirilmiştir. 1856 yılında Dolmabahçe Sarayı'nı Beşiktaş'a bağlayan yolda, 1870'li yıllarda Beykoz ilçesi ve Abrahampaşa Korusu önünde ve 1873 yılında Büyükdere ile Belgrad Ormanı arasındaki yolda gerçekleştirilen ağaçlandırmalar, ülkemizde yapılan çalışmaların tipik örnekleri olarak gösterilebilir (Dirik, 2008; Yaltırık vd., 1997).

Bu çalışmanın ana amacı, kent içi yol bitkilendirme çalışmaları hakkında temel bilgiler vererek toplumun duyarlılığını artırmaktır. Bu kapsamda, kent içi yol bitkilendirme çalışmalarının önemi, dikkat edilecek hususlar, planlama ve tasarım, bitkilendirmelerde tür seçimi, bitkilendirme teknikleri ela alınacaktır. Yol ağaçlandırmaları dahil olmak üzere kent içi yeşil alanların tesisinden sonraki en önemli konular arasında gelen bakım ve koruma tedbirleri bu çalışmada ele alınmayacaktır.

2. Yol Ağaçlandırmalarının Önemi ve Faydaları

Şehirlerin yaşanabilir olabilmesi için ulaşım ağının tekniğine uygun olarak tesis edilmesi gerekir. Bu manada yolların kent içinde gerek alan, gerekse fonksiyon olarak çok önemli görevleri vardır. Dolayısıyla kent içi anayollar ve diğer yolların kenarlarında, orta refüjlerde, yol şevlerinde yer alan bitkiler, bu alanlarla birlikte kentin yeşil alan miktarını artıran faaliyetlerdir. Böylece kent içi yol ve meydanlarda yer alan ağaç, ağaççık ve çalı türleri kent toplumu için görsel ve işlevsel olarak kente önemli katkılar sağlamaktadır.

Kent içi yol ağaçlandırmalarının planlanması, tesisi, bakımı ve yönetimi özel çalışmaları gerektirir. Özellikle planlamada ana amaç olan ulaşım ağının fonksiyonel olmasında bitkilerin rolü, tesis aşamasında tür seçimi, bitkilerin mimari özellikleri, yetişme ortamına uygun dikim yeri ve dikim tekniği ile koruma ve bakım çalışmaları rutin ağaçlandırma tekniklerinden önemli farklılıklar gösterir. Ana amacın ekolojik, estetik ve psikolojik yararlar sağlamak yanında işlevsellik olduğu asla unutulmamalıdır.

Kent içi bitkileri, kentin yaşam kalitesini (temiz hava-sağlık) arttırması, görsel değerlerini yükseltmesi, trafiğin düzenlenmesine katkı vermesi gibi fonksiyonları nedeniyle, kentsel yaşam alanlarının en önemli tasarım ögeleridir. Nüfusun yoğun olduğu yerlerde yaşayan insanların "doğayla iç içe olma" isteği kırsal alanlara olan talebi arttırmakta ve netice itibarıyla eko-turizmin öne çıkmasına neden olmaktadır. Kırsal alanlara gidebilme imkânlarına sahip olamayanlar için ise kent içi yeşil alanlar devreye girmektedir.

Kent içi yol ağaçlandırmalarının da içinde yer aldığı kentsel yeşil alanların kent toplumu için sağladığı faydaları içeren çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Aşur vd., 2013; Atay vd., 1990; Bernatzky, 1983; Çelem ve Uslu, 2006; Dirik, 2014; Gülgün vd., 2014; Miller, 1988; Nowak ve Dwyer, 2007; Turna vd., 2017). Bunların bir kısmı ekolojik, sosyo-ekonomik, kültürel ve sağlık açısından, bir kısmı ise teknik yönüyle öne çıkmaktadır. Konumuz gereği kent içi yol ağaçlandırmalarının bazı faydalarına değinilecektir.

2.1.1. Ekolojik Sosyal Ekonomik ve Estetik Yönden Faydalar

Şehirlerin sağlıklı ve güzel görünümünü sağlayarak yaşanabilir alanlar kurmak: Kentlerin her yönüyle yaşanabilir koşullara sahip olabilmesi için yeşil alanların yeterli büyüklüklerde ve fonksiyonel özelliklerde olması, tekniğine uygun ve yeterli miktarlarda tesis edilmesi, koruma ve bakımlarının yapılması gerekir. Özellikle spor imkânları ile dikkat çeken kentsel yeşil alanlar yürüyüş, koşu, gezinti-dinlenme, kitap okuma, bisiklet ve ata binme, resim yapma gibi aktivitelerle kent ortamına doğallık kazandırarak monotonluğu ortadan kaldırır. Kent içi yaşamın önemli öğesi olan yollar ise binalar ile uyum sağlama, çirkin görüntüleri maskeleme, hava sirkülasyonu oluşturma yanında yola görsel değer katarak insanlara huzur verir.

CO_2 ve diğer zehirli gazları tutarak hava kalitesini iyileştirmek: Yetişkin bir ağacın (25 m boy, 14 m tepe tacındaki); 1 saatte 2.3 kg CO_2 tüketimi, 1.7 kg O_2 üretimi, bitkilerin çevreye katkısı bakımından iyi bir göstergedir. Hava kalitesini iyileştirmesi bakımından; bitkiler havadaki kirleticilerin (partiküller, azot oksitler, kükürt dioksit, karbon monoksit

ve ozon gibi) tutulması, ısı adası etkisini azaltarak fotokimyasal reaksiyon gelişiminin önlenmesi ile hava kalitesinin iyileşmesine yardımcı olurlar (Akbari vd., 1992; Çelem ve Uslu, 2006; Harris, 1992; Turna, 2017). Bu özellikleri ile yol ağaçlandırmaları kentin hava kalitesini iyileştirir.

Mikroklima oluşturma ve enerji tasarrufu sağlamak: Kent içi ve çevresi yol bitkilendirmeleri ile su ve rüzgar erozyonunu önlemek, kar birikintisini azaltmak, yaya ve araç güzergahında gölgeleme yapmak olasıdır. Bitkilendirme ile doğal veya yapay ışık kaynağından direk veya yansıyarak gelen ışığın olumsuz etkisi asgariye indirilebilir. Bitkiler yazın, evaporasyonla hava sıcaklığını dengelediği için doğanın kliması olarak da nitelendirilmektedir. Su alımının yeterli olduğu yetişme ortamlarında münferit bir ağaç ortalama günde 20 saat çalışan 5 oda klimasına karşılık gelen 400 lt suyu transporasyonla havaya verebilmektedir (Turna, 2017).

Gürültü kirliliğini önlemek: Gürültü kirliliğinin insan sağlığı üzerinde; işitme güçlüğü, hipertansiyon, uykudan yararlanamama, stres, psikiyatrik bozukluklar, konsantrasyon bozuklukları ve iş veriminde azalma gibi etkileri söz konusudur. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak modernize edilen, ancak doğaya çok da uyumlu olmayan şehirlerimizde giderek artan taşıt sayısından kaynaklanan gürültü kirliliği bina yüzeylerinden yansıyarak daha da güç kazanır. Ağaçlar başta olmak üzere bitkiler, yükselen ses dalgalarını kırarak sesin yankılanmasını önler (Çelem ve Şahin, 1997; Nadel, 1977). Bitkiler, vejetasyon dönemi dışında bile %60 oranında tozları filtrelemektedirler. Yol boyunca dikilen ağaçlar, bir litre havadaki 7000 kadar toz partikülünü tutabilmektedir (Çelem ve Uslu, 2006). Bitkiler 50 m genişliğindeki bir otobanın trafik gürültüsünü 20-30 desibel azaltır. 7-8 m genişliğinde bir perde gürültüyü 10 desibele kadar azaltacaktır (Fang ve Ling, 2003; Gür ve Önder, 2000). Kent içi yerleşim alanları özellikle yollar ve yakın çevresi, hava kirliliğinin en yüksek olduğu mekânlardır. Harris vd. (2004), havadaki kirli gazların, kentsel alanlarda çevredeki kırsal alanlara göre 5-25 kez, toz yoğunlaşması ve partiküllerin de 10 kat daha fazla olduğunu belirtmektedir. Kısaca yol ağaçlandırmaları ile gürültüyü azaltma, tozları tutma, kentin ekolojik koşullarını iyileştirmeye katkı sağlanır.

Biyo-çeşitliliğin desteklenmesi: Kentsel yeşil alanlarda ve özellikle yol boyunca yapılacak bitkilendirmeler kent halkının ekoloji bilincini ve duyarlılığını artırmak yanında flora ve fauna çeşitliliğine katkı sağlarlar.

Fırtınanın olumsuz etkilerini azaltmak ve erozyonu önlemek: Rüzgâr insanın yaşam kalitesine etki eden önemli bir etmendir. Şehirler çevresinde yeşil kuşaklar, hatta mülkler çevresinde, yollarda perdeler halinde tesis edilmiş ağaç ve ağaççıklar gibi bitkisel taksonlar, kışın soğuk, yazın sıcak ve bunaltıcı etki yapan rüzgârlara karşı, insanların ve hayvanların

yaşamına pozitif yönde etki eder. Yağışı yaprakları, dalları, gövdesi ve kökleri ile tutarak sellerin ve taşkınların oluşumunu engelleyen bitkiler, yeraltı sularının beslenmesine de katkı sağlar.

Toplumun yaşam şeklini iyileştirerek ekonomisine katkı sağlamak: Yol ağaçlandırmalarının toplumun yaşam kalitesini iyileştirmesi yanında doğrudan ve dolaylı olmak üzere ekonomik faydalar sağlar.

Doğrudan faydalanma daha çok yapacak ve yakacak orman emvali yanında, noel ağacı, kozalak/meyve hasadı gibi ürünlerin kullanımı ya da bunların pazarlanması şeklinde gerçekleşir. Dolaylı yararlanma ise, bitkilerin oluşturduğu gölgeleme ve muhafaza nedeniyle enerji tasarrufu, rekreasyona katkı vermesinden dolayı arazi ve mülk değerinin artışı vb. şeklinde gerçekleşir. Yeşil dokunun (ağaç, ağaççık ve çalı) varlığı, yaşam alanlarının tercih edilmesinde önemli bir göstergedir. Eğlence yerleri, alış-veriş, yemek-içmek, spor amaçlı ticaret yerlerinde zaman geçirmek için yeşil alanların faydalanıcılar tarafından tercih edilmesi, bu alanlarda yaşam kalitesi artırma ve gelir getirici bir etkendir.

Buna ek olarak, ağaçların güneş ışığından yararlanma, iklim kontrolü ve serinlik etkisi gibi ekolojik faydaları neticesinde enerji harcamalarında (aydınlanma, serinlik, ısınma amaçlı) oluşan ekonomik katkıları da ifade edilebilir. Yine, dolaylı da olsa ağaçlar ve yeşil alanların insan psikolojisi üzerinde yarattığı olumlu etkilerden dolayı hastalıkların azalması, tedavilere katkısı yanında ilaç harcamalarındaki olumlu katkıları da göz ardı edilmemelidir. Ev ve binaların çevrelerine, yol ve caddeler boyunca dikilen ağaç sıraları özel güvenlik sağladığı gibi, istenmeyen ya da hoş olmayan manzaraları da gizler. Çelem ve Uslu (2006), Ankara kentinde rekreasyonel alan olarak tasarlanan yeşil alanların yakın çevresinde yer alan emlaklarda değer artışı olduğunu belirtmektedir. Buna göre; yeşil alan düzenlemesi yapılan bir yerleşim bölgesinde emlak değerinin bir yıl içinde %22.3 ile %36.4 oranında değer artışı gösterdiği ifade edilmektedir.

2.1.2. Teknik Yönden Faydaları

Şehir içi yol ağaçlandırmalarına fonksiyonel açıdan bakıldığında çok yönlü faydaları olduğu aşikârdır. Tekniğine uygun olarak seçilen ve değerlendirilen yol ağaçlandırmalarının kullanım amaçlarını ve faydalarını Aslanboğa (1986; 2002)'ye atfen kısaca açıklayacak olursak;

Trafik tekniği bakımından; Kent içi yaşamın fonksiyonel olabilmesi ve sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için yolların tekniğine uygun planlaması ve tesis edilmesi gerekir.

Ulaşım ağını oluşturan yolların bitkilendirmelerle; yaya ve araç trafiğini yönlendirme, kimi noktaların vurgulanması, sürücünün ilgi alanının sınırlanması, trafiğin akışının ve yayaların güvenliği, ölçek

oluşturma, vurgu elemanı gibi işlevleri vardır. Kullanılan türler, görüş alanı içerisindeki diğer objelerin boyut ve mesafelerine, yolun ve yol üzerindeki araçların istikametlerine ve hızlarına ilişkin bilgilerin doğruya yakın algılanmasına katkı sağlarlar. Yapılar ile mekanların insan ölçeğine indirgenmesi, bu yapıların uygun yerlerinde kullanılan bitkisel materyalin kademeli olarak geçiş yapması ile sağlanır ve bu şekilde insanlar tarafından algılanması kolaylaştırılır (Korkut vd., 2010).

Bitki türleri, sert donatı elemanları ile tezatlık (zıtlık) oluşturduğu için gerek yayalar gerekse taşıt sürücüleri için güvenlik ve yön bulmaya yardımcı olmaları bakımından önemlidir. Sürücüler trafik işaretlerinden önce bitkiler tarafından uyarılır ve suratlarını zamanında ayarlama imkânı bulurlar. Özellikle kavşak, köprü, üst ve alt geçit gibi yerlerde uyarıcı, önceden haber verici etkisi vardır. Bu etki yol bitkilendirmesinde kullanılan farklı türler ve farklı bitkilendirme (aralık-mesafe, şekil, vb.) teknikleri ile sağlanabilir.

Kentlerdeki görsel kirliliğe neden olan ve sürücülerin dikkatlerini çeken ilan levhaları, ışıklı reklâmlar, vitrinler vb. elemanları maskeleyerek sürücülerin dikkatlerini yola vermeleri sağlanabilir. Ağaçlar yaya ve taşıt trafiğini sınırlayan ağaç, ağaççık, çalı vb. bitkiler taşıt trafiğinin hızını keser ya da durdururlar. Böyle bir perdenin varlığı bile yayaların yol dışında kendilerini güvenli hissetmelerini sağlar. Sürücüleri yönlendiren bitkiler yayalar için rahat ve güvenli dolaşma ortamı sağlar. Yaz aylarında yoğun güneş etkisi altında rahatsız olan hem taşıt sürücüleri hem de yayalar, otoparkların bitkilendirilmiş olması durumunda hem gölgelenmekte, hem de çevrelerine verdikleri diğer etkilerden yararlanmaktadır. Bunun yanında yağmur ve kar yağışlarında da benzer etkiler söz konusudur.

Kente estetik değer katma bakımından; kullanılan türlerin yol boyunca mekânlar dizisi oluşturma, dikey ve yatay yöndeki olumsuz görünümleri önleme, kent-kırsal alan bağını kurma, yapıları ve mekânları bağlama/ayırma ve insan-doğa ilişkisini geliştirme gibi etkileri vardır.

Ağaçlar yüksek yapılarla yükseltilmiş yol güzergâhlarını insan ölçeğine indirgeyerek, insanların kendilerini daha huzurlu hissetmelerini sağlar. Benzer şekilde kent meydanlarına çok sık dikilmiş boylu bitkiler (ağaçlar) tavan etkisi yaparlar. Tepe taçlarının oluşturduğu çizgiler mekânlara kesinlik kazandırır ve yumuşatır. Çizgisel etki hem zamansal etkinin algılanmasını hem de güzel kar manzaralarının oluşmasını sağlar (Motloch, 2001). Sık ve eşit aralıklarla dikilmiş bitkiler mekân etkisini güçlendirir. Bu etki herdem yeşil bitkilerle süreklilik kazanır. Yaprağını döken bitkilerde ise kışın mekân genişler, aydınlanır. Bitkiler, çıkmaz sokakların, kavşakların, yol ayırımlarının ve yaya geçitlerinin konumlandırılmasını sağlayabilirler (Aslanboğa, 1986).

Kent içi yol ağaçlandırmaları, gerek münferit gerekse küme, grup gibi topluluklar halinde bitkilerden beklenen fonksiyonların karşılanabilmesi için planlama, projelendirme ve tesis aşamaları kapsamında bir dizi mühendislik hizmetlerinin eksiksiz yerine getirilmesini gerektirir. Nitekim Çelem ve Şahin (1997), kentlerde kullanılan bitkilerde görsel ve işlevsel etkilerin sağlanabilmesi için; ölçüsü, taç formu, yaprak yoğunluğu, gelişim oranı, mevsimsel özellikleri, tekstür, özgün karakterler, kent ortamına toleransı, zararlılara dayanıklılık, gelişim istekleri, başka yerlere nakledilebilmedeki hassasiyet, gerekli dikim alanının sağlanabilmesi gibi özelliklerin dikkate alınması ve karşılanması gerektiğini belirtmektedir. Seçkin (1986) ise iyi bir yol dizaynının esasının, onun etüt-aplikasyonunda yattığını, iyi bir trafik şeridi olarak onun etkinliğini doğru yapılan bitkilendirmenin tamamladığını ve yol ile peyzaj arasındaki nihai halkayı bu bitkilendirmenin teşkil ettiğini ifade etmektedir. Hatta yol dizaynındaki görsel eksiklikleri veya kusurları bitkilendirme kapatır demektedir. Dirik (2008), yollar ve meydanların kent halkının yaşadığı ancak bitkilerin yaşaması için çok yönlü olumsuzlukların hâkim olduğu mekânlar olduğunu ve bu çelişkinin çözüm koşulları temelinde; uygun türlerin seçimi, tekniğine uygun dikim ve dikim sonrasında titizlikle uygulanması gereken bakımları kapsadığını belirtmektedir.

Dolayısıyla şehir içi bitkilendirme çalışmalarına, projelendirme aşamasında büro çalışmaları ile başlanır, arazi sörvey ve analizi ile devam edilir. Tür seçimi, tasarım ve bitkilendirme teknikleri ile sonlandırılır. Son aşamada yol ağaçlandırmalarının koruma ve bakımının yapılması sürdürülebilirlik açısından çok önemli olup bakım ve koruma çalışmaları konumuz dışında olduğu için burada ele alınmayacaktır.

3. Yol Bitkilendirmelerinde Tür Seçimi

Kent içi yol ağaçlandırmalarında başarılı olmanın ilk şartı yetişme ortamına uygun kaliteli bitki türlerinin seçilmesidir. Bitkisel materyaller arasında ağaç, ağaççık, çalı, sarılıcılar, çiçekler, yer örtücüler, çim vb. çok çeşitli materyaller kullanılabilir. Bitki tür çeşitliliği bakımından oldukça zengin bir floraya sahip olan Türkiye, tür seçiminde önemli avantajlara sahiptir. Birinci önceliğin doğal türler olması, bunun mümkün olmadığı yörelerde bölgenin ekolojik koşullarına uygun türlerin seçilmesi olmazsa olmaz kurallardan biridir. Maalesef Türkiye'de kentsel yeşil alanlarda ve özellikle kent içi ve çevresindeki yolların ağaçlandırılmasında kullanılan bitkilerin, lokal yetişme ortamı koşulları dikkate alınmadan seçildiği görülmektedir. Özellikle de doğal türlerden ziyade yabancı orijinli türlerin seçilmesi ise çok daha vahim sonuçlar doğurmaktadır. Örnek olması bakımından, kent içindeki caddelerin her iki kenarlarındaki kaldırımlara yeteri kadar gölge yapamayacağı gibi yeterli yüksekliğe sahip olamayacak top akasyaların yaygın olarak dikilmesi gösterilebilir.

Yol güzergâhlarına göre değişik formlarda (taç şekilleri, çap, boy vb.), farklı güzellik ve estetik değerlere sahip (değişik çiçek ve yaprak renkleri) ve farklı yetişme ortamı isteklerine (iklim, toprak) uygun bitki türlerinin seçimine dikkat edilmelidir. Dolayısıyla kent içi yol ağaçlandırmalarında kullanılacak bitki türü seçiminde, türün ekolojik istekleri kullanılacağı güzergahın ekolojik özellikleri ile uyumlu olması yanında türün biyolojik özellikleri kendilerinden beklenen fonksiyonları karşılayacak nitelikte olmasıdır. Dirik (2008), bitki türleri seçiminde; ekolojik uyum, biyolojik kapasite, estetik ve işlevsel değerleri ile bakım gereksinimlerini dikkate alan beş aşamalı bir değerlendirmeye tabi tutulması gerektiğini belirtmektedir.

3.1. Ekolojik Uyum

Yol ağaçlandırması yapılacak güzergahın ekolojik özellikleri, seçilecek türlerin yetişme ortamı isteklerine uygun olmalıdır. Tür seçimindeki yöresel ekolojik koşullara (yüksek sıcaklıklar, hava kirliliği, düşük bağıl nem, fiziksel ve kimyasal yönden elverişsiz topraklar, rakım, bakı vb.) benzerlikler yanında, mekanik baskılar (dar ve olumsuz yaşam alanı) gibi kentin zor yaşam koşullarına mümkün olduğunca dayanıklı türlerin seçilmesine dikkat edilmelidir.

Kentin bulunduğu coğrafi konum ve yetişme ortamı koşullarından, toprak ve özellikle iklim kriterleri çok iyi incelenmeli ve türün biyolojisinin de buna uygun olarak seçilmesi gerekmektedir. Bunun yanında kentlerin tarihi geçmişi ve doğal ekosistemi ile uyumlu ve bütünleşik türlerin seçilmesi de önemli bir kriter olarak göz önünde bulundurulmalıdır. Kent içi yol bitkilendirme çalışmalarında uygun ağaçlandırma tekniği ve peyzaj mimarlığı tasarım ilkeleri uygulanmalı ve bu çalışmalar ile arazinin doğallığını bozmadan ve sahanın bütünüyle çıplaklaşmasını önleyecek şekilde çok yönlü tasarımların hayata geçirilmesi gerekmektedir (Eroğlu, 2010; Lorenz, 1975).

Son dönemlerde kentlerimizin tamamında kentsel yeşil alanlar ve kent içi yol ağaçlandırmalarına büyük önem verildiği görülmektedir. Bilindiği gibi kent içi ve çevresi yol ağaçlandırmaları belediyeler tarafından gerçekleştirilmektedir. Maalesef işin önemi ve yaygın uygulamalara yer verilmesine rağmen özellikle tür seçiminde çok büyük hatalar yapıldığı gözlenmektedir. Ekolojik uyum bakımından kentlerimizde yapılan yol ağaçlandırmalarında, karşılaşılan sorunların başında halen sadece görsel (peyzaj) özelliklerine göre tür seçimi ve dikimlerin yapılması gelmektedir. Üstelik bu konularda çok sayıda bilimsel araştırma da bulunmaktadır. Böyle durumlarda dikim sonrası bir yandan artan bakım giderleri, diğer yandan çok farklı ve tedavisi olmayan hastalıkların ortaya çıkması ve nihayetinde salgın halini alan kurumalarla karşılaşılmaktadır.

Örneğin türün biyolojisi gereği donlardan zarar gören bir türün yüksek rakımlı kentlerde yol ağaçlandırmalarında tercih edilmesi, benzer şekilde yağış isteği yüksek olan bir türün kurak bölgelerde kullanılması hatalı uygulamalara örnektir.

Kent ekosistemlerindeki zorlu yaşam şartlarının da etkisiyle yörenin doğal elamanları ile olan karşılıklı büyüme ilişkileri ve yaşam koşullarının olumsuzlukları, türlerin seçimi ve yetiştirilmesinin yanı sıra bakım ve korunması için de uygulanacak her türlü teknik müdahale için hassas olmayı gerektirir.

3.2. Biyolojik Kapasite

Tür seçiminde ekolojik uyumdan sonra önemli kriterlerden biri de seçilecek taksonların biyolojik kapasitelerinin bilinmesidir. Genel olarak değerlendirildiğinde; seçilecek bitki türleri, hızlı büyüme yanında uzun ömürlü olmalıdır. Zira hem güç ve pahalı olan plantasyonlar daha uzun sürelerde yenilenir, hem de bu türler nihai morfolojik gelişimleri ile estetik ve fonksiyonel etkilerini kısa zamanda gösterir ve uzun dönemlerde sürdürürler. Kullanılacak her türlü bitkisel (ağaç, ağaççık, çalı vb.) materyalin standartlara uygun kalite ölçütlerine sahip olması gerekir. Özellikle kök, gövde ve dallarda yaralanma olmamalı, fidanlarda patolojik oluşumlar, hastalık belirtileri ve mekanik hasarlar bulunmamalıdır. Özellikle boylanması istenen fidanlarda tepe sürgünü kırılmış veya kurumuş olanların seçilmemesine dikkat etmek gerekir. Çıplak köklü fidanlarda çap/boy oranının yanı sıra katlılık (gövde/kök oranı) da önem arz etmektedir.

Tepe (terminal) ve diğer sürgünleri iyi bir gelişme gösteren, yeterli sayıda canlı ve şişkin olan tepe ve yan dal tomurcukları bulunan, iğne ya da geniş yaprakları doğal renklerini muhafaza eden fidanlar kullanılmalıdır. Özetle, tepe sürgünü iyi gelişmiş, olgunlaşmış ve sağlıklı olmalıdır. Belirlenen türün sığ ya da yayvan kök sistemi yerine derine giden (kazık kök) kök sistemine sahip olması özellikle rüzgâra açık alanlarda rüzgâr perdeleri oluşturulabilmesi bakımından önemlidir.

Kent içi yol ağaçlandırmalarında yapılan hatalardan birisi de insanlar üzerinde alerjik rahatsızlık yaratacak, altını kirletecek, yaprak, meyve vb. ile zehirlenmelere neden olabilecek türlerin seçilmesidir. Son dönemlerde çok azalmakla birlikte dişi kavak türlerinin, altına kirletme özelliğinde olan dişi dut bireylerinin kullanılması, büyük tohumlu türlerin (atkestanesi, ceviz vb.) yol kenarlarında tercih edilmesi bunlardan sadece bir kaçına örnektir. Oysa kent içi bitkilendirmelerde erkek dutların kullanılması hem görsellik (sonbahar renklenmeleri) hem de budamaya uygunluk yanında kanaatkâr olması nedeniyle tercih edilebilir. Benzer şekilde zengin bitki tür çeşitliliğine sahip Türkiye florası içerisinde renk, meyve, çiçek gibi

estetik özelliklerin yanı sıra koku özelliği öne çıkan çok çeşitli ve farklı türler olup bu türlerin seçilmesi önerilir.

Genel olarak meyve, çiçek ve polenleri kötü kokan türlere ek olarak çocuk oyun alanları gibi bazı yerlerde zehirli çiçek, meyve ve yaprak özelliklerine sahip türler seçilmemelidir. Örneğin ormangülü *(Rhododendron ponticum),* porsuk (*Taxus baccata),* kartopu *(Viburnum opulus)* gibi türler zehirli meyve ve yaprakları, kokar ağaç (*Ailantus altissima*) ve mabet ağacı (*Ginkgo biloba*) gibi türlerin kötü kokulu meyveleri nedeniyle dikkatli kullanılmaları gerekmektedir.

Alerjen etki yapan tohumlara sahip türler ile meyveleri döküldüklerinde yerleri kirleten ya da büyük ve sert olup insan ve otomobillere zarar vermesi söz konusu olan türler tercih edilmemelidir. Örneğin alerjen etki gösterebilen kavak (*Populus* sp.) ve çınar (*Platanus* sp.) gibi türler ile çocuk oyun alanlarında yaralanmalara neden olabilecek atkestanesi (*Aesculus hippocastanum*) gibi türlerin kullanılması tehlikelidir. Aynı şekilde mabet ağacı ve dut (*Morus sp.*) gibi türler bulundukları yeri kirletmeleri, ceviz (*Juglans* sp)*,* atkestanesi ve bazı *meşe* (*Quercus* sp.) türleri de iri meyve ve tohumları bakımından dikkatli bir şekilde seçilmelidir. Bulundukları alanı kirleten ve kötü kokulu meyveleri olan türlerin altına çalı grupları yerleştirilerek düşen meyvelerin zararlı etkileri azaltılabilir ya da saklanmaları sağlanabilir.

Hava kirliliğine, tuz ve zehirli maddelere karşı dayanıklı türlerin seçilmesi, giderek artan çevre sorunları nedeniyle tür seçiminde önemli bir kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunların yanında, yol ağaçlandırmalarında kullanılacak türün kök ve kütük sürgünü vermemesine, istilacı özellikte olmamasına söküm-dikim işlemleri ile kök ve gövde yaralanmalarına karşı dayanıklı olmasına, yaşama kabiliyeti ve kendini yenileme yeteneğinin yüksek olmasına dikkat edilmelidir.

3.3. Estetik Değer

Şehir içi yol bitkilendirmelerinde fonksiyonel açıdan birinci sırada estetiklik gelmektedir. Bu nedenle tür seçiminde; seçilecek bitkilerin sıra dışı sürgün ve kabuk renkleri, form ve habitusları, ilginç görünüm yaratan kabuk desenleri, yapraksız haldeki dallanma morfolojileri, sayısız varyasyonlar oluşturan yaprak biçimleri, mevsimsel renk dönüşümleri ile yeşil, kırmızı ve sarının eşsiz nüanslarını sergileyen yaprakları, coşku, mutluluk ve sevgi hisleri uyandıran rengârenk çiçekleri, estetik görünümlü meyveleri, hava hallerine bağlı olarak çıkardıkları sesler, yaban hayvanlarına yuva olma ve bu hayvanların ses dalgaları gibi çok fonksiyonel özellikleri ile insanoğlu üzerinde derin etkiler uyandıran farklı özellikleri hassas bir şekilde analiz edilmelidir.

Bitkilerin gövde, dal ve yaprakları ile estetik açıdan oldukça ilginç farklı formlar sergiledikleri dikkate alınmalıdır. Özellikle yol ve caddelerin konumuna göre kullanılacak türler biyolojik özellikleriyle çevrede hareketli varyasyonlar yaratarak görsel yönden çekici mekânlar oluştururlar. Seçilecek türün maksimum tepe taç gelişimi, kullanıldığı yolun ebatlarına uygun olmalı ya da budamalara cevap verebilecek özelliklerde olmalıdır. Mümkün olduğunca kitleler halinde aynı özellikteki türlerden (monoton) kaçınılmalı, tür çeşitliliği ve zenginliğini arttıran farklı türler tercih edilmelidir.

3.4. İşlevsellik

Seçilecek bitkisel materyalin planlandığı şekilde fonksiyonel özellikleri karşılayacak kapasitede olmaları gerekir. Bunlar arasında; seçilecek taksonların genel olarak biyotik (mantar, böcek vb.) ve abiyotik (kar, fırtına, tuz vb.) zararlılara karşı dayanıklı olmalı (*akçaağaç, sedir, melez, servi, ardıç* vb.), kazık köklü olmalı, kuvvetli hava hareketlerinde gövde ve özellikle dalları kolay kırılıp düşmemeli ve çürümemelidir. Dikilecek türler istilacı kökler geliştiren, kuvvetli kök sürgünleri oluşturan, kanalizasyon sistemlerini ve su borularını tıkayabilen türlerden olmamalıdır. Örneğin *kavak, söğüt, kızılağaç, dut* ve *akçaağaç* türleri istilacı köklerinden dolayı filtrasyon ve arıtma tesisleri ile PTT, havagazı, su ve TEDAŞ tesisleri civarında tercih edilmemelidir. Meydan ve kaldırım gibi yerlerde yapılacak dikim işlemlerinde taş, kaplama ve plakalara zarar verme ihtimali olan kuvvetli sığ kökler geliştiren türler seçilmemelidir. *Dişbudak, yalancı akasya* ve *çınar* gibi türler özellikle kent içi yol ağaçlandırmalarında kaldırımları kaldırıp bozduğu için pek tercih edilmezler.

Cadde, yol ve sokaklarda kullanılacak bitki türlerinin seçiminde; düzgün bir gövde ve dalsız gövde uzunluğu en az 2.0-2.5 m yükseklikte dikey yönde dallanmalı, yatay yöndeki dallanmalarda en az 5 m'lik net boş mekan oluşturacak dalsız gövde yüksekliğine sahip olmaları yanında simetrik tepe tacı oluşturmaları gerekir (Ürgenç, 1990). Bu özellik bitkinin habitusundan kaynaklanacağı gibi budamalarla da sağlanabilir. Dallanma türe özgü bir formda gelişmiş, gövdenin en az 2/3'ü dallı olmalıdır. Özellikle herdem yeşil türlerde önemli bir ölçüttür.

Sarkık formlu doğal olarak düzgün gövde geliştirmeyen, yavaş büyüyen ve yüzeysel kök geliştiren türler tercih edilmemelidir. Yaprağını döken türlerin yaprak döküm süreleri kısa, yaprak ve meyvelerin yollarda kaygan bir zemin oluşturmayan, meyve ya da kozalakları trafiğe ve kaldırımlarda yürüyen yayalara zarar vermeyecek türlerin seçimi, yolun işlevselliği bakımından önemlidir. Uzun ömürlü, hızlı büyüyen, etkili gölgeleme yapabilen türler tercih edilmelidir. Yolun sürücüler tarafından

güvenliğini artırmak için farklı renkler ve taç formlarına sahip türlerin seçilmesi, yeterli büyüklüklerde münferit ya da gruplar halinde ve tekrarlı bir şekilde kullanılması istenir.

3.5. Bakım ve Koruma Gereksinimi

Yollarda kullanılacak bitki türlerinin seçiminde yukarıda verilen özellikler (ekolojik uyum, biyolojik kapasite, estetik değer ve işlevsellik) ayrı ayrı değil bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalı ve buna göre tür seçimine gidilmelidir. Bu özellikler yanında bakım çalışmalarının yapılabilirliği ve giderlerinin de dikkate alınması gerekir. Yol bitkilendirmelerinde seçilen türler, genelde münferit, alle veya tek sıralı olarak dikildiklerinden bunların bakımı ve korunması toplu olanlara (küme, grup, büyük grup gibi koru ya da meşcere) göre çok daha kolay ve ekonomik olabilir. Ancak bu durum tek başına değerlendirilmemeli, diğer özelliklerle birlikte ele alınmalıdır. Bunula birlikte şehir içi yol bitkilerindeki hasar ya da ölüm nedenleri arasında; taban suyunun yetersizliği, kök kayıpları, toprak sıkışıklığının artması, tuz serpmeleri, mekanik zararlar, kar ve fırtına kırık ya da devrilmeleri öne çıkmaktadır. Dolayısıyla bitki seçimi kent içi yol ağaçlandırmalarında üzerinde en fazla durulması gerekli konuların başında gelmektedir. Nitekim kentsel alanlarda çok sık karşılaşılan ve maddi ve manevi kayıplara sebep olan olumsuzlukların birinci dereceden nedeni tür seçiminde yapılan hatalardır. Bu nedenle de bakım ve koruma gereksinimi tür seçiminde büyük önem taşır.

Yol bitkilendirmeleri seçim kriterlerini Gilman ve Sadowski (2007), *sosyal* (ağaçların estetik, meyve, gölgeleme, rüzgar perdesi, gürültüyü önleme, kirleticileri filtreleme vb. amaçları), *ekonomik* (tesis, bakım ve işletme giderleri), *kurumsal* (peyzaj politikaları, çevre planları vb.), *biyolojik* (ağaçların kentsel ortama uyum yetenekleri), *eğitim* (bilgi, kurallar, denemeler ve tecrübe), *ekolojik* (iklim, toprak koşulları ve bitkilerin adaptasyon durum), *kültürel kısıtlar* (binalar, elektrik hatları gibi kamu hizmetleri) ve *sınırlayıcı etmenler* (otoyol, refüzler, kavşaklar, vb.) olarak belirtmektedir.

Kent içi yol ağaçlandırmalarında tür seçiminde yapılan yanlışlar, ağaçlandırmanın fonksiyonel olarak kullanılmasını kısıtlamakla kalmayıp sonrasında yapılacak koruma ve bakım müdahalelerini de zorlaştırmaktadır. Örneğin Ankara, Bursa gibi büyük şehirlerde kent içi yol bitkilendirmelerde çok sık karşılaştığımız atkestanesi (*Aesculus* sp.) yol ağaçlandırmalarına uygun olmasına karşın tohumlarının büyük olmasına nedeniyle zaman zaman büyük sorunlara neden olabilmektedir. Benzer gerekçelerle bu türün çay bahçelerinde de dikkatli kullanılması gereklidir. Ayrıca çiçekleri ile çok etkileyici olan ve birçok kentte kent içi yol ve meydanlarında çok sık kullanılan katalpalar da (*Catalpa* ssp.)

istenilen özelliklerde düzgün ve uzun gövde yapamadıklarından, özellikle yaya ve trafik akışını çoğu kez engellediğinden uygun bitki türleri olmadıkları söylenebilir. Bazı yol ve caddelerde, ibreli ağaç hatta ibreli çalılarla yapılan uygulamalarla karşılaşılmaktadır. Birçok şehirde yeterli genişlikte olmayan orta refüj ve kavşaklarda gördüğümüz sedir, ladin gibi iğne yapraklı türler büyüme hızına bağlı olarak araç ve yaya trafiğinde çok büyük sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu tür yanlış tür seçimi ile yapılan bir uygulamalar emek, zaman ve parasal kayıplara neden olmaktadır.

Kent içi yol ağaçlandırmalarında tür seçimi, doğru dikim tekniği, uygun aralık mesafe vb. teknik kurallara uyulmasına rağmen kentsel çevre koşullarının olumsuz etkilerine karşı yardımcı bakım tedbirlerinin yerine getirilmesi de çok önemlidir. Özellikle doğal ortamlarından koparılıp kent içi ekolojik koşullarda yetiştirilmeye mahkum olan ağaçların iklim (sıcaklık, su, her türlü kirleticiler) ve toprak (sıkışmış, organik maddece fakir) gibi hayati öneme sahip özelliklerden yeterince yararlanamadığı bilinmektedir. Her ne kadar yol ağaçları görsel ve işlevsel olarak kente önemli katkılar yapsa da buna paralel ilgi ve bakımdan yoksun bırakılmaktadırlar. Bu konularda gerekli bakım önlemleri ile bitkilerin yaşamasına ve kendilerinden beklenen fonksiyonları yerine getirmesine yardımcı olunmalıdır. Bunlar arasında gübreleme, sulama, destekleme, budama, koruma, biyotik ve biyotik zararlılara karşı mücadele sayılabilir.

4. Şehir İçi Yol Bitkilendirme Teknikleri

Giriş bölümünde de belirtildiği üzere kent içi yollar yol, cadde, bulvar şeklinde olabileceği gibi bölünmüş yollardaki orta refüjler, bağlantı noktaları olan kavşaklar, oto parklar gibi farklı alanların bitkilendirilmesi de olabilir. Tüm bu alanların bitkilendirilmesinde, plan içeriğine göre hareket edilmesi gerektiği, ekolojik koşullar hassas bir şekilde etüt edilerek ve dikkate alınarak her türlü yetiştirme (dikim, bakım ve koruma) çalışmalarının dikkatli ve tekniğine uygun olarak uygulanması gerektiği unutulmamalıdır. Fidan ekim/dikim alanlarının hazırlığı ve toprak işlemeleri bitirildikten sonra yeşil yapı elemanlarının alana getirilmesi ve yerleştirilmesi gerekir. Bitkisel materyallerin tesis tekniği genel olarak ekim ve/veya dikim yoluyla gerçekleştirilir.

Bitkilendirme tekniklerine karar verirken bitkilendirmeye konu alanın özellikleri ve beklenen fonksiyonlar belirleyici rol oynamaktadır. Bunlar arasında binaların konumu, yol şevleri, yol kenarı park ve dinlenme yerleri, rüzgâr ve gürültü perdeleri gelmektedir. Örneğin yol şevlerinde ve özellikle kazı alanlarında toprak sığ olacağından ağaç türleri yerine çim, yer örtücüler ve çalı türlerinin tercih edileceği düşünüldüğünde çim için püskürtme yöntemlerle ekim yönteminin kullanılması, lale, sümbül

gibi soğanlı bitkilerin ekimi gibi yöntemlerde söz konusudur. Bununla birlikte kent içi yol ağaçlandırmalarında yaygın olarak kullanılan yöntem dikimdir.

Başarılı bir bitkilendirme için dikkat edilecek hususlar aşağıda verilmiştir (Dirik, 2008; Turna 2017).

- **Tür seçimi;** bitkisel materyal olarak gerek doğal gerekse yabancı türler için proje sahasının ekolojik koşullarına uygun türlerin seçilmesi,
- **Saha hazırlama;** türlerin istekleri dikkate alınarak bitkilendirme alanının tekniğine uygun olarak hazırlanması,
- **Fidan kalitesi;** amaca uygun sağlıklı ve standart bitki (uygun orijin ve kaliteli fidan) materyalinin kullanılması,
- **Taşıma, gömü, saklama, ön budama**, **vb.;** dikim öncesi işlemlerin dikkatli yapılması,
- **Dikim zamanı;** dikimin zamanında gerçekleştirilmesi,
- **Dikim tekniği;** dikim yöntemlerinin türlerin yetişme ortamı özelliklerine uygun olarak seçilmesi,
- **Tecrübe;** hata olmaması için dikimlerin deneyimli elemanlarca gerçekleştirilmesi,
- **Karışım;** dikim şekline bağlı olarak bitki türlerinin karşılıklı büyüme özelliklerinin dikkate alınması,
- **Bakım ve koruma;** dikim sonrası bakım ve koruma çalışmaları olarak ifade edilmektedir.

Dikim öncesi yapılacak işlemler arasında bitkisel materyalin (fidan) dikim alanına nakli, dikim sırası gelene kadar güvenli bir yer bekletilmesi sayılabilir. Özellikle fidanların fidan üretim yerlerinden (fidanlıklardan) veya diğer satıcılardan alınıp dikim alanına uygun koşullarda taşınması dikim başarısına etki eden önemli bir faktördür.

Kent içi yeşil alanların bitkilendirilmesinde tercih edilecek taksonların genelde boylu olması taşıma sırasında çok daha hassas davranılmasını gerektirir. Fidanların yaralanması, dal ve özellikle tepe sürgünlerinin kırılması, süs bitkilerinde çiçek ve yaprakların kopması, topraklı fidanlarda kök sistemi ile toprak arasındaki bağın koparılması taşıma sırasında görülebilen zararlardandır. Benzer şekilde, kaplı fidanlarda kap boyutlarının fidan boyutları ile uyumlu olmaması, özellikle kök kıvrıklığı ya da kuş yuvası oluşumu, çıplak köklü fidanların açıkta bırakılması ve tazeliğinin bozulması gibi sakıncalarla da çok sık karşılaşılmaktadır. Bu sakıncaların dikkatle incelenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekir.

Fidanların dikim yerine nakli; fidan türü, boyu ve sayısı gibi özelliklere bağlı olarak uygun araçlarla yapılmalıdır. Bu amaçla, fidan nakli kapalı kasalı araçlarla yapılmalı, fidanlar nakil öncesinde hava durumuna göre sulanmalıdır. Çıplak köklü fidanların tekniğine uygun olarak balyalanması da fidan hasarlarını azaltacaktır. Bu işlem genelde küçük boyutlu ve çok sayıda fidanın nakli durumunda önemlidir. Ağaçların söküm ve nakil işleminde zaman çok önemlidir. Ilıman iklime sahip olan yörelerde bu işler yaprakları dökülmeye başladığında ya da yapraklarını döktüklerinde, ancak toprak donmadan bitirilmelidir. Normal söküm ve dikim zamanları büyük ağaçlar için de tercihen kullanılır. Bu bağlamda en uygun zaman Ekim-Mart arasını kapsayan durgun dönemdir (Ürgenç, 1998).

Kent içi yol ağaçlandırmalarında, bitkilendirme tekniği yolların geçtiği güzergahların ekolojik özellikleri ve yolların boyutlarına göre değişir. Bununla birlikte en yaygın bitkilendirme şekli çukur dikim yöntemidir. Yolların yapım sırasında organik toprak kısmının genellikle taşınması, dolayısıyla bitkisel materyalin ilk yıllardaki besin elementlerini alabilmesi bakımından çukurların yeterince geniş açılması gerekir. Çukurların organik gübre katılmış toprakla doldurulması ve kaliteli fidanlarla dikimin yapılması da önemlidir. Bununla birlikte kazı şevlerinde toprağın yok denecek kadar az olduğu yerlerde çim tohumları ile ekim yapılması, toprak koşullarının uygun olduğu yerlerde çalı türlerinin tercih edilmesi halinde yarma dikimlerinin de kullanılabileceği unutulmamalıdır.

Genellikle dar mekânlarda sıralı dikimler tercih edilir ve bu tür yol ağaçlandırmaları "alle" olarak isimlendirilir. Allelerde aynı tür, form, düzgün sıra ve yön, eşit aralık ve obje ile başlayıp benzer özelliklerdeki objelerle sonlandırmaya dikkat etmek gerekir. Böylece görsel etki daha da kuvvetlendirilir. Tür seçiminde tepe taç yapısı küçük olanlar tercih edilmelidir.

Kent içi yol ağaçlandırmalarında yapılan en büyük hatalardan biri de yolların bitkilendirmeye uygunluğunun test edilmemesidir. Dikilecek bitki taksonlarının özellikle yol, cadde ve bulvarların etrafındaki yapılar, bahçeler, aydınlatma elemanları, alt yapı donatımları ile trafikteki taşıtlar gibi yapısal tesisler ile karşılıklı etkileşimlerinin fonksiyonel olmasına (estetiklik, güvenlik vb.) dikkat edilerek dikimlerinin yapılması gerekir. Tür seçiminde belirtilen özellikler yanında bitkilerin ulaşabilecekleri maksimum çap ve boy değerleri, yol güvenliği, yol kenarındaki binalara yakınlığı, alt yapı tesisleri dikim yönteminde olduğu kadar dikim yerlerinin belirlenmesinde de belirleyicidir. Dolayısıyla hazırlanacak projelerde bitkilerin biyolojik özellikleri (kök yayılış alanı, gövde çapı ve taç geliştirme alanı) ile aydınlatma elemanları, otopark gibi yapısal elemanların uyum içinde olmasının sağlanmasına dikkat edilmelidir.

Kent içi cadde ve bulvarlarda yolun her iki yönünde ve orta refüjlerde kullanılacak materyalin boylu olması, özel dikim yöntemlerinin daha dikkatli olarak yapılmasını gerektirir. Gerek ekonomik gerekse fonksiyonel açıdan başarılı bir yol ağaçlandırma çalışmasında dikim yerlerinin belirlenmesi (aralık x mesafe), dikim çukurlarının boyutları ve dikim tekniğinin hatasız uygulanması gerekir.

Dikim yerlerinin belirlenmesi: Genel olarak yol ağaçlandırmalarında, yol genişliği, yolun işlevi, yol-yapı ilişkileri, refüjün boyutları bitki türü seçiminde olduğu gibi dikim yerinin belirlenmesinde etkilidir. Genel olarak yol genişliğinin en az 5 m, kaldırım genişliğinin de en az 4 m ve üzerinde olması durumunda ağaç dikimi önerilir. Cadde ve bulvarlarda orta refüj genişliği 4 metreden dar ise bu alanlara da ağaç dikilmemesi gerekir. Bununla birlikte trafik güvenliğinin sağlanması, far etkisinin azaltılması ve sürücü dikkatinin dağılmaması için çok yüksek (0.5-1.2 m arasında) olmayacak şekilde çalı türleri ile bitkilendirme yapılması önerilir (Çelem ve Uslu, 2006; Dirik, 2008; Pedersen vd., 2000). Türkiye kent içi yol ağaçlandırmalarında yapılan hataların önemlilerinden biri yolun boyutlarına göre bitkilendirmenin yapılmamasıdır.

Nitekim Yazıcı (2017), Tokat ili kent içi yol bitkilendirmeleri üzerine yaptığı çalışmada, bazı alanlarda kaldırım genişliğinin 1-3 m, refüj genişliğinin ise 1.5 metrenin altına düştüğü yerlerde bile ağaç, ağaççık ve çalı grubunun birlikte kullanıldığını ifade etmektedir. Benzer şekilde, Cengiz vd. (2019), Zonguldak kent merkezinde iki gidiş, iki geliş olmak üzere toplam dört şeritten oluşan Milli Egemenlik Caddesi üzerindeki yol ağaçlandırmaları üzerine yaptıkları çalışmada; yol boyunca orta refüz genişliğinin 1.6 m, kaldırım genişliklerinin de yolun bir tarafında 1.65 m, karşı tarafında 4 m, devamında ise bu kez bir tarafta 1.9 m, karşı tarafta ise 3.2 m olduğunu belirmektedir. Yolun üçüncü bölümünde ise bir yanda 2.5 m, karşı tarafta ise 1.9 m'lik kaldırım genişliğinden bahsetmektedir. Ağaç dikimleri yolun geniş kaldırım tarafında olmak üzere tek yönlü gerçekleştirilmiştir. Farklı standartlardaki yol boyunca yürüyüş yolları, yeşil bantlar ve refüjlerde kullanılan bitkilerin maksimum taçları boyutları ve köklenme için yeterli yaşam alanları hesaba katılmadan plansız dikildikleri ifade edilmiştir. Bu nedenle bitkiler, belirli boyutlarda kalmaları için sürekli budama işlemine tabi tutulmuşlardır. Bunun da bitkilerin kök-gövde dengesini bozduğu, bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediği, ayrıca mekansal olarak kendilerinden beklenen faydaları da sağlayamadığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Kent içindeki yolun özellikleri (boyut, fonksiyon vb.) dikkate alınmadan nitelik ve nicelik olarak uygun bitkisel materyal seçilmesi uygun olmaz. Burada çok dar olan orta refüjlere çalı yerine boylanacak ağaç türlerinin dikilmesi, ya da 5-6 m genişliğindeki orta refüjlere sadece çalı türlerinin dikilmesi örnek verilebilir.

Yol boyunca dikilecek ağaçlar, yol ile yaya bandını ayıran tretuvardan 1-1,5 m içeride konumlanmalıdır. Ayrıca, ağaçların taç gelişim alanlarının korunması amacıyla, olgunluk çağında alacakları tepe taç yüksekliği ve genişliğinin dikkate alınarak bitkilendirmelerin yapılması gerekir. Bu ölçüler aydınlatma elemanları olan elektrik, telefon, trafo gibi yapılara göre dizayn edilmelidir. Tepe tacı gelişim sınırları ile yolu çevreleyen binalar arasında en az 2 m mesafe ya da boşluk öngörülmelidir. Yaya ve taşıt trafiğinin güvenli bir şekilde işlemesi için yol ağaçları taç yüksekliğinin yayalar için minimum 2,5 m, taşıtlar için ise en az 4,5 m olması gerekir. Bunun için yapılacak işlem, yükseklik sağlanıncaya kadar ağaçlarda doğal taç görünümü bozulmayacak şekilde taç yükseltme budamalarının yapılmasıdır.

Kentsel alanlarda yüzeyler, geçirimsiz malzemelerle kaplandığı için besin döngüsü oluşmaz ve zamanla toprağın besin seviyesi düşer (Arnold, 1980). Kaldırıma dikilen her bir ağacın dibinde en az 3 m^2'lik bir alan açık bırakılarak bodur veya yer örtücü karakterli türlerle bitkilendirilmeli ya da yaya dolaşımının yoğun olduğu yerlerde malç ve geçirimli ızgaralarla kaplanmalıdır (Dirik, 2008; Turna, 2017; Ürgenç, 1990). Bu tür hatalar daha çok mekân darlığının olduğu yol bitkilendirmelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yol kenarlarına dikilecek fidanlarda aranan 2-2,5 m dalsız gövde yüksekliğindeki fidanların hemen hemen hiç kullanılmadığı ifade edilmektedir. Yeterli fidan materyalinin olmaması durumunda önce yeterli boylanmanın sağlanması ve budamalarla dalsız gövde yüksekliğinin elde edilmesi gerekir.

Kent içi yol ağaçlandırmalarında yapılan önemli bir eksiklik, dikim yerlerinin alt (elektrik, kanalizasyon, hava gazı vb.) ve üst (aydınlatma elemanları, binalar, vb.) yapı elemanları ile olan mesafelerine uyulmadan dikilmiş olmalarıdır. Bu durum en sık karşılaşılan bitkilendirme yeri hatasıdır. Özellikle üst ve alt yapı tesislerinin plansız ve çok sık tekrarlanma yenilenme veya arızaların giderilmesi amaçlı kazılarla bitkiler sürekli rahatsız edilmektedir.

Yol bitkilendirmelerinde alt yapı donatıları ayrı ayrı dikkate alınarak, dikilecek bitkilerin daha sonraki yıllarda bu donatılardan (hava gazı, elektrik, vb.) ve bunların tamiratına yönelik çalışmalardan etkilenmemesi veya minimum düzeyde etkilenmesi için dikim yerlerinin iyi tespit edilmesi gerekir. Toprak altı kök yayılış alanının korunması için toprak altındaki alt yapı donatılarının ağaçlardan en az 2,5-3,0 m kadar uzakta kalması gerekir. Yollarda kullanılacak ağaçların, telefon ve elektrik gibi havai hat direklerine 4 m, kanalizasyon ve drenaj kanallarına 4 m, yağmur suyu toplama kanalları ve su borularına 2 m, gaz ve ısıtma borularına 3 m ve yeraltı borularına ise en az 2 m mesafede olmalıdır. Kök yayılış alanı olarak küçük boyutlu ağaçlarda her ağaca en az 2 m^2, normal boyutlu

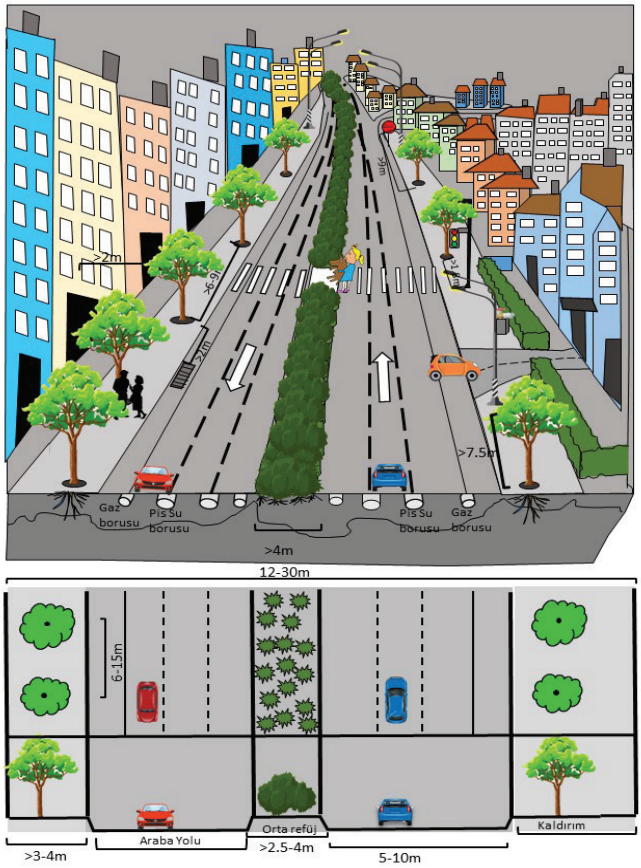
ağaçlara da ise en az 3 m^2 olacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu alan kare veya daire şeklinde düşünülmelidir (Çelem ve Uslu, 2006; Turna, 2017; Ürgenç, 1998). Mevcut ağaçların yakınından boru döşemesi geçmesi durumunda uzaklık ölçüsü, ağaçlarla boru ekseni değil kazılan çukurun duvar kenarı kabul edilmelidir.

Üst yapı elemanlarında elektrik, telefon gibi tesislerin yol bitkilerinden etkilenmemesi için maksimum tepe tacı genişlemesinin tesislerin en az 1,5 m altında kalacak şekilde boylanmasına ve mümkün olduğunda dar tepe yapısına sahip türler olmasına, yine alt yapı tesislerinden de en az 4,5 m uzağa dikilmelerine özen gösterilmelişdir. (Kilongosi vd., 2020)

Geniş cadde ve bulvarlarda büyük hacimli tepe tacına sahip türlerle yapılan bitkilendirmelerde, geniş dikim aralıkları (10 metre ve üzeri) ilk yıllarda boşluklara neden olacağından beklenen etki sağlanamayabilir. Zira bu türler büyük ağaç formuna kavuşuncaya kadar görsel etkinliklerini yitirirler. Özellikle kentin ekolojik koşullarında ve yavaş büyüyen türlerde bu süreç çok daha uzun yıllar alabilir. Bunu gidermenin bir yolu, ağaçlar arasındaki mesafenin 7-8 m'den daha dar tutulması ya da geniş aralıklarla dikilmiş fidan aralarına geçici dikimler yapılması olabilir. Geçici dikilen fidanların kalıcı dikimlere zarar vermemesi için periyodik budamalarla tepe tacı gelişimleri kontrol altında tutulabilirler. Kalıcı dikimler yeterli gelişme düzeyine ulaştıktan sonra geçici olarak dikilen fidanlar seyreltmek amacıyla sökülebilir ya da başka amaçlarla kullanılmak üzere taşınabilirler. Karayolu bitkilendirmelerinde dikim aralıkları, kullanılan türlere ve yolların genişliklerine göre değişmektedir. İlave olarak bitkilerin istenilen etkiyi sağlaması ve mekânın özellikleri de dikkate alınmalıdır. Yaygın olarak kullanılan aralıklar ise 6-10 m, hatta 15 metreye kadar çıkabilmektedir. Bu durumda 7,5 m'lik aralıklarla geçici dikimlerin yapılabileceği, ilerleyen zamanda %50'lik seyreltmeleri ön görülebileceği ifade edilmektedir. Dikim karşılıklı ve tek sıralı ağaç dikimi veya çift sıralı yol bitkilendirmesi şeklindedir (Dirik, 2008).

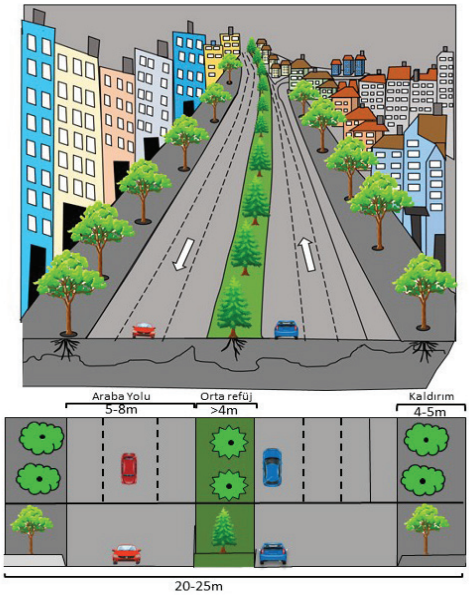
Yol kenarlarının daha dar olduğu yerlerde ağaçlar arasında mesafe yine türe ve mekânın özelliklerine bağlı olarak 3 metrenin altına inmemelidir. Etkili bir görünüm için 3-7 m arasında değişen aralıklar bitkilerin sağlıklı gelişimine de yardımcı olacaktır. Türlerin tasarımı çok farklı olabileceği için uzmanlarından yardım alınması ve buna göre dikim düzeninin belirlenmesi gerekir. Dar (1-2 m genişliğinde) bir orta refüjün ıhlamur ağaçları ile ağaçlandırılması taç kısmının budamalarla kontrol altına alınarak etkili bir görünüm vermesi göze hoş gelebilir. Ancak ağaçlara verilmesi gerekli olan kök yerleşim alanı azlığından dolayı sürdürülebilir olma imkânı yoktur. Ya sürekli kuruyan ağaçların yerlerine yenileri dikilecek ya da tamamen kaldırılmaları gerekecektir. Benzeri uygulamalar 4 m'den daha geniş orta refüjlerde doğru sonuçlar verecektir.

Genel olarak şehir içi yol ağaçlandırmalarında orta refüj dahil yolun genişliği, yol bitkilendirme tekniklerinde ve dolayısıyla bitki tür seçiminde önemlidir. Orta refüj genişliğinin 4 metreden küçük olması durumunda çalı türlerinden oluşan bitkilendirme şekli ve bazı konum özellikleri Şekil 1'de verilmiştir.



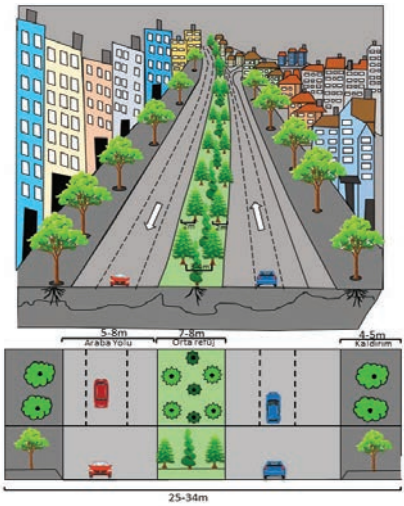
Şekil 1. *Orta refüj genişliği 4 m'den küçük olan yol bitkilerinin yerleri ve bazı konum özellikleri (Çizen: Ebru Atar)*

Orta refüj genişliğinin 4 m'den fazla ve yol genişliğinin de 20-25 m olması durumunda orta refüjlerde tepe taç gelişiminin çok fazla olmadığı ağaç türleri kullanımı, alt tabakada ise çim bitkileri yanında çalı türleri tercih edilebilir Şekil 2).



Şekil 2. *Orta refüj genişliği 4 m'den büyük yol ağaçlandırmalarında bitkilerin yerleri ve bazı konum özellikleri (Çizen: Ebru Atar)*

Geniş orta refüjlü cadde veya bulvarlarda bitkilendirmede görsel etkinin ağaç türleri ile sağlanacağı düşünülerek ikili, üçlü ve tekli gibi küme ağaçlandırmalarına gidilebilir. Alt tabakada farklı tasarımlar çalı türleri ile yapılarak yol ağaçlandırmalarının çok fonksiyonel olması ağlanır (Şekil 3).



Şekil 3. *Orta refüj genişliği 7-8 m olan geniş cadde veya bulvarlarda yol ağaçlarının dikim yerleri ve bazı konum özellikleri (Çizen: Ebru Atar)*

Dikim çukurlarının boyutları: Kent içi yol ağaçlandırmalarında kullanılacak standart fidanların; en az 2,5 m boy, simetrik bir tepe tacı, düzgün, çatalsız ve en kesit dairesel bir gövde, gövde çapı 5 cm ve daha kalın, 2-3 kez repikaj görmüş, güçlü bir gelişime sahip kaplı materyal olması (Dirik, 2008) ve dikim çukurlarının bu özellikleri karşılayacak şekilde büyük ölçeklerde açılması istenir. Genel olarak, dikim çukuru, fidanın kök kitlesinden daha derin ve daha geniş açılmalıdır. Dirik (2008; 2014)'e göre, dikim çukurunun normal koşullarda fidan kök sistemi çapının 2 katı genişlikte ve kök sistemi derinliğini 1,5 katı derinlikte açılmasının uygun olacağı belirtilmektedir.

Dikim çukurlarının klasik dikimlere göre daha büyük boyutlarda açılması, ileriki yıllarda bitki beslenme ve gelişiminde problemler yaşanmaması için önemlidir. Ürgenç (1998)'in belirttiği gibi dikim çukurlarının türlere bağlı olmakla birlikte en az 1x1x1 m, 2x2x1 m veya 3x3x1 m ebatlarında olması, küp şeklinde ya da 1 m derinlikte dairesel veya silindirik ebatlarda açılması önerilir. Mümkün olması durumunda dikim çukurlarının ebatlarının artırılması, fidan gelişimleri için kuşkusuz daha uygun yetişme ortamları sağlayacaktır.

Daha genel bir ifadeyle; dikim çukur genişliği, köklerin veya kaplı fidanlardaki kök kısmının 3 ila 5 katı genişliğinde, derinliğin ise, dikim alanı, en üstteki kök toprak yüzeyinden 2,5-7,5 cm üstünde olmasına izin verecek derinlikte olmalıdır (Gilman ve Sadowski, 2007; URL-1)

Dikim tekniği: Yukarıda da belirtildiği gibi kent içi yol ağaçlandırmalarında esas olan çukur dikim tekniği olup seçilen bitkisel materyal boyutlarına göre belirlenen aralık mesafelerde ve uygun ebatlarda açılan çukurlara fidanlar yerleştirilir. Dikim tekniği; çukurun açılması, fidanın çukura yerleştirilmesi, dikim çukurunun doldurulması, sıkıştırılması ve dikim yerinin düzenlenerek desteklenmesi ile sonlandırılır.

Kent içi yollarda yapılan önemli bir hata da bitkisel materyalin nihai boy ve tepe taç değerleri hesaplanmadan dikim aralık mesafelerinin verilmesidir. Buna en iyi örnek hızlı büyüme ve geniş tepe tacı yapma özelliğine sahip çınarların 4-5 m aralıklarla dikilmesi verilebilir. Benzer bir hata da yayaların yürüyeceği kaldırımların çok geniş taç yapma eğiliminde olan türlerle ağaçlandırılmasıdır. Her iki durumda da, yapılacak tekniğine uygun budamalarla beklenen amaca ulaşılabilir. Ancak bazı türler aşırı budamalardan olumsuz etkilenebilmektedir. İdeali ise doğru yere doğru bitkisel materyalin seçilmesi ve tekniğine uygun şekilde dikilmesidir.

Dikilen fidanların gelecekte ulaşacakları maksimum büyümeleri dikkate alınarak "kök koruma zonunun" alansal olarak oluşturulması gerekir. Bu konuda Dirik (2014), esas kök koruma zonunu gövde çapının 10 katı, kritik kök koruma zonunu da gövde çapının 6 katı kabul edilmesi

gerektiğini ifade etmektedir. Nitekim yapılan gözlem ve tespitlere bağlı olarak ülkemizde kent içi yol ağaçlandırmalarında bu kritere çok uygun hareket edilmediği söylenebilir.

Dikim çukurlarının doldurulması için özel olarak hazırlanmış dikim harçları kullanılmalıdır. Dikim harçları çeşitli şekillerde hazırlanabilmektedir. Hafif tekstürlü bitkisel nitelikli toprağa 1/3 – 1/4 oranında yanmış çiftlik gübresi karıştırılmasıyla oluşturulabildiği gibi 4 kısım üst toprak + 2 kısım kum + 3 kısım çam kabuğundan oluşan karışımı 1/1 oranında proje sahasının orijinal toprağı ile karıştırarak ta hazırlanabilmektedir. Diğer bir alternatif olaraksa, 1/3 üst toprak + 1/3 kaba ya da dişli kum + 1/3 torf ile hazırlanan karışım ifade edilebilir (Dirik vd., 2006).

Dikimler, fidanlar kök boğazı hizaları toprak düzeyinde ya da 2-5 cm toprak içinde kalacak (zamanla dikim harcındaki oturmalar nedeniyle) ve kökler kıvrılmayacak şekilde yerleştirilir. Fidan kök boğazı kesinlikle çukur dışında kalmamalıdır. İğne yapraklı fidanlarda alt dallar toprak içinde kalacak şekilde dikim yapılmamalıdır. Kaplı fidanlarda dikimden önce kökler kontrol edilmeli, kap ortamının dışına çıkarak kök kıvrıklığı oluşmuş ve havalanma etkisiyle kurumaya yüz tutmuş olanlar budanmalıdır (Boydak ve Çalışkan, 2014; Dirik, 2008).

Dikim çukurlarının doldurulmasından sonra kök boğazı çevresi yetişme ortamı koşullarına bağlı olmakla birlikte genellikle çanak şekline getirilir ve can suyu tabir edilen bolca su ile sulanır. Fidanların yetişme ortamı koşullarına karşı dirençlerinin en zayıf olduğu bu dönemde özellikle rüzgâr, fırtına ve diğer çevre şartlarından kaynaklanan olumsuzluklara karşı desteklenmeleri gerekir. Destekleme, kullanılan bitkisel materyalin türü ve boyutlarına göre değişmekle birlikte tekli, ikili, üçlü bağlamalar ya da gergilemelerle gerçekleştirilir.

Yaya Yolları: Genellikle taşıt trafiği olmayıp yayalara hizmet eden, kısmen de motosiklet ve bisiklet trafiği için kullanılan alanlardır. Bu alanlar, fizyolojik (WC, çay ocağı, büfe vb. bulunması), sosyolojik (buluşma ve iletişim merkezleri) ve ekonomik yönlerden (alışveriş) kent insanlarına hizmet ettiğinden özel bir düzenleme gerektirirler. Mekânsal olarak çekici, davet edici ve güven verici olmalıdırlar. Alanların çekiciliği kaplar-saksılar içerisinde çiçekler, su oyunları, fıskiyeli havuzlar, ağaçlar, oturma elemanları ve plastik elemanların estetik ve işlevsel bir düzen içerisinde yerleştirilmesiyle sağlanır.

Toprağın derin olmadığı, metro, yer altı garajı, çarşısı vb. yapılar üzerinde bulunan yaya yollarına, bitkiler (ağaç, ağaççık, çalı vb.), büyük saksı görünümünde, çevresinde oturma elemanları olabilen kaplar içerisinde dikilebilirler. Bu bitkiler kök yayılma alanının dar olması

nedeniyle özel bir bakıma gereksinim duyan, küçük tepe taçlı bitkiler olmalıdır. Bu çeşit bitkilendirmelerle sert donatı elemanları yumuşatılmış, görsel kalite arttırılmış olacaktır.

Gerek yaya gerekse araç trafiğine konu kent içi yollarda, yetersiz toprak alanları gibi alt ve üst yapı tesisleri veya başkaca faktörler nedeniyle ağaç, ağaççık ve çalı gibi bitkisel materyali dikmenin imkânsız olduğu yerlerde kasalar veya kaplarda fidan dikimi alternatif bir seçenektir. Bu çeşit dikimler, mimari tasarım amaçları için de kullanılabilir. Bunun için yetiştiriciler çeşitli şekil ve boyutlarda plastik, ahşap, beton veya diğer kompozit malzemelerden yapılan kaplar üretirler. Bu kapların çok sert ve kalın duvarları olmalı, açık renkli olmalı ve yeterli bir drenaj deliği ile uygun boyutlarda olmalıdırlar.

Sonuç olarak; kent içi yeşil alanlar içerisinde gerek teknik gerekse estetik bakımdan gördüğü fonksiyonlar düşünüldüğünde, kent içi yol ağaçlandırmaları tabiatın insanla uyumunun tesis edildiği ana eksenlerin başında gelir. İklim değişikliği senaryoları, yaşanabilir kentsel tasarımlar, çevre dostu inşalar gibi kavramların anlamlandırılmasında ve sürdürülebilirliğinde bitkilendirme çalışmaları önemlidir. Ancak ekosistemin en akıllısı olduğu kabul edilen insanoğlunun bitkileri tıpkı insanlar gibi doğup (çimlenme), büyüyen (gençlik), yaşlanıp nihayetinde ölümle sonuçlanan bir hayat döngüsünün elemanı olarak düşünmesi ve buna göre hareket etmesi gerekir. Uzun yaşam döngüsünde bitkilerinde diğer canlılarda olduğu gibi beslenmeye, su almaya ve temiz havada solunum yapmaya ihtiyaç duyacakları unutulmamalıdır. Dolayısıyla bitkileri, gerek tesis edilmelerinde gerekse bakım ve korumaları aşamalarında biyolojik, ekolojik, ekonomik ve teknik karakterlerine göre değerlendirmek ve işlemler yapmak gerekir. Özellikle de doğal yaşam alanlarından çok kötü yetişme ortamlarına sıkıştırdığımız bitkilere, en azından bize daha fazla hizmet sunmaları için çok daha hassas davranmak ve bakımlarını düzenli yapmak zorundayız. Aksi halde bugün birçok şehirde olduğu gibi kent içi bitkilendirmelerle "*sorunlu yeşil alanların tesisi*" yoluna gidilerek içinden çıkılmaz problemlerle karşılaşırız. Bunların hepsine bağlı olarak bilimsel ve teknik bilgilerle kentsel yaşamı kolaylaştıran uygulamalara gidilmesi kamusal bir zorunluluktur.

4. KAYNAKLAR

Akbari, H., Davis, S., Dorsano, S. (1992). Cooling our communities: a guidebook on tree planting and lightcolored surfacing. 22P-2001. Washington, DC: U.S. Env. Protection Agency, Office of Policy Analysis, Climate Change Division.

Arnold, F. (1980). Trees in urban design. Van Nostrand Reinhold (VNR) Company, US.

Aslanboğa, İ. (1986). Kentlerde yol ağaçlandırması. TÜBİTAK Yapı Araştırması Enstitüsü, Yayın No: 354s.

Aslanboğa, İ. (2002). Odunsu bitkilerle bitkilendirmenin işleve uygun tasarımının ve bakımının planlanması ilkeleri. Orman Bakanlığı Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayını, İzmir.

Aşur, F., Çığ, A., Başdoğan, G. (2013). General evaluation on road plantations of the Van city. International Caucasian Forestry Symposium, 23-26 October 2013, Artvin, Turkey.

Atay, İ., Aytuğ, B., Selik, M., Ürgenç, S., Yaltırık, F. (1990). Şehir içi ağaçların tekniğine uygun bakımı ve budanması. Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı Yayın No: 2, İstanbul.

Bernatzky, A. (1983). The effects of trees on the urban climate: Trees in 21st Centry. Blackwelis. UK.

Boydak, M., Çalışkan, S. (2014). Ağaçlandırma. OGEM-VAK. ISBN: 978-975-93943-8-7, Ankara.

Cengiz, C., Karaelmas, D., Boz, Ö. (2019). Plant use on urban roads within the scope of streetscape: Zonguldak case study. Inter. J. of Scientific and Technological Research, 5(12), 306-313.

Çelem, H., Şahin, Ş. (1997). Kent içi yol ağaçlarının görsel ve işlevsel etkileri. Kent Ağaçlandırmaları ve İstanbul 96 Sempozyumu, İÜ. Orman Fakültesi, İstanbul Büyükkent Belediyesi, İsfalt Yayını: 3, 41-54, İstanbul, Türkiye.

Çelem, H., Uslu, A. (2006). Kent içi yol ağaçlandırma çalışmaları: Genel değerlendirme. Kent içi Ağaçlandırma Çalışmalarında Teknikler ve Sorunlar (Ankara Örneği) Paneli. Kırsal Çevre Ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği, s. 13-30, Ankara.

Dirik, H., Çalışkan, S., Sat, B. (2006). Kent içi yol ağaçlandırmalarının kültürel koşulları ve dolmabahçe çınarları örneğinde budama ve koruma esasları. Seminer notu.

Dirik, H. (2008). Plantasyon (Bitkilendirme ve dikim) teknikleri. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 490, ISBN 978- 975-404-800-1, İstanbul.

Dirik, H. (2014). Arborikültür (Kentsel ağaç kültürü). İ. Ü. Yayın No: 5200, Orman Fak. Yayın No: 509, İstanbul.

Eroğlu, S. (2010). İstanbul metropolü dahilindeki çevre yollarının bitkisel tasarım açısından incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Fang, C.F, Ling, D.L. (2003). Investigation of the noise reduction provided by tree belts. Landscape and Urban Planning, 63, 187-195.

Gilman, E.F., Sadowski, L. (2007). Choosing suitable trees for urban and suburban sites: Site evaluation and species selection. The Urban Forest Hurricane Recovery Program, ENH 1057, 1-9.

Gülgün, B., Güney, M.A., Aktaş, E., Yazici, K. (2014). Role of the landscape architecture in interdisciplinary planning of sustainable cities. J. Environ. Protec. Ecol., 15(4), 1877-1880.

Gür, K., Önder, Ö, (2000). Konya'da gürültü kirliliği ve alınması gereken biyolojik önlemler. 3. GAP Mühendislik Kongresi, s. 286-294, Urfa.

Harris, R.W. (1992). Arboriculture: Integrated Management of landscape trees, shrubs, and vines. Second Edition, Regents/Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Harris, R.W. Clark, J.R., Nelda, P.M. (2004). Arboriculture: Integrated management of landscape trees, shrubs and vines. Fourth Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, ISBN:0-13-08882-6.

Kilongosi, C.M., Kadenyi, N.C., Bosma, L., Steenbergen, F.V., Kioko, T.M., Messo, J.R., Kidake, B.K., Kigwa, B.K. (2020). Roadside tree planting manual. https://roadsforwater.org/wp-content/uploads/2020/08/-Web.pdf.

Korkut, A., Şişman, E., Özyavuz, M. (2010). Peyzaj mimarlığı. Verda yayıncılık ve danışmanlık, 419, Kayseri.

Lorenz, E.H. (1975). Karayolu ağaçlandırma rehberi, Karayolları Genel Müdürlüğü Yayınları, s. 9-12, Ankara.

Miller, R.W. (1988). Urban forestry: Planning and managing urban greenspaces. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, p. 1-404.

Motloch, J. (2001). Introduction to landscape design, Second Edition, ISBN-13:978-0471352914 ISBN-10:0471352918.

Nadel, I.B. (1977). Trees in the city. Pergamon Press, New York.

Nowak, D.J., Dwyer, J.F. (2007). Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In Urban and community forestry in the northeast (pp. 25-46). Springer, Dordrecht.

Pedersen, L.B., Randrup, T.B., Ingerslev, M. (2000). Effects of road distance and protective measures in deicing NaCl deposition and soil solution chemistry in planted medium Strips. Journal of Arboriculture, 26(5), 238-245.

Seçkin, B.Ö. (1986). Karayolu ve peyzajı. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 36(4), İstanbul.

Turna, İ. (2017). Kent ormancılığı (Kentsel yeşil alanlar). KTÜ Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 245, Fakülte Yayın No: 43. Trabzon.

Turna, İ., Yazıcı, F., Atar, F. (2017). İstanbul ilindeki kent ağaçlarında budama çalışmalarının değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(1), 1-10.

URL-1. (2019). Trees Energy Conservation. Urban Tree Planting (Part 1): Site selection. https://trees-energy-conservation.extension.org/urban-tree-planting-part-1-siteselection/

Uzun, A. (2006). İstanbul'da kent ormanları ve yol ağaçlarının tarihsel gelişimi ve aktüel durumu. "Kent ağaçları ve süs bitkilerinde bakım ve budama esasları", İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Park ve Bahçeler Müdürlüğü, s. 41-62. İstanbul.

Ürgenç, S. (1990). Genel plantasyon ve ağaçlandırma tekniği (Arborikültür). İ. Ü. Orman Fak. Yayını No: 3644/407, İstanbul.

Ürgenç, S. (1998). Ağaç ve süs bitkileri, fidanlık ve yetiştirme tekniği. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3997/442, İstanbul.

Yaltırık, F., Efe, A., Uzun, A. (1997). Tarih boyunca İstanbul'un park bahçe ve koruları ekzotik ağaç ve çalıları. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İsfalt Yayın No: 4, ISBN:975-8183-00, İstanbul.

Yazıcı, K. (2017). Kent içi yol bitkilendirmelerinin fonksiyonel-estetik açıdan değerlendirilmesi ve mevcut bitkisel tasarımların incelenmesi: Tokat örneği. Ziraat Mühendisliği, 364, 30-39.

Bölüm 23

TÜRKİYE İLE İSPANYA, İTALYA, FRANSA, PORTEKİZ VE YUNANİSTAN ARASINDA SEBZELER VE MEYVELERDE AÇIKLANMIŞ MUKAYESELİ/REKABETÇİ ÜSTÜNLÜĞÜN İNCELENMESİ

Hasan VURAL[1]

1 Prof. Dr. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Görükle, Bursa.

1-GİRİŞ

Globalleşen dünyada bir ülkenin kendi içine dönük var olması mümkün değildir. Bir ülkenin gelişip ilerleyebilmesi için dünyadaki diğer ülkelerle sosyal ve ticari ilişkilerini kuvvetlendirmesi gerekmektedir. Özellikle de dış dünyaya dönük ticari ilişkileri her yönüyle güçlü olmalıdır. Ticari ilişkilerini güçlendirebilmesi için dünyada ki diğer ülkelerle rekabet edebilmelidir. Bir ülke ile rekabet edebilmesi içinde o ülke ile rekabet gücünü iyi analiz edip ortaya koymalıdır. Rekabet günümüz dünyasında ticaret yapabilmenin en önemli etkenlerinden biridir. Bir malda rekabet gücünüz varsa o malı pazarlayabilirsiniz.

Türkiye için yıllardır kullandığımız bir söz vardır: "Türkiye bir tarım ülkesidir." Eğer Türkiye bir tarım ülkesiyse tarım ürünlerinde rekabet gücü yüksek olmalıdır. Bu çalışmanın amacı tarım ürünlerinde aynı iklim kuşağında bulunduğumuz Akdeniz ülkeleri İspanya, İtalya, Fransa, Portekiz ve Yunanistan ile Türkiye arasında açıklanmış mukayeseli/rekabetçi üstünlüğü analiz etmektir. Bu analizleri yaparken birçok çalışmada Balassa İndeksi kullanılarak analizler yapılmıştır. Balassa İndeksi hesaplanırken sadece ihracat rakamları kullanılmaktadır. Bu çalışmayı yaparken sadece Balassa İndeksi kullanılmamış olup aynı zamanda ithalat rakamlarını da dikkate alan Vollrath İndeksleri de analiz edilmiştir.

Türkiye'nin açıklanmış mukayeseli/rekabetçi üstünlüğünü ölçmek için hem tarımda hem sanayide birçok araştırma yapılmıştır. Bunlardan bazıları (Küçükkiremitçi, 2006), (Altay ve Gürpınar 2008), (Şahinli 2010), (Engin, 2013) (Topuz ve Coşkun 2018), (Güngör ve Gökalp 2015), (Erkan 2012), (Erkan 2016), (Şahin 2010), (Yalçınkaya vd, 2010), (Aynagöz Çakmak 2003), (Kanat, 2018) şeklinde sıralanmıştır.

2-MATERYAL VE YÖNTEM

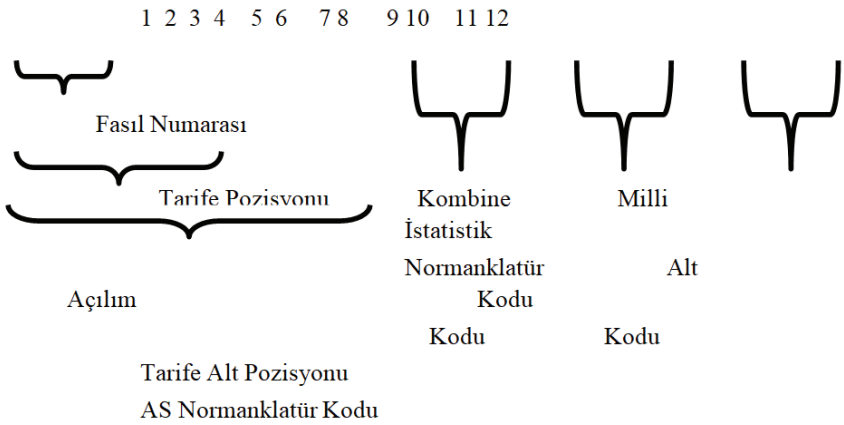
Araştırmada kullanılan veriler dolar bazında olup; dış ticaret verileri International Trade Centre (Uluslararası Ticaret Merkezi) kuruluşunun www.trademap.org internet sitesinden elde edilmiştir. Verilerin güvenirliği Türkiye İstatistik Kurumu ve Eurostat verileri ile karşılaştırılıp test edilmiştir. Araştırmada 2014-2018 dönemindeki ülkelerin ihracat ve ithalat rakamları kullanılmıştır. Araştırmada Uyumlaştırılmış Mal Tanım ve Kod Sistemi (Harmonized Commodity Description and Coding System) analizler için ise Balassa İndeksi ve Vollrath İndekslerinden yararlanılmıştır.

2.1- Harmonize Sistem

Araştırmada Uyumlaştırılmış Mal Tanım ve Kod Sistemi (Harmonized Commodity Description and Coding System) kullanılmıştır. Fasılları kıyaslarken HS2 digit kodları, tarım ürünlerini kıyaslarken HS 6 digit

kodları dikkate alınmıştır. Genel olarak "Uyumlaştırılmış Sistem" veya "HS" olarak anılan Uyumlaştırılmış Mal Tanımı ve Kodlama Sistemi, Dünya Gümrük Örgütü (WCO) tarafından geliştirilen çok amaçlı uluslararası bir ürün adlandırmadır. Yaklaşık 5,000 emtia grubundan oluşur; her biri altı basamaklı bir kodla tanımlanır, yasal ve mantıksal bir yapıda düzenlenir ve düzgün sınıflandırmayı sağlamak için iyi tanımlanmış kurallar tarafından desteklenir. Sistem, gümrük tarifeleri ve uluslararası ticaret istatistiklerinin toplanması için 200'den fazla ülke ve ekonomi tarafından kullanılmaktadır. Uluslararası ticaretteki malların % 98'inden fazlası HS olarak sınıflandırılır. HS, gümrük ve ticaret prosedürlerinin uyumlulaştırılmasına ve bu prosedürlerle bağlantılı belgesel olmayan ticaret veri değişimine katkıda bulunur ve böylece uluslararası ticarete ilişkin maliyetleri düşürür.

HS'nin kod güncellenmesi Dünya Gümrük Örgütü (WCO) tarafından yapılmaktadır. Bu kod güncellemesi, HS'deki ve teknolojideki gelişmeler ve ticaret kalıplarındaki değişiklikler ışığında periyodik güncellemelerin tek elden yorumlanmasını ve periyodik olarak güncellenmesini sağlamak için alınan önlemleri içermektedir.



Şekil 1. Uyumlaştırılmış Mal Tanım ve Kod Sistemi (Harmonized Commodity Description and Coding System)

İlk 4 Rakam Eşyanın Pozisyon Numarasını ifaede eder 12 hanenin açılımı şu şekildedir:

Armonize Sistem Nomanklatür Kodu: İlk 6 Rakam Dünya Gümrük Örgütü'ne üye tüm ülkelerce kullanılan kodlardır, dünyanın her yerinde aynıdır.

Nomanklatür Kodu: 7-8 inci rakamlar Aynı gümrük statüsündeki

bölge ülkelerinde standarttır, örneğin Avrupa Birliği ülkeleri tarafından kullanılan kombine kodlardır.

Milli Alt Açılım: 9-10 uncu rakamlar farklı vergi uygulamaları nedeniyle her ülkenin kendi yaklaşımına göre belirlemek için açılan pozisyonları gösteren kodlardır.

İstatistik Kodu: 11-12 inci rakamlar ise Gümrük Tarife İstatistik (GTİP) kodlarını gösterir.

2.2. Balassa İndeksi

Verilerin analizinde Balassa'nın açıklanmış mukayeseli üstünlük indeksi BI kullanılmıştır. Söz konusu mukayeseli üstünlük ilk kez Liesner (1958) tarafından ortaya atılmış, daha sonra ise Balassa (1965) tarafından tanımlanıp geliştirilmiş ve Balassa İndeksi olarak adlandırılmıştır. Balassa İndeksi bir ülkenin diğer ülkeye karşı güçlü ve zayıf ihracat sektör ve mallarını belirlemek için kullanılmaktadır. Balassa İndeksi BI şu şekilde formüle edilmektedir:

$BI= [(X_{ij}/X_i) / (X_{wj}/X_w)]$

X_{ij} = i ülkesinin j malı ihracatını,

X_i = i ülkesinin toplam ihracatını,

X_{wj} = w ülkesinin j malı ihracatını,

X_w = w ülkesinin toplam ihracatını,

BI indeksi sonuçlarının yorumlanmasında (Coxhead,2007:1109);

BI>1; ise i ülkesinin ilgili dönemde j malı sektörü ihracatı payı, aynı dönemde karşılaştırdığımız diğer ülkedeki payından büyüktür. Başka bir ifade ile ülke söz konusu malda veya sektörde açıklanmış karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olup uzmanlaşmıştır.

BI<1; ise i ülkesinin ilgili dönemde j malı veya sektörü ihracatı payı, aynı dönemde karşılaştırdığımız diğer ülkedeki payından küçüktür. Başka bir ifade ile ülke söz konusu malda veya sektörde açıklanmış karşılaştırmalı dezavantaja sahip olup uzmanlaşma gerçekleşmemiştir.

BI=1; ise i ülkesinin ilgili dönemde j malı veya sektörü ihracatı payı, aynı dönemde karşılaştırdığımız diğer ülkedeki payına eşittir. Başka bir ifade ile ülke söz konusu malda veya sektörde uzmanlaşma seviyesi, diğer ülkenin uzmanlaşması ile aynı düzeyde gerçekleşmiştir.

Hinloopen (2001); tarafından karşılaştırmalı üstünlüğün gücünü göstermek amacıyla BI katsayısını, dört aşamada sınıflandırmıştır:

$0 \leq BI \leq 1$; karşılaştırmalı üstünlük yok,

$1 < BI \leq 2$; zayıf derecede karşılaştırmalı üstünlük var,

$2 < BI \leq 3$; orta derecede karşılaştırmalı üstünlük var,

$3 < BI$; güçlü karşılaştırmalı üstünlük var, şeklinde sınıflandırılmıştır.

2.3- Vollrath İndeksleri

Balassa indeksi tek başına, sadece ülkenin ihracat verileri ile hangi mallarda üstünlüğü olduğunu göstermektedir. Vollrath (1991) Balassa İndeksine bir eleştiri getirmiş sadece ihracat verileri değil aynı zamanda ithalat verilerini de mukayeseli üstünlük belirtirken kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Vollrath bilhassa tarım sektöründeki rekabeti irdeleyerek, Balassa İndeksi (BI) için üç alternatif yöntem geliştirmiştir (Vollrath 1987. 1989 ve 1990).

Nispi Ticaret Üstünlüğü (VI1)

Vollrath'ın birinci indeksidir. İhracat rakamları ile birlikte ithalat rakamlarını da içerir.

VI1=Nispi İhracat Üstünlüğü (NXU) – Nispi İthalat Üstünlüğü (NMU)

$NXU=BI=[(Xij/Xi) / (Xwj/Xw)]$

Xij = i ülkesinin j malı ihracatını,

Xi = i ülkesinin toplam ihracatını,

Xwj = w ülkesinin j malı ihracatını,

Xw = w ülkesinin toplam ihracatını,

$NMU=[(Mij/Mi) / (Mwj/Mw)]$

Mij = i ülkesinin j malı ithalatını,

Xi = i ülkesinin toplam ithalatını,

Xwj = w ülkesinin j malı ithalatını,

Xw = w ülkesinin toplam ithalatını,

VI1= NXU – NMU

$VI1= [(Xij/Xi) / (Xwj/Xw)] - [(Mij/Mi) / (Mwj/Mw)]$

Nispi İhracat Üstünlüğünün Logaritması (VI2)

$VI2= \ln (NXU) = \ln (BI) =\ln [(Xij/Xi) / (Xwj/Xw)]$

Açıklanmış Rekabetçilik (VI3)

$VI3 = \ln (NXU) - \ln (NMU)$

$VI3= \ln [(Xij/Xi) / (Xwj/Xw)] - \ln [(Mij/Mi) / (Mwj/Mw)]$

Vollrath'ın üç indeksi bu şekilde hesaplanmaktadır. Yorumlanmasına gelince pozitif çıkan indeks değerleri açıklanmış mukayeseli/rekabetçi üstünlüğü; negatif çıkan indeks değerleri açıklanmış mukayeseli/rekabetçi dezavantajı göstermektedir. Vollrath en çok açıklanmış rekabetçilik indeksini önermektedir. Çünkü açıklanmış rekabetçilik indeksi arz/talep dengesini daha iyi sağlamaktadır.

Bu çalışmamızda Türkiye ile diğer ülkeleri karşılaştırırken Balassa indeksi ve Vollrath indeksleri ayrıntılı olarak analiz edilip incelenmiştir. 07-Sebzeler ve 08-Meyveler fasılları HS 6 digit kod düzeyinde ayrıntılı olarak ürünler karşılaştırılmıştır.

3.3. Uzun Dönemde Tarımsal Ürünlerin Ticaret Hadleri

Dış ticaretin tamamıyla serbest olduğu, döviz kontrolü uygulamayan açık ekonomide, tarımsal ürünlerin sanayi mamulleri ile ticaret haddi dünya piyasasındakinden farksızdır. Tüm dünyada tarım ürünlerinde dış ticaretini serbest bırakan ülke hemen hemen yoktur. Birçok ülke iç piyasasını çeşitli politik önlemleriyle dünya piyasasından ayırır (Rehber ve Vural, 2018). Bir ülkede tarımsal ürünlerin fiyatları aynı veya farklı oranlarda artabilir veya azalabilir. Değişik mal ve hizmetlerin önemli olan oransal fiyatıdır. Tarım ve sanayi sektörü birçok malı içerdiği için bunların hesaplanmasında bileşik fiyat indeksi kullanılmaktadır. Tarımsal ürünlerin uzun dönemde iç ve dış piyasalarda daha çok sanayi mallarıyla değişimi olmakta, özellikle dünya piyasasında ticaret hadlerinin tarımsal ürünlerin aleyhine bir seyir izlemesi az gelişmiş ülkelerin temel sorunudur.

İTİH'nin tarımsal ürünlerin aleyhine dönmesi tarım ve sanayi arasında var olan dengesizliğin giderek artmasına sebep olacaktır. Tarım ile sanayinin karşılaştırması olarak ele alınan iç ticaret hadleri ülkedeki tarımsal ürünlerin satış imkanları ve satın alma gücünün araştırılmasını kapsamaktadır (Vural, 2012). Satın alma gücü, ürün miktarı, satılan ve satın alınan ürünlerin fiyatlarına bağlıdır. İç ticaret hadlerinin aleyhe gelişmesi;

a) Nüfus ve gelir artışı, buna bağlı olarakta iç ve dış talebin artarak arzın bu talebi karşılayamaması,

b) Sanayi sektöründeki verimlilik artışının tarım sektöründen daha hızlı olması,

c) Bazı tarımsal ürünlerin destekleme fiyatlarının hızlı bir artış göstermesi, gibi nedenlere bağlanabilir (Rehber ve Vural, 2018).

3.3.1. İç Ticaret Hadlerini Belirleyen Etkenler

3.3.1.1. Talep Artış Hızı

Tarım ürünlerinin talebi sanayi ürünlerinin talebinden daha hızlı artar. G O Ü 'de tarımsal ürün talep artışı gelişmiş ülkelerden daha hızlıdır.

3.3.1.2. Üretim Fonksiyonu

Tarım sektöründe (atıl verimli toprak yoksa) teknoloji değişmiyorsa tarımda iş gücü ve kapitale azalan getiri geçerli iken üretim artar birim maliyet ve fiyat yükselir. Sanayide ise toprak gibi sınırlayıcı bir faktör olmadığı için azalan getiri kanunu geçerli değildir. Uzun dönemde birim maliyet ve fiyat yükselmez.

3.3.1.3. Teknolojik Değişme

Teknolojik değişme verimi arttırırken rekabetin etkisi ile ürün fiyatlarını düşürür. Teknolojik değişme sanayi kesiminde tarım kesiminden daha hızlı gelişmekte olan ülkelerde tarım sektörünün, teknolojik değişmelerde daha fazla güçlüklerle karşılaştığı ve verimin daha yavaş arttığı gözlenmektedir. Rekabet şartlarının etkisi ile verim artışı fiyatı düşürür. Bu durum teknolojinin hızlı değiştiği sanayi sektöründe iç ticaret hadlerinin tarımın lehine, sanayinin aleyhine olmasını da doğurur.

3.3.1.4. Üretim Faktörleri Arzının Elastikiyeti

Üretim faktörleri arzı elastikse, ürün arzı da elastiktir. Fiyat düşerse üretimde arzı kısmak, fiyat artarsa arzı arttırmak mümkündür. Gelişmekte olan ülkelerde üretim faktörleri elastiki olmadığı için arzı kısa dönemde kısmak veya artırmak zordur.

3.3.1.5. Monopol Gücü

Monopol gücü artarsa tüketicinin ödediği fiyatlar artar. Tarım sektöründe verimdeki artışlar fiyata yansımaktadır. Çünkü tarımsal ürün arzı tam rekabet şartlarının etkisi altındadır. Bu sektörde işçiler örgütlenmemiştir. Monopolleşme sanayideki gibi değildir. Sanayi sektöründe sendikalar güçlüdür, üretimdeki artışlar verime yansır. Monopolleşmenin etkisi ile verim artışı fiyatlara yansımaz kar büyür. Tarım sektöründe talep artışının süratli fakat teknik değişmenin yavaş olduğu haller dışında iç ticaret hadlerinin tarımsal ürünler aleyhine dönmesi, lehe dönmesinden çok daha olasıdır.

3.3.2. İç Ticaret Hadlerindeki Değişme ve Genel Fiyat Seviyesi

İç ticaret hadlerinin tarımın lehine dönmesi tarımsal ürün fiyatları artarken, sanayi ürünlerinin fiyatlarının düşmesi ile mümkün olmaktadır. Bu ise sanayideki verimlilik artışı karşısında ücretlerin ve diğer faktör gelirlerinin daha düşük oranda arttığı ve maliyetin düştüğü zaman görülür.

Toplam arz toplam talebe eşit olduğu durumlarda tarımda verimin süratle artması İ T İ H ‘ni aleyhe döndürür. Genel fiyat seviyesi düşer, iç ticaret hadleri sanayi sektörünün lehine döner. Toplam arz, toplam talebe eşitken, İ T İ H ‘nin tarımın lehine dönmesi, sanayi fiyatlarının esneksiz-

liği dolayısıyla genel fiyat seviyesini yükseltirken, tarımın aleyhine dönmesi aksine genel fiyat seviyesini düşürür (Yavuz, 2021).

3.3.3. İç Ticaret Hadlerindeki Gelişme ve Değişme Hızı

Gelişmekte olan ülkelerde gıda maddelerinin fiyatı yükseldiği zaman fiyat esneksizliği nedeniyle sanayi ürün fiyatları düşmeyince istihdam ve üretim azalır. Gelirdeki düşüş ekonomik gelişmeyi yavaşlatır. Gıda fiyatına bağlı olarak nominal işçi ücretlerinin artması sanayi ve hizmetlerde maliyetleri ve fiyatları arttırması beklenmelidir. Bu maliyet artış hızının gelişme hızını düşürmesi enflasyona gidilmeden engellenemez.

3- ANALİZ VE BULGULAR

2.1.7. Türkiye'nin Dış Ticaret Hadlerindeki Değişmeler

Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi dış ticaret hadleri ihracat değer indeksinin, ithalat değer indeksine bölümü ile hesaplanmış olup ithalat ihracat indekslerinin ilk ve son yıl değerlerine bakıldığında ihracat fiyat indeksinin 15 kat, ithalat fiyat indeksinin 20 kat arttığı görülmektedir.1998-2017 yılları arasında dış ticaret hadlerimizde genelde ülkemiz lehine bir gelişme gözlenmiş olsa da bazı yıllar aleyhine tekrar lehine döndüğü görülmüştür. D T H 1998 yılından 2010 yılına kadar 100 'ün üstünde yani ihracatın lehine bir gelişme görülmüş, 2010-2014 yıllarında ihracatın aleyhine döndüğü, bu yıllardan sonra 2017 yılına kadar lehine gelişmelere devam etmiştir.

Türkiye'nin 1998-2017 yıllarındaki dış ticaret hadlerinin hesaplanmasında 2010 yılı baz olarak alınmış, 1998 yılından başlayarak ihraç ettiğimiz ürünlerin fiyatlarındaki artış, ithal ettiğimiz ürünlerin fiyatlarındaki artışından daha fazladır. G O Ü 'nün genelde tarım ürünleri ihracatçısı sanayi ürünleri ithalatçısı olduğu göz önüne alınırsa Türkiye 'de gelişmekte olan bir ülke olduğu için 1998-2010 yıllarında tarımın lehine gözlenen gelişme tarımsal ürün fiyatlarındaki artışın sanayi ürünlerinin fiyatlarından daha fazla olduğunu göstermektedir. Yani ihraç ürünleri fiyatları ithal ürünleri fiyatlarından daha fazla artmıştır.

Çizelge 2.1. 1998-2017 Yılları arasında Türkiye'nin toplam ihracat, toplam ithalat değer indeksleri ve dış ticaret hadleri

Yıllar	İhracat İndeksi (%)	İthalat İndeksi (%)	Dış Tic. Hadleri (%)
1998	12.5	10.3	121.2
1999	18.6	15.6	120.5
2000	26.6	24.5	108.8
2001	50.6	47.8	106.2
2002	61.5	58.4	105.5

2003	68.8	64.7	106.5
2004	76.6	71.4	107.4
2005	76.7	72.0	106.6
2006	84.7	83.4	101.6
2007	86.5	83.0	104.3
2008	99.5	98.7	100.9
2009	99.8	95.3	104.8
2010	100.0	100.0	100.0
2011	124.9	128.1	97.5
2012	129.4	133.8	96.7
2013	137.9	140.01	98.49
2014	155.82	155.06	100.49
2015	173.54	161.64	107.37
2016	185.0	166.08	111.39
2017	226.6	215.39	105.21

Kaynak: TÜİK **(**Not: 2010 yılı baz olarak alınmıştır.)

Bu çalışmamızda Türkiye ile aynı iklim kuşağında yer alan Fransa, İtalya, İspanya, Portekiz ve Yunanistan arasında sebze ve meyvelerde ki mukayeseli üstünlük incelenmiştir. 07-Sebzeler faslında tüm sebze çeşitleri incelenmiştir. Çizelge 2.2'de Türkiye'nin üstün olduğu sebzeler gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Türkiye ile İspanya, İtalya, Fransa, Portekiz ve Yunanistan arasında bazı sebzeler için Balassa ve Volrath indeks değerleri (2018 indeks değerleri)

		SEBZELER					
İNDEKS	ÜLKELER	Mercimek	Bezelye	Nohut	Börülce	Fasulye	Domates
BI	**İspanya**	366,04	83,25	66,9	34,11	31,96	1,75
	İtalya	60,19	10,88	18,23	18,67	32,16	2,9
	Fransa	39,87	0,00	17,04	60,94	8,41	1,64
	Portekiz	24,66	18,27	9,28	1,40	6,23	1,44
	Yunanistan	25,16	55,83	38,66	2,17	3,64	3,24
VI1	**İspanya**	349,7	82,78	58,7	25,85	28,78	1,72
	İtalya	40,86	9,04	4,59	13,39	29,28	2,87
	Fransa	-1,62	0,00	-59,6	-4,15	8,3	1,63
	Portekiz	-98,74	12,14	2,43	1,24	-0,16	1,41
	Yunanistan	13,11	43,06	26,82	1,29	1,4	3,21

VI2	**İspanya**	5,9	4,42	4,2	3,53	3,46	0,56
	İtalya	4,1	2,39	2,9	2,93	3,47	1,06
	Fransa	3,69	-8,35	2,84	4,11	2,13	0,49
	Portekiz	3,21	2,91	2,23	0,34	1,83	0,36
	Yunanistan	3,23	4,02	3,65	0,77	1,29	1,17
VI3	**İspanya**	3,11	5,17	2,1	1,42	2,31	4,3
	İtalya	1,14	1,78	0,29	1,26	2,41	4,7
	Fransa	-0,04	0,00	-1,5	-0,07	4,34	5,02
	Portekiz	-1,61	1,09	0,3	2,14	-0,03	4,09
	Yunanistan	0,74	1,48	1,18	0,9	0,48	5,03

Çizelge 2.2 incelendiğinde Türkiye'nin diğer ülkelere karşı bakliyat grubunda ciddi bir üstünlüğü bulunmaktadır. Yaş sebzelerde ciddi bir üstünlüğü yoktur.Çizelge'de görüleceği gibi domateste Türkiye'nin üstünlüğü vardır. Buradan çıkaracağımız sonuçla aynı iklim kuşağında bulunan Akdeniz ülkelerine karşı bakliyat ve domates gibi yaş sebzelerde Türkiye'nin üstünlüğü bulunmaktadır. Türkiye olarak biz bakliyat ürünlerinde daha kaliteli ürünler üretip markalaşma yoluna gitmeliyiz. 08-Meyveler faslında tüm meyve çeşitleri incelenmiştir. Çizelge 2.3'de Türkiye'nin üstün olduğu meyveler gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Türkiye ile İspanya, İtalya, Fransa, Portekiz ve Yunanistan arasında bazı meyveler için Balassa ve Volrath indeks değerleri (2018 indeks değerleri)

		MEYVELER								
İNDEKS	ÜLKELER	Kuru Üzüm	Fındık	Kuru Kayısı	Antep Fıstığı	İncir	Ayva	Ceviz	Kiraz	Elma
BI	**İspanya**	332,32	305,56	87	39,82	36,37	14,13	11,2	5,57	2,22
	İtalya	239,83	3,62	111,39	5,05	34,8	219,97	2,83	4,64	0,11
	Fransa	46,87	108,97	14,98	4,77	14,89	22,87	0,4	10,99	0,07
	Portekiz	351,27	3379,7	4751,73	11,33	119,53	98,41	11,26	277,93	0,51
	Yunanistan	2,85	286,05	89	3,66	6,04	2,47	5,11	1,37	0,69
VI1	**İspanya**	331,53	300,67	84,26	38,6	30,31	13,09	9,87	5,57	2,2
	İtalya	239,33	3,14	108,17	5,04	33,19	218,92	0,1	4,64	0,05
	Fransa	46,29	107,63	13,74	4,29	14,11	22,55	-3,42	10,99	0,03
	Portekiz	350,07	3365,06	4746,27	9,08	117,23	98,31	8,76	277,93	0,49
	Yunanistan	2,49	284,32	88,08	3,33	4,38	2,32	4,22	1,37	0,64
VI2	**İspanya**	5,81	5,72	4,47	3,68	3,59	2,65	2,42	1,72	0,8
	İtalya	5,48	1,29	4,71	1,62	3,55	5,39	1,04	1,53	-2,15
	Fransa	3,85	4,69	2,71	1,56	2,7	3,13	-0,9	2,4	-2,59
	Portekiz	5,86	8,13	8,47	2,43	4,78	4,59	2,42	5,63	-0,66
	Yunanistan	1,05	5,66	4,49	1,3	1,8	0,91	1,63	0,32	-0,37

	İspanya	6,04	4,14	3,46	3,48	1,79	2,61	2,13	8,7	4,73
	İtalya	6,17	2,02	3,55	5,76	3,07	5,35	0,04	9,7	0,55
VI3	**Fransa**	4,39	4,4	2,5	2,3	2,95	4,27	-2,24	10,13	0,54
	Portekiz	5,68	5,44	6,77	1,61	3,95	6,85	1,51	14,1	3,17
	Yunanistan	2,07	5,11	4,58	2,43	1,29	2,79	1,75	5,88	2,68

Çizelge 2.3. incelendiğinde, Türkiye'nin diğer ülkelere karşı kuru üzüm, kuru kayısı, fındık, Antep fıstığı ve incir ürünlerinde mutlak bir üstünlüğü bulunmaktadır. Yaş meyvelerden ayva, kiraz ve elma da üstünlüğü bulunmaktadır. Yaş meyvelerde ciddi bir üstünlüğü yoktur. Buradan çıkaracağımız sonuçla aynı iklim kuşağında bulunan Akdeniz ülkelerine karşı kuru üzüm, kuru kayısı, fındık, Antep fıstığı ve incir ürünlerinde Türkiye'nin mutlak üstünlüğü bulunmaktadır. Türkiye olarak biz kuru üzüm, kuru kayısı, fındık, Antep fıstığı ve incir ürünlerinde daha kaliteli ürünler üretip markalaşma yoluna gitmeliyiz.

4. SONUÇ

Türkiye'de tarımın sağladığı verim ve gelir her ne kadar istenilen düzeyde olmasa da sosyal yapı itibariyle sektörel önemi yok sayılamaz. Türkiye'de tarımla uğraşan nüfus toplam nüfusun %20'ini oluşturmaktadır ve gayri safi milli hasıladan aldığı pay ise düşük seviyededir (Rehber ve Vural, 2018). Tarımla uğraşan ailelerin tarım sektöründe kalıp üretime devam etmesi önemlidir ancak bunun sağlanması için desteklemelerin bu sektöre de diğer alanlar kadar yer verilmesiyle mümkündür. Eğer ileriki dönemlerde tarımda verimliliği arttırıcı uygulamalar, planlı üretim, sermaye bakımından çiftçiye destek ve bilgilendirmeler yapılmazsa çok büyük riskle karşı karşıya gelinecektir. Türkiye'de gerek destekleme alımları ve gerekse ucuz girdi temini, düşük faizli kredi sağlanması gibi desteklemeler olsa da gelişmiş ülkelerdeki gibi yeterli değildir. Tarımsal ürünlerdeki üretimin bir önceki yıla göre yapılması, fiyatlarda istikrarsızlığa sebep olmakta, fiyatlar maliyetlerin altına düşüp çiftçi kesimini zor duruma düşürmektedir. Oysaki üretim planlaması yapılmış olsaydı bu gibi sorunlar oluşmayacak, üretim devam edecektir.

İthalatımızda ise tarım çok küçük bir yapıya sahip olup daha çok sanayi ürünlerine dayanmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler genelde tarım ürünleri ihracatçısı, sanayi ürünleri ithalatçısı durumundadır. Bu durumu Türkiye'de görmek mümkündür. İhracat fiyat indeksinin, ithalat fiyat indeksine oranı olan dış ticaret hadleri, ihraç edilen ürünlerin fiyatlarındaki artışın ithal edilen ürünlerin fiyatlarındaki artış karşısında satın alma gücünü yansıtmaktadır. Türkiye'de 1973'te yaşanan petrol krizinden sonra dış ticaret hadleri bazı yıllar aleyhe bazı yıllar lehe dönmüştür. Bu durumun sebepleri arasında krizler, ambargolar ve birtakım anlaşmalar gibi etkenler vardır.

İç ticaret hadlerinin tarım sektörünün aleyhine dönmesi sonucunun düzeltilmesi, güç olan sosyal sorunların ortaya çıkmasını önleyebilmek için, tarım sektörünün gelirini yükseltecek politikaların geliştirilmesi uygulanması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Altay B., Gürpınar K., 2007. Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler ve Bazı Rekabet Gücü Endeksleri: Türk Mobilya Sektörü Üzerine Bir Uygulama.

Anonim, 2019. Harmonize Sistem https://www.ihracat.co/2017/02/gumruk-tarife-istatistik-pozisyonu.html

Anonim, 2019. TÜİK Dış Ticaret Verileri https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/menu.zul

Anonim, 2019. International Trade Centre (Uluslararası Ticaret Merkezi) https://www.trademap.org/Bilateral_TS

Ardıç B., 2017. Türkiye'nin Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlüklerinin Belirlenmesi.

Engin E., 2013. Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler Yaklaşımına Göre Türkiye Oluklu Mukavva Ambalaj Sektörünün Rekabet Gücü.

Erkan B., 2012. Ülkelerin Karşılaştırmalı İhracat Performanslarının Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlük Katsayılarıyla Belirlenmesi: Türkiye-Suriye Örneği.

Erkan B., 2016. Türkiye'nin Canlı Hayvan, Et ve Deniz Ürünleri İhracatındaki Rekabet Gücünün Analizi, İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, Cilt: 5, Sayı: 7, Sayfa: 1843-1864

Çakmak Aynagöz Ö., 2004. Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler ve Rekabet Gücü: Türkiye Tekstil ve Hazır Giyim Endüstrisi Üzerine Bir Uygulama.

Güngör Akgün G., Gökalp M. F., 2015. Küreselleşme Sürecinde Türkiye'de Karşılaştırmalı Üstünlüklerin Kaleydoskopik Yapısı: İmalat Sanayi Örneği

Küçükkiremitçi O., 2006. Dış Ticaretteki Rekabet Gücüne Göre Sanayi Sektörünün Değerlendirilmesi, Türkiye Kalkınma Bankası A. Ş.

Kanat S., 2018. Türk Tekstil ve Hazır Giyim Sektörünün Uluslararası Rekabet Gücünün Analizi.

Şahinli M. A., 2010. Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler Endeksi: Türkiye Pamuk Endüstrisi Üzerine Bir Uygulama.

Topuz H., Coşkun A. E., 2018. Ricardo'nun Karşılaştırmalı Üstünlükler Teorisi: Türkiye, Kolombiya ve Güney Kore Üçlüsünün Sektörel Bazda Uygulamalı Bir Analizi

Vural H., 2012. Tarım ve gıda ekonomisi istatistiği. Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi Ders Notları.no.107. Bursa

Vural H., Rehber E., 2018.Tarım Ekonomisi. Ekin Yayınevi. Bursa.

Yalçınkaya H. M., Çılbant C., Erataş F., Hartoğlu D., 2014. Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler Ekseninde Rekabet Gücünün Analizi: Türk-Çin Dış Ticareti Üzerine Bir Uygulama

Yavuz, F., 2021. Türkiye'de gıda enflasyonu. SETA Rapor. SETA Vakfı. İstanbul.

Bölüm 24

POLİFENOL OKSİDAZ ENZİMİNİN FARKLI BİTKİLERLE İNHİBİSYONU ÜZERİNE ÇALIŞMALAR

Dudu DEMİR[1]

Ümran ALAN[2]

1 Doç. Dr. Dudu DEMİR, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta. E-mail: dududemir@isparta.edu.tr

2 Dr. Öğr. Üyesi Ümran ALAN, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Zonguldak.

Giriş

İnsanların gıdaya olan talebi her geçen gün meydana gelen nüfus artışıyla giderek artmaktadır. İnsanların hayatta kalabilmesi için en önemli enerji kaynağı beslenmedir ve bu nedenle en fazla talep de gıda sektörüne olmaktadır. Gıda sektörünün en önemli alanları içinde meyve ve sebze alanları yer almaktadır. Meyve ve sebze alanları riski yüksek olan alanlardır. Riskin yüksek olmasının en büyük sebebi ise meyvelerin ve sebzelerin topladıktan sonra taze tutulmasının, onları tüketiciye taze sunulmasının gerekmesi ve bunun yapılmasının da zor olmasından kaynaklanmaktadır. Bu sektörün riskli olmasının diğer bir nedeni ise meydana gelebilecek zararın yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bu sorunu çözmek için yeni ve farklı teknolojiler geliştirilmesine rağmen bu sorunlar hala devam etmektedir. Teknolojinin sürekli gelişmesi yüksek miktardaki talebin karşılanmasına çok fazla katkı sağlayamamıştır. Ne var ki bunların hepsi sebze ve meyve sektörün en önemli sorunlarından biri olan enzimatik esmerleşme reaksiyonunun önüne geçmeye yetmemiştir (Çesko, 2018). Sebze ve meyve stokunun %50'sinden fazlası enzimatik esmerleşme sonucunda kaybedilmektedir. Bunun sonucu olarak da, dünyada meyve ve sebze sektörü en çok zarar gören sektörler arasında yer almaktadır. Enzimatik esmerleşme reaksiyonu bu kayıpların ana kaynağıdır. Enzimatik esmerleşmenin ana kaynağı ise meyve, sebze ve bitkilerde bulunan polifenol oksidaz (PPO) enzimidir (Mdluli, 2005). Meyve ve sebzelerde meydana gelen enzimatik esmerleşme reaksiyonu, bitkilerde doğal olarak var olan fenolik yapıdaki bileşiklerin kinon yapılarına dönüşmesiyle, bu kinonların da kendi içinde polimerleşmesi sonucunda kahverengi, siyah ve kırmızı gibi renkli pigmentleri oluşturmasıyla gerçekleşmektedir. Bu enzimatik esmerleşme reaksiyonlarına neden olan enzimler, polifenol oksidaz enzimleridir. Bu enzimler, polifenol oksidaz adlarıyla bilinmelerinin yanında katekolazlar, tirozinazlar, fenolazlar ve krezolazlar olarak da adlandırılmaktadır (Arslan ve Doğan, 2005; Quevedo vd., 2009). Enzimatik esmerleşme reaksiyonu, PPO enzimi, fenolik yapıda substratlar ve oksijenin uygun pH, sıcaklıkta bir araya gelmesiyle gerçekleşmektedir. Pek çok meyve ve sebzenin kesilmesi sonucunda enzimatik esmerleşme reaksiyonunun hızlı bir şekilde gerçekleştiği görülmektedir (Arslan ve Doğan, 2005; Quevedo vd., 2009). Polifenol oksidaz enzimleri substrat spesifikliklerine ve etki mekanizmalarına göre tirozinaz (EC 1.14.18.1), katekolaz (EC 1.10.3.1) ve lakkaz (EC 1.10.3.2) olmak üzere başlıca üç tip sınıfa ayrılmıştır (Çelik, 2018). Meyve ve sebzelerin uzun süre bekletilmesinden dolayı olgunlaşmaları ve bazı hastalıklara maruz kalmaları enzimatik esmerleşmeye sebep olabilir. Enzimatik esmerleşme reaksiyonu sonucunda meyve ve sebzeler hem doğal rengini hem de tadını kaybetmektedir. Bu durum, besin değerinin azalmasına ve ekonomik

açıdan ciddi zararlara sebep olmaktadır. Bundan dolayı, enzimatik esmerleşme reaksiyonları gıda sektörünün temel sorunlarından biridir. Bu kayıpların azaltılması için birçok çalışma yapılmaktadır. Özellikle de enzimatik esmerleşme reaksiyonlarının kontrol altına alınması konusunda çalışmalar yapılmaktadır (Arslan ve Doğan, 2005). Gıda sanayiinde polifenol oksidaz enziminin inhibisyonu için çeşitli yöntemler denenmiştir. Öncelikle, oksijenin uzaklaştırılması, enzimatik esmerleşme reaksiyonunu engelleyen bazı maddelerin kullanımı ve bazı kimyasalların eklenmesi gibi yöntemler kullanılmıştır. Termal yöntemler kullanılarak da, reaksiyon kontrol altına alınmaya çalışılsa da renk değişimi, tat değişimi, besin ve vitamin değeri kayıpları gibi zararları engellemek neredeyse imkansız hale geldiği için bu yöntem çok tercih edilmemiştir. Meyve ve sebzelerin su, tuzlu su ya da şuruba daldırılması veya vakumlanmaları ile enzimatik esmerleşme reaksiyonunun engellendiği belirlenmiştir. Bu tür uygulamalar vakumlanan paketlerin açılması ile oksijenin tekrar içeri girmesi nedeniyle enzimatik esmerleşme reaksiyonu yeniden başladığı için kesin sonuç vermemektedir. Enzimatik esmerleşmenin engellenmesinde diğer bir yaklaşım, enzim üzerinde esasen etki gösteren veya enzimatik katalizdeki substrat ve/veya ürünlere reaksiyon veren ve bu şekilde pigment oluşumunu inhibe eden esmerleşme karşıtı ajanların ya da maddelerin kullanılmasıdır. Fakat bu tür kimyasalların kullanımı bazı zehirlenmelere yol açtığı için yasaklanmaktadır. Askorbik asit, bisülfit ve türevleri ile indirgeyici olarak sistein bu alanda en yaygın kullanılan kimyasal katkı maddeleridir. Bisülfitlerden yaygın olarak sodyum/potasyum metabisülfit, kükürtdioksit, sodyum/potasyum bisülfit kullanılmaktadır. Bu maddeler enzimatik esmerleşme reaksiyonunu engellemelerine rağmen sağlık açısından zararlı etkilere neden oldukları için kullanımları FDA tarafından yasaklanmıştır. Malik asit, sitrik asit ve fosforik asit asitlendirici olarak kullanılır, EDTA ise şelatlayıcı olarak kullanılmaktadır. Askorbik asit ve kombinasyonları da enzimatik esmerleşme reaksiyonu azaltmak için kullanılmaktadır. İnsanların daha fazla bilinçlenmesi sonucunda aldıkları gıdalara dikkat etmelerinden dolayı, daha güvenli ve toksik etki yaratmayan daha az kimyasal eklenmiş işlenmiş gıdalara talep gün geçtikçe artmaktadır (Arslan ve Doğan, 2005; Quevedo vd., 2009). Bundan dolayı, gıdalarda enzimatik esmerleşme reaksiyonunu azaltmak için daha güvenli ve toksik etki yaratmayan kimyasal olmayan bitki özütlerinin kullanılmasına yönelinmiştir. Bu konuda günümüze kadar yapılan çalışmalar Tablo 1-20 arasında özetlenmiştir.

Tablo 1. *Ananas (Ananas comosus)'la polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	**Substrat/İnhibisyon etkisi**	**PPO kaynağı**	**Kaynaklar**
Konserve ananas suyu, dondurulmuş ananas suyu ve iyon değiştirilmiş ananas suyu	Katekole karşı tüm fraksiyonlar en az %26 inhibisyon	Red Delicious ve Granny Smith elma	Lozano-De-Gonzalez vd., 1993
Ananas suyu (toz halinde liyofilize edilip saf suda çözülmüş)-ultrafiltre edilmiş fraksiyonlar-katı faz C18 kartuşuyla ayrılmış fraksiyonları	Dopamine karşı ananas suyu %52.3, filtre edilmeyen kısım %27.7, süzüntü %49.1, doğrudan elüsyon fraksiyonu %99.9, asidik fenolik fraksiyon %20.7, nötr fenolik fraksiyon %65.4 inhibisyon	Muz (*Musa* (AAA Group) Gros Michel)	Chaisakdanugull vd., 2007
Ananas kabuğu özütü ve ultrafiltre edilmiş fraksiyonları	Dopamine karşı ananas kabuğu özütü %65.5, filtre edilmeyen kısım %58.1, süzüntü %67.8 inhibisyon	Muz (*Musa* (AAA group) Gros Michel)	Saisung ve Theerakulkait, 2011
Ananasın su ile özütü	10 mg/mL ısıtılmamış ananas özütü: 4-metilkatekole karşı %17.76 (yarışmasız inhibisyon), pirokatekole karşı %25.00 (yarışmasız inhibisyon); 95°C 15 dakika ısıtılmış 10 mg/mL ananas özütü: 4-metilkatekole karşı %21.50, pirokatekole karşı %27.03 inhibisyon	Zencefil (*Zingiber officinale*)	Lim ve Wong, 2018
Ananasın (1 g/mL) soğutulmuş distile suda özütlenip, santrifüjlenen, filtrelenen özütü	Taze ananas özütü: pirokatekole karşı %34.83 (karışık tip inhibisyon), 4-metilkatekole karşı %31.88 (karışık tip inhibisyon); 100 °C'de 10 dakika ısıtılmış ananas özütü: pirokatekole karşı %19.67, 4-metilkatekole karşı %7.42 inhibisyon	Tatlı patates (*Ipomoea batatas*)	Lim vd., 2019

Tablo 2. *Mantarla polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	**İnhibisyon etkisi**	**PPO kaynağı**	**Kaynaklar**
Enokitake (*Flammulina velutipes*) mantarının 70 mL/100 mL aseton, 70 mL/100 mL etanol ve sıcak su ile özütleri	Sıcak su ile özütü %73, aseton ile özütü %92 inhibisyon, etanol ile özütü inhibisyon yok	Starking elma (*Malus pulima*)	Jang vd., 2002
Su, ultra filtrasyon ve alkollü farklı özütleme yöntemleri ile *Oyster* mantarı özütleri	Yüksek inhibisyon	Elma (Red Delicious) suyu	Eissa vd., 2014

Tablo 3. *İncir (Ficus carica)'le polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	İnhibisyon etkisi	PPO kaynağı	Kaynaklar
İncir yapraklarından izole edilen DPPasit	*In vitro* DPPasit ile IC_{50}=0.27 ppm ve, *in vivo* IC_{50}=0.18 ppm	Mantar (*Agaricus bisporus*)	Nerya vd., 2005
İncir yapraklarından ve meyvelerinden izole edilmiş DPPasit etanolik özütü	*In vitro* tirozinaz aktivitesi için DPPasit ile IC_{50}=0.27 µg/mL, *in vivo* esmerleşme için DPPasit ile IC_{50}=0.18 µg/mL	Mantar (*A. bisporus*)	Nerya vd., 2006

DPPasit: [3- (2,4-dihidroksifenil propiyonik asit)]

IC_{50}: Yüzde elli inhibisyona sebep olan inhibitör konsantrasyonu

Tablo 4. *Pirinç (Oryza sativa) kepeği polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	Substrat/İnhibisyon etkisi	PPO kaynağı	Kaynaklar
Öğütülüp elenen tam yağlı pirinç kepeğinin su ile özütü 1:3 (w/v)	Katekole karşı patates PPO için %96.11, muz için %51.43 ve elma için %12.3 inhibitör etkisi	Patates, muz ve elma	Theerakulkait ve Boonsiripiphat, 2007
Öğütülüp elenen tam yağlı pirinç kepeğinin suyla özütü 1:3, 1:5 ve 1:7 (w/v)	Pirokatekole karşı 1:3 için %72.19, 1:5 için %61.58 ve 1:7 için %58.20 inhibisyon	Patates (*Solanum tuberosum*)	Boonsiripiphat ve Theerakulkait, 2009
Öğütülüp elenen pirinç kepeğinin su ile özütü	Katekole karşı patates için %69.31 ve muz için %47.63 inhibisyon	Patates ve muz [*Musa* (AAA Group) Gros Michel]	Sukhonthara ve Theerakulkait, 2012
Aromatik pirinç (cv. Khao Dawk Mali 105) kepeği heksanla (1:3(w/v)) özütlenip yağı alınmış pirinç kepeği proteinin su ile özütü 1:4 (w/v)	Katekole karşı patates için %15.94, elma için %9.09, muz için %5.85 inhibisyon	Patates (*S. tuberosum*), muz (Musa (AAA Group) Gros Michel) ve elma (*Malus pumila* cv. Fuji) püresi	Kubglomsong ve Theerakulkait, 2014a
Aromatik pirinç (cv. Khao Dawk Mali 105) kepeği heksan 1:3(w/v) ile özütlenip yağı alınmış pirinç kepeği proteinin su ile özütü 1:4 (w/v)	Katekole karşı %13.19 inhibisyon (karışık tip inhibisyon)	Patates (*S. tuberosum*) püresi	Kubglomsong ve Theerakulkait, 2014b
Öğütülüp elenen cv. Khao Dawk Mali-105 pirincinin RBE, CDRBE	Katekole karşı RBE ile patates için %52.33, elma için %47.40 ve CDRBE ile patates için %19.07, elma için % 18.58 inhibisyon	Patates (*S. tuberosum*) ve elma (*M. domestica* cv. Fuji)	Sukhonthara vd., 2016

Pirinç çeşitleri (cv. Khao Pathum Thani 1, Khao Suphan Buri 1, Khao Dawk Mali 105, Khao Chinat 1 ve Khao Gokho 15): PKP ve fraksiyonları (Prolamin fraksiyonu için etanol)	%1 Khao Dawk Mali PK ile PPO için %26.24 inhibisyon; Püre, çeşitli derişimlerde PKP fraksiyonları ile karıştırılıp PPO için: albumin % 20.52 (en iyi inhibitör), glutelin %14.94, globülin %10.19, prolamin %4.2 inhibisyon	Patates (*S. tuberosum*) püresi	Legcharoen vd., 2020

RBE: tam yağlı pirinç kepeğinin su ile özütü

CDRBE: ticari olarak yağdan arındırılmış pirinç kepeğinin su ile özütü

PKP: Yağdan arındırılmış distile su ektraksiyonu pirinç kepeği proteini

PK: Yağdan arındırılmış distile su ektraksiyonu pirinç kepeği

Tablo 5. *Mango (Mangifera indica)'le polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	Substrat/İnhibisyon etkisi	PPO kaynağı	Kaynaklar
Mango (cv. Chok-Anan, cv. Kaew ve Nam-Dok-Mai) kabuklarının 1/6 (w/v) damıtık su ile homojenize edilip bezden süzülen 1/10 seyreltilmiş özütleri	Katekol substratına karşı cv. Chok-Anan ile %47.16, cv. Nam-Dok-Mai ile %38.32 ve cv. Kaew ile %34.95 inhibisyon	Patates (*S. tuberosum*)	Jirasuteeruk ve Theerakulkait, 2020
cv. Nam-Dok-Mai mango çekirdeklerinin 50 g tozunun 63°C 150 dakika 200 mL (62 g/kg) etanolle özütü	L-DOPA'ya karşı 5.000 mg/kg mango çekirdeği özütü %90 inhibisyon	*Litopenaeus vannamei*	Sai-Ut vd., 2020

DOPA: 3,4 -dihidroksifenil alenin

Tablo 6. *Nar (Punica granatum)'la polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	Substrat/İnhibisyon etkisi	PPO kaynağı	Kaynaklar
Narın donmuş tanelerinin havanla ezilip özütün santrifüjlenip süzülmesiyle elde edilen özüt	100 µl nar özütü ile: ticari tirozinazın inhibisyonu %27.55, enginar suyu inhibisyonu %48.55, patates suyu inhibisyonu %0, armut suyu inhibisyonu %0	Ticari tirozinaz, enginar (*Cynara cardunculus* subsp. Scolymus), patates (*Solanum tuberosum* cv. Agata), mantar (*Agaricus bisporus*) ve armut (*Pyrus communis* cv. Abate)	Zocca vd., 2011

Nar kabuğunun soxhlet cihazında metanolle özütü	4-metil katekole karşı IC_{50}=4,5 mg/mL, K_i=2,29 mg/mL, yarışmasız inhibisyon	*Paulownia tomentosa* bitkisi	Çesko, 2018

DOPA: 3,4 -dihidroksifenil alenin

IC_{50}: Yüzde elli inhibisyona sebep olan inhibitör konsantrasyonu

Tablo 7. *Çay (Camellia sinensis)'la polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	**Substrat/İnhibisyon etkisi**	**PPO kaynağı**	**Kaynaklar**
5 g yeşil çayın 90 °C'de 15 dakika bekletilip süzülen özütü	4-metil katekole karşı 30 mg/mL yeşil çay özütü ile %42 inhibisyon	Elma (Golden Delicious)	Soysal, 2009
Beş yeşil çayın sulu özütleri: 40 g çay yaprağından demineralize suda 6 dakika 90°C'de demlenerek, iki kez süzülüp liyofilize edilen özütleri	Saf elma suyunda PPO aktivitesi 48 saat sonra % 7 azalma, 1 gL^{-1}, 2 gL^{-1} ve 3 gL^{-1} çay özütleri ile PPO aktivitesi sırasıyla %53, %74 ve %96 oranında azalma	Elma (*Malus domestica* "Golden Delicious") suyu	Klimczak ve Gliszczy´nska-´Swigło, 2017
Yeşil çay yaprağının öğütülen tozu %80 etanolde 1:20 (w/v) özütlenip filtrelenen özütleri	L-DOPA'ya karşı %0.2, 0.4, 1, 2 ve 4'lük (w/v) yeşil çay özütleri ile inhibisyon, %2'lik ile en iyi inhibisyon	Hint beyaz karidesi (*Fenneropenaeus indicus*)	Firdous vd., 2020

DOPA: 3,4 -dihidroksifenil alenin

Tablo 8. *Biber (Capsicum annuum)'le polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	**Substrat/İnhibisyon etkisi**	**PPO kaynağı**	**Kaynaklar**
Biber (*Capsicum annuum* cv. Golden Summer)	Yüksek inhibisyon	Elma (Red Delicious) suyu	Eissa vd., 2014
Acı biberin kurutulup parçalanan tozu 50ºC'de 3 gün metanolde özütlenip süzülüp santrifüjlenen buharlaştırılan metanolde tekrar çözünmüş özütü	Acı biber özütü ile inkübasyon sonunda en yüksek inhibisyon yüzdesi %70	Patates (*S. tuberosum*)	Mercimek vd., 2015
Acı biberin (*C. annuum*) su ile özütü	10 mg/mL ısıtılmamış acı biber özütü: 4-metilkatekole karşı %22.90 (yarı yarışmalı inhibisyon), pirokatekole karşı %40.54 (karışık tip inhibisyon); 95°C 15 dakika ısıtılmış 10 mg/mL biber özütü: 4-metilkatekole karşı %28.50, pirokatekole karşı %47.97 inhibisyon	Zencefil (*Z. officinale*)	Lim ve Wong, 2018

Kırmızı chilli biber (1 mg/mL) soğutulmuş distile suda özütlenip santrifüjlendikten sonra filtrelenen özütü	Taze özüt ile pirokatekole karşı %45.97 (karışık tip inhibisyon), 4-metilkatekol substratına karşı %27.07 (karışık tip inhibisyon), 100ºC'de 10 dakika ısıtılan özütü ile pirokatekole karşı %43.13, 4-metilkatekole karşı %26.42 inhibisyon (yarı yarışmalı inhibisyon)	Tatlı patates (*Ipomoea batatas*)	Lim vd., 2019

DOPA: 3,4 -dihidroksifenil alenin

Tablo 9. *Pancar (Beta vulgaris)'la polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	**Substrat/İnhibisyon etkisi**	**PPO kaynağı**	**Kaynaklar**
Kırmızı pancar	L-DOPA'a için pancar su özütlerinin 1,25 mg/mL ile %17 inhibisyon, 2.5 mg/mL ile %20 .9, 5 mg/mL ile %23.3, 10 mg/mL %31.5 inhibisyon; pancar metanol özütlerinin 1,25 mg/mL ile %13 inhibisyon, 2.5 mg/mL ile %16.7, 5mg/mL ile %18.3, 10 mg/mL %20.4 inhibisyon	Starking türü elma	Albayrak vd., 2010
Kırmızı pancarın kurutulup parçalanan tozu 50ºC'de 3 gün metanolde özütlenip süzülüp santrifüjlenen buharlaştırılan metanolde tekrar çözünmüş özütü	Kırmızı pancar özütü ile %60 inhibisyon	Patates (*S. tuberosum*)	Mercimek vd., 2015

Tablo 10. *Üzüm (Vitis vinifera)'le polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	**Substrat/İnhibisyon etkisi**	**PPO kaynağı**	**Kaynaklar**
Olgunlaşmamış kırmızı üzüm (cv. Barbera ve cv. Merlot) sularının santrifüj edilip filtre edilmiş suları	Katekole karşı 2013 yılında toplanan olgunlaşmamış üzüm suları Merlot %68.2 ve Barbera %56.3; 2014 yılında toplanan Merlot %67.8 ve Barbera %58.8 inhibisyon	Mantar tirozinazı	Tinello ve Lante, 2017
Olgunlaşmamış kırmızı üzüm (cv. Merlot) suyunun santrifüj edilip filtre edilmiş suyu	Klorojenik asite karşı olgunlaşmamış üzüm suyu ile %30.05 inhibisyon	Kurutulmuş elma (Golden Delicious) tozunun özütü	Tinello vd., 2018

Ezilen olgunlaşmamış üzüm (cv. Riesling) suyu filtrelenip izole edilen kaftarik asit, kafeik ve klorojenik asit	Tirozin subratına karşı IC_{50} olgunlaşmamış üzümden elde edilen bileşenlerden kaftarik asit ile 30 µM (yarışmalı inhibisyon), klorojenik asit ile 42 µM ve kafeik asit ile 65 µM	Ticari mantar tirozinazı	Honisch vd., 2020

Tablo 11. Tarçın ile polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları

Bitki özütü	**Substrat/İnhibisyon etkisi**	**PPO kaynağı**	**Kaynaklar**
Tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*) kabuğu tozu (200g) buharla damıtılıp elde edilen tarçın kabuğu yağı	Katekole karşı 0.0035 g/mL tarçın kabuğu yağı ile *A. muricata* %51.97, *M. acuminata* %49.51 inhibisyon	Soursop meyvesi (*Annona muricata*), Muz (*Musa acuminata*)	Weerawardana vd., 2020
Tarçının 47 mL damıtılmış su,1 mL Tween 80 ve 2 mL tarçın uçucu yağı karıştırılarak hazırlanan tarçın uçucu yağ nanoemülsiyonunun % 4'ü damıtılmış su ile%1 ve%2 seyreltilmiş nanoemülsiyonları	Katekole karşı tarçın esansiyel yağı nanoemülsiyonu ile %80-90 inhibisyon; %0.05 askorbik asit ile birleştirildiğinde ise tamamen inhibisyon	Fuji elması	Xu vd., 2020

Tablo 12. *Meyan köküyle polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	**İnhibisyon etkisi**	**PPO kaynağı**	**Kaynaklar**
Çok aşamalı kromatografik fraksiyonlamadan sonra izole edilen flavonoidler (*Glycyrrhiza uralensis*)'den liquiritin, licuraside, isoliquiritin, liquiritigenin ve (*Glycyrrhiza inflate*)'den likokalkon A	Monofenolaz aktivitesi için IC_{50} değerleri lisuraside ile 0.072 isoliquiritin ile 0.038 ve likokalkon A ile 0.0258 mM	Ticari mantar tirozinazı	Fu vd., 2015
Meyan kökü etanol ile özütü	Meyan kökü özütü ile *in vitro* IC_{50}=0.01 ppm, *in vivo* IC_{50}=0.13 ppm	Mantar (*A. bisporus)*	Nerya vd., 2005
Meyan (*Glycyrrhiza glabra*) kökü etanolik özütü	Meyan kökü özütü ile *in vitro* tirozinaz aktivitesi IC_{50}=0.01 µg/mL, *in vivo* esmerleşme IC_{50}=0.11 µg/mL	Mantar *(A. bisporus)*	Nerya vd., 2006

IC_{50}:Yüzde elli inhibisyona sebep olan inhibitör konsantrasyonu

Tablo 13. *Narenciye ile polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	Substrat/İnhibisyon etkisi	PPO kaynağı	Kaynaklar
Dondurulmuş portakal suyu	Katekol substratına karşı tüm fraksiyonlarla en az %26 inhibisyon	Elma (Red Delicious ve Granny Smith)	Lozano-De-Gonzalez vd., 1993
Limon	L-DOPA substratına karşı limon su özütlerinin 1,25 mg/mL ile %12.8 inhibisyon, 2.5 mg/mL ile %16, 5 mg/mL ile %20.3, 10 mg/mL %26.1 inhibisyon; limon metanol özütlerinin 1,25 mg/mL ile %11.3 inhibisyon, 2.5 mg/mL ile %12, 5 mg/mL ile %11.6, 10 mg/mL %15.2 inhibisyon	Starking türü elma	Albayrak vd., 2010
Kurutulup öğütülen limonun tozu 50ºC'de 3 gün metanolde özütlenip süzülüp santrifüjlenen buharlaştırılan metanolde tekrar çözünmüş özütü	Başlangıçta %19 inhibisyon 5 dakika sonra %54 inhibisyon	Patates (*S. tuberosum*)	Mercimek vd., 2015
Ağaç kavununun (Citron) (*Citrus medica*), limonun (*Citrus limon* cv. Femminello) ve portakalın (*Citrus sinensis*) damıtılmasıyla elde edilen hidrosolleri (CH, OH ve LH)	L-DOPA'ya karşı, OH ile %21.8-%44.5, LH ile %28.38-%59.13, CH ile %24.71-62.16 arasında (Karışık tip inhibisyon), Epikateşine karşı, OH ile %54.11-%68.87, LH ile %26.81-%39.56, CH ile %31.15-%44.36 arasında (Karışık tip inhibisyon)	Ticari tirozinaz	Lante ve Tinello, 2015
Citrus cinsinin altı türünün (C. *clementina, C. aurantium*, *C. limon, C. sinensis:* vr Thomson navel ve hamlin, *C. grandis osbeck,* ve *C. aurantifolia*) yaprakları (w/v: 1/10) metanolde, (w/v: 1/10) datılmış suda özütlenip süzülüp dondurup kurutulan özütleri	Pirokatekole karşı kırmızı lahana PPO'ı *C. grandis* ile % 30.64 en yüksek inhibisyon	Kırmızı lahana, yeşil lahana, kakule, marul ve ıspanak	Khettal vd., 2016

DOPA: 3,4 -dihidroksifenil alenin

CH: ağaç kavunu hidrosolü

OH: portakal hidrosolü

LH: limon hidrosolü

Tablo 14. *Sarımsak (Allium sativum)'la polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	**Substrat/İnhibisyon etkisi**	**PPO kaynağı**	**Kaynaklar**
Sarımsağın su ile özütü	Katekole karşı taze sarımsak %68.60, 100ºC 10 dakika ısıtılmış sarımsak %41.30 inhibisyon	Asya armudu (*Pyrus serotina*)	Arzani vd., 2010
Sarımsağın su ile özütü	Dopamine karşı sarımsak özütü (yarı yarışmalı inhibisyon)	Yam bitkisinin (*Dioscorea cayenensis-rotundata* cv. Kponan) yumrusu	Yapi vd., 2015

Sarımsak pH 7.0'de 0.01 M sodyum fosfat tamponunda homojenize edilip santrifüjlenip süpernatantın oda sıcaklığı, 50°C ve 100°C'de ısıl işlem görmüş özütleri	4-metikatekole karşı yok, oda sıcaklığındaki sarımsak özütü ile katekole karşı IC_{50}=0.093mg/mL; 50 °C'de ısıl işlem görmüş özüt ile katekole karşı 0.104 mg/mL, pirogallole karşı IC_{50}=0.182 mg/mL; 100 °C'de ısıl işlem görmüş özüt ile katekole karşı IC_{50}=0,051 mg/mL, pirogallole karşı IC_{50}=0.137 mg/mL	Nane (*Mentha piperita*)	Diken, 2020.

Dopamin: 3,4-dihidroksifenil etilamin

IC_{50}:Yüzde elli inhibisyona sebep olan inhibitör konsantrasyonu

Tablo 15. *Soğan (Allium cepa)'la polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	**Substrat/İnhibisyon etkisi**	**PPO kaynağı**	**Kaynaklar**
Soğanın pH 6.8'de 50 mM fosfat tamponuyla özütü	Katekole karşı 3.1 mg/mL taze soğan özütü %44.4 ve 100°C 10 dakika ısıtılmış 3.1 mg/mL soğan özütü %9.6; 1.55 mg/mL taze soğan özütü %78.6 ve 100°C 10 dakika ısıtılmış 1.55 mg/mL soğan özütü %17.0 inhibisyon	Patates	Lee vd., 2002
Soğanın su ile özütü	Katekole karşı 60.0 mg/mL taze soğan ile %73.3, 100°C 10 dakika ısıtılmış 60.0 mg/mL soğan ile % 45.9 inhibisyon	Armut	Kim vd., 2005
Soğanın pH 6.8'de 50 mM fosfat tamponuyla özütü	Katekole karşı 60.0 mg/mL taze soğanla % 77.2, 100°C 10 dakika ısıtılmış 60.0 mg/mL soğanla %53.2 inhibisyon	Şeftali	Kim vd., 2007
Soğanın pH 6.6'da 50 mM fosfat tamponuyla özütü	100°C 10 dakika ısıtılmış soğan özütü tazeye göre daha yüksek inhibisyon ve yarışmasız inhibisyon	Muz (*Musa acuminata* cv. Jejudo)	Lee, 2007
Soğanın pH 6.8'de 50 mM potasyum fosfat tamponu ile özütü	Katekole karşı 3.1 mg/mL taze soğanla %88.2, 100°C 10 dakika ısıtılmış 3.1 mg/mL soğanla %46.2 inhibisyon, 4-metil katekol, pirogallol, resorsinol, hidrokinon, (+)–kateşin, L-DOPA subsratlarına karşı farklı oranlarda inhibisyon	Taro (*Colocasia antiquorum* var. Esculenta)	Lee vd., 2007
Kırmızı soğanın pH 6,6'da 100 mM fosfat tamponu özütü	Dopamine karşı 2.28 ve 0.97 mg protein içeren taze soğan özütüyle (yarışmasız inhibisyon); 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 ve 65 °C sıcaklıklarda 5 ile 120 dakika boyunca ısıtılmış soğan özütleriyle farklı oranlarda inhibisyon	Yenilebilir Yam bitkisi (*Dioscorea cayenensis-rotundata* cv. Longô)	Gnangui vd., 2010
Soğanın su ile özütü	Katekole karşı 60.0 $mgmL^{-1}$ taze soğan %73.30 ve 100°C 10 dakika ısıtılmış soğan %45.90 inhibisyon	Asya armudu (*P. serotina*)	Arzani vd., 2010
Soğan özütü	Katekole karşı 100°C 15 dakika ısıtılmış soğan suyuyla % 54.2, pastörize lapa soğanla % 41.2 ve taze soğan suyuyla % 37.3 inhibisyon	'Birgah' patlıcanı	Barbagallo vd., 2012
Kırmızı soğanın pH 7.5'de 0.1 M fosfat tamponu ile özütü	Katekole karşı 100°C 10 dakika 3 mg/mL ısıtılmış soğan özütüyle %47.00 (yarışmasız inhibisyon) ve taze soğan özütü %38.46 (yarışmasız inhibisyon)	Cassava (manyok) yaprağı (*Manihot esculenta*)	Wong ve Angle Lee, 2014

Kırmızı, küçük (Ekalot), beyaz, yeşil, sarı soğanların su ile özütleri	Dopamine karşı kırmızı soğan özütüyle (yarışmasız inhibisyon), küçük (Ekalot) soğan özütüyle (yarışmasız inhibisyon), beyaz soğan özütüyle (yarışmasız inhibisyon), yeşil soğan özütüyle (yarışmalı inhibisyon), sarı soğan özütüyle (yarışmalı inhibisyon)	Yenilebilir Yam bitkisinin (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) yumrusu	Yapi vd., 2015
Soğanın n-heksan, kloroform, etil asetat ve su fraksiyonu	Soğan n-heksan fraksiyonu ile %60.13, kloroform fraksiyonu ile %52.97, etil asetat fraksiyonu ile %90.33, su fraksiyonu ile %47.09 inhibisyon	Ticari PPO enzimi	Yuniarti vd., 2018
Kırmızı soğanın su ile özütü	10 mg/mL ısıtılmamış soğan özütü: 4-metil katekole karşı %14.02 (karışık tip inhibisyon), pirokatekole karşı %28.38 (karışık tip inhibisyon); 95°C 15 dakika ısıtılmış 10 mg/mL soğan özütü: 4-metilkatekole karşı %15.89, pirokatekole karşı %33.11 inhibisyon	Zencefil (*Z. officinale*)	Lim ve Wong, 2018
Kırmızı soğan (1 g/mL), 90 g bitki 90 mL soğutulmuş distile suda ekstrakte edilip santrifüjlendikten sonra filtrelenen özütü	Taze soğan özütü ile pirokatekol substratına karşı %39.34 (yarı yarışmalı inhibisyon), 4-metilkatekol substratına karşı %7.13 (yarışmalı inhibisyon), 100°C'de 10 dakika ısıtılan soğan özütü pirokatekol substratına karşı %41.47, 4-metilkatekol substratına karşı %17.58 (karışık tip inhibisyon)	Tatlı patates (*Ipomoea batatas*)	Lim vd., 2019

Tablo 15*'in devamı*

Sarı soğan taze doku 1. grup suyu çıkartılmış, kaynatılıp soğutulan süzülen özütü; 2. grup distile suda (2 gün), kaynatılıp soğutulan süzülen özütü; musluk suyunda kaynatılan soğutulan süzülen kabuk özütü	Soğan suyu uygulanmayan mantarlarda 29:1(DIP:MON) oranında aktivite, soğan suyu uygulanan mantarlarda 2:1 (DIP: MON) oranında aktivite	Mantar (*A. bisporus*)	Bernaś ve Jaworska, 2021
Beyaz, sarı ve kırmızı soğan ve Borettana soğan atıkları: Soğan suyu ve filtrelenen (0.45µ) damıtılmış özütleri	Tirozinaz için soğan özütleri %50'den az inhibiyon; katekole karşı patates PPO'da beyaz soğan distilatı %87, sarı soğan %83, kırmızı soğan %88, Borettana soğan %84; rezene PPO'da kırmızı soğan suyuyla %54, beyaz soğan %75, sarı soğan %71, kırmızı soğan %72, Borettana soğan %62; patlıcan PPO'da kırmızı soğan %51 inhibisyon	Ticari mantar tirozinazı, Patates (*S. tuberosum* cv. Bintje), Rezene (*Foeniculum vulgare*), Patlıcan (*S. melongena*)	Tinello vd., 2020

Dopamin: 3,4-dihidroksifenil etilamin

DIP: Difenolaz aktivitesi

MON: Monofonolaz aktivitesi

Tablo 16. *Farklı bitki çeşitleriyle 2010-2011 yılları arasında polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	Substrat/İnhibisyon etkisi	PPO kaynağı	Kaynaklar
Brokoli (*Brassica oleracea* L. convar. botrytis L. var. İtalica Plenck)'nin PW, LPW, D özütleri	Katekole karşı PW ile üzümde %82.2, diğer kaynaklarda %50 altında inhibisyon; LPW ile üzümde %60.83 diğer kaynaklarda %50 altında inhibisyon; D ile tirozinazda %52.06, enginarda %45.62, patatesde %79.41, armutda %59.74, elmada %67.32, üzümde %100 inhibisyon	Ticari mantar tirozinazı, Enginar (*C. cardunculus* subsp. Scolymus), Armut (cv. Abate), Elma (cv Golden Tasty), Üzüm (cv. Garganega), Patates (cv. Agata)	Zocca vd. 2010
Olgun dondurulmuş kuşburnu *(Rosa canina*) meyvelerinin çekirdeklerinden arındırılıp 10 dakika oda sıcaklığında distile su ile özütü (meyvenin suya oranı 1: 2)	Tirozinaz için 100 µl kuşburnu özütü ile %98.45, enginar suyu için %86.53, patates suyu için %51.01, armut suyu için %83.2 inhibisyon	Ticari tirozinaz, enginar (*Cynara cardunculus* subsp. Scolymus), patates (*S. tuberosum* cv. Agata), mantar (*A. bisporus*) ve armut (*Pyrus communis* cv. Abate) suyu	Zocca vd., 2011
Kurutulan (45°C, 5 saat) Himalaya sediri (*Cedrus deodara*) çam iğneleri toz haline getirilerek (50 g) oda sıcaklığında 24 saat suyla (1000 mL) 3 kez özütlenip süzülüp 45°C'de vakum altında yoğunlaştırılmış hali	Substratlar: L-tirozin ve L-DOPA; özüt uygulandıktan 10 dakika sonra monofenolaz aktiviteleri 1mg/mL'de %27.99, 2mg/mL'de %41.3, 3 mg/mL'de %63.85, 3.5mg/mL'de %68.49 ve 4mg/mL'de %72.99; difenolaz aktiviteleri 1 mg/mL'de %20.53, 2mg/mL'de %44.87, 3mg/mL'de %61.58, 3.5mg/mL'de %64.2 ve 4mg/mL'de %74.46 azalma; monofenolaz için IC_{50}=2,10 mg/mL ve difenolaz için IC_{50}=2,27 mg/mL	Mantar tirozinaz	Zeng vd., 2011

DOPA: 3,4 -dihidroksifenil alenin

PW: yaprakların distile su ile kaynatılıp filtrelenen özütü

LPW: 1 mL distile suda 10 mg liyofilize örneğin çözünmüş özütü

D: askorbik asit+LPW kombinasyonlu özütü

Tablo 17. *Farklı bitki çeşitleriyle 2012-2017 yılları arasında polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	**Substrat/İnhibisyon etkisi**	**PPO kaynağı**	**Kaynaklar**
Elma nanesi (*Mentha suaveolens*) 1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) ve fenol, metanol ve su ile hazırlanan özütleri	Pirokatekol substratı-fenol nane özütüyle PPO üzerine sentetik inhibitör olan potasyum sorbattan daha yüksek inhibisyon etkisi; inhibisyon yüzdesi: askorbik asit>fenol ekstraktı> metanol ekstraktı>=potasyum sorbat>sulu ekstrakt> PVPP'li sulu özütü; İstatistiksel olarak metanol özütü, potasyum sorbat ile aynı önleyici etki, PVPP'li sulu özüt çok küçük bir etki	Elma (Golden Delicious)	Bichra vd., 2012
Kabak (*Cucurbita pepo* L., cv. summer), hıyar (*Cucumis sativus* L.)	Yüksek inhibisyon	Elma (Red Delicious)	Eissa vd., 2014
Tamarix gallica, *Daucus carota*, *Inula crithmoides*, *Raphanus raphanistrum*, *Plantago cornopus*, *Frankenia laevis* kurutulup 2.5 g tozu 25 mL %50'lik etanolde özütlenip filtrelenip çözücü uzaklaştırılıp tortunun 100 $mgmL^{-1}$ konsantrasyonda %50'lik etanolde süspansesi	L-tirozin ve L-DOPA substratlarına karşı monofenolaz ve difenolaz inhibisyonu: *D. carota* özütünün monofenolazın tek inhibitörü; *D. carota* ve *F. laevis*in özütleri güçlü difenolaz aktiviteleri (IC_{50}~120 µg/mL)	Tirozinaz	Jdey vd., 2017

PVPP

DOPA

Tablo 18. *Farklı bitki çeşitleriyle 2018 yılında polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	Substrat/İnhibisyon etkisi	**PPO kaynağı**	**Kaynaklar**
Kurutulan ayva (*Cydonia oblogna)* yapraklarının soxhlet cihazında metanolle özütü	4-metil katekole karşı IC_{50}=9,9 mg/mL, K_i=4,65 mg/mL (yarışmasız inhibisyon)	*Paulownia tomentosa* bitkisi	Çesko, 2018
Biberiye *(Rosmarinus officinalis*) yapraklarının soxhlet cihazında metanolle özütü.	4-metil katekole karşı IC_{50}=20,6 mg/mL, K_i=8,05 mg/mL (yarı yarışmalı inhibisyon)		
Sığırkuyruğu Otu (*Verbascum thapsus*) çiçeği soxhlet cihazında metanolle özütü	4-metil katekole karşı IC_{50}=0,0006 mg/mL, K_i=0,48 mg/mL (karışık tip inhibisyon)		
Solucan otu *(Tanacetum vulgare)* çiçeği soxhlet cihazında metanolle özütü	4-metil katekole karşı IC_{50}=0.00043 mg/mL, K_i=0,21 mg/mL (karışık tip inhibisyon)		
Kudret narı (*Momordica charantia)* meyvesi soxhlet cihazında metanolle özütü	4-metil katekole karşı IC_{50}=0.495 mg/mL, K_i=0.3047 mg/mL (karışık tip inhibisyon)		
Köpek üzümü (*Solanum nigrum)* meyve ve yaprağı soxhlet cihazında metanolle özütü	4-metil katekole karşı meyve özütü ile IC_{50}=10,7 mg/mL, K_i=1,44 mg/mL (Karışık tip inhibisyon); yaprak özütü ile IC_{50}=3,12 mg/mL, K_i=0,76 mg/mL (yarışmalı inhibisyon)		
Şeytan elması ya da boru çiçeği *(Datura stramonium)* yaprak ve tohumu soxhlet cihazında metanolle özütü	4-metil katekole karşı yaprak özütü ile IC_{50}=6,7 mg/mL, K_i=0,69 mg/mL (Karışık tip inhibisyon); tohum özütü ile IC_{50}=1,65 mg/mL, K_i=0,65 mg/mL (karışık tip inhibisyon)		

Dendrobium orkidenin (Sonia, Sonia Pink, Snow Rabbit, Shavin White türleri) çiçeklerinin 0.125, 0.250, 0.5, 1, 2 mg/mL derişimli etanol özütleri	L-tirozine karşı tüm etanolik özütler ile %50 üzerinde inhibisyon, 2,0 mg/mL'de %85,92-95,61 arasında inhibisyon, en iyi inhibitör Sonia özütü (IC_{50}=57.38 µg/ L); L-DOPA'e karşı 2.0 mg/mL'de tüm özütlerle % 45.72-60.32 arasında orta derece inhibisyon, en iyi inhibitör Sonia özütü (IC_{50}=816,81 µg/mL)	Ticari mantar tirozinazı	Athipornchai ve Jullapo, 2018

Tablo 18*'in devamı*

Antep fıstığı (*Pistacia vera* cv. Ahmad Aghaei) yeşil kabuğunun kurutulup toz halinin suyla özütlenip (katı/çözücü=1:20) filtrelenip dondurulup kurutulmuş hali	Özüt derişimleri: %0.05, %0.075, %0.1, %0.2, %0.4 ve %0.8 w/v: L-DOPA'ya karşı Antep fıstığı yeşil kabuğunun özütü IC_{50}=0.7 gL^{-1}	Mantar tirozinazı	Fattahifar vd., 2018
Origanum ehrenbergii, *Origanum syriacum*, *Salvia fruticosa*, *Calamintha origanifolia* bitkilerinden hidrodistilasyon ile elde edilen uçucu yağlar	L-tirozine karşı uçucu yağların antitirozinaz aktivitesi: *O. ehrenbergii* %45.33, *O. syriacum* %80.41, *S. fruticosa* %14.62, *C. origanifolia* %16.51 inhibisyon	Ticari mantar tirozinazı	El Khoury vd., 2018
Hindistan cevizinin 1:1 (%50) ve 1:0 (%100) oranlarında damıtılmış suyla seyreltilmiş suları	Kesilen elma dilimleri %50 ve %100 hindistan cevizi suyuna daldırılarak 2 dakika bekletildikten sonra düşük PPO aktivitesi	Gala elması	Supapvanich vd., 2018
Olgun altın kivi (*Actinidia chinensis*) meyvelerinin soyulmuş ve tohumları çıkartılmış püresi	Katekole karşı elma suyu PPO aktivitesinde altın kivi püresi ile azalma	Elma (cv. Jonagold)	Yi vd., 2018
Zakkum (*Nerium oleander*) çiçekleri (2.5 kg) etanolde (EtOH,700 mL×2) 50 gün bekletilip filtre edilip çözücü uzaklaştırılmış elde edilen ham etanol özütü (50g, verim:% 6.8) 100 mL %90 metanolde çözülüp n-heksan (4x200 mL) ile özütlenip çözücü uzaklaştırılmış (3g,verim:%6), kalan özütten metanol uzaklaştırılıp hacim 100mL'ye distile su ile ayarlandıktan sonra diklorometan (CH_2Cl_2; 4×200 mL) ve etilasetat (EtOAc; 4×200 mL) ile ayırma devam etmiştir. diklorometan (2 g, verim:%4), etilasetat (1.1 g,verim:% 2.2) ve kalan su ekstraktı (30.5 g, verim:% 60.1)	Sulu ve etil asetat özütleri ile muamele edilen tirozinazda önemli ölçüde inhibisyon	Tirozinaz	Atay Balkan vd., 2018

IC_{50}:Yüzde elli inhibisyona sebep olan inhibitör konsantrasyonu

DOPA: 3,4 -dihidroksifenil alenin

Tablo 19. *Farklı bitki çeşitleriyle 2019 yılında polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	Substrat/İnhibisyon etkisi	PPO kaynağı	Kaynaklar
50 g kurutulmuş Çivitotu türü (*Isatis cappadocica*) tozu 500 mL metanolle karıştırılıp oda sıcaklığında 24 saatlik karıştırılıp süzülüp buharlaştırılıp elde edilen özüt	L-DOPA substratı için sadece metanol özütü ile inhibisyon, metanolik özüt için IC_{50}=891.25 µg/mL	Ticari mantar tirozinaz	Güner vd., 2019
Hasnane (*Calamintha incana*) bitkisinin uçucu yağları	C. *incana*'dan elde edilen uçucu yağın inhibe edici etkisi tirozinaz (mg kojik asit/g yağ) IC_{50}=2.10, uçucu yağla IC_{50}=61.57 mg/mL kojik asitle IC_{50}=0.128 mg/mL	Tirozinaz	Popović-Djordjević vd., 2019
Tuzlaci bitkisinin (*Asphodeline cilicica*) (AC) 12 tane özütü: yapraklar, gövde, tohumlar ve kökler kurutulup ince toz halinde öğütülüp 10 g, Soxhlet cihazında aseton ve metanol ile ayrı ayrı özütlenip, kurutulup, tozu 100 mL damıtılmış su ile 15 dakika kaynatılıp su özütleri süzülüp liyofilize edilmiş hali	AC özütlerinin tirozinaz inhibisyonu (mg kojik asit eşdeğerleri/g): çözücü aseton için yapraklar 75.54, sap 60.00, kökler 65.64, tohumlar 61.52; çözücü metanol için yapraklar 66.86, sap 56.97, kökler 66.37, tohumlar 71.75, çözücü su için yapraklar 22.07, tohumlar 0.39	Tirozinaz	Zengin vd. 2019a

Tablo 19*'un devamı*

Mor çiçek (*Consolida orientalis*) metanol, etil asetat ve su özütleri	Tirozinaz için L-DOPA substratına karşı (mg kojik asit eşdeğerleri/g özüt): *C. orientalis* metanol özütü 14.40, etil asetat özütü 20.55 ve su özütü 10.55; *O. isauricum* metanol özütü 15.33, etil asetat özütü 19.96 ve su özütü 14.83; *S. junceum* metanol özütü 21.42, etil asetat özütü 23.04 ve su özütü 21.99	Tirozinaz	Zengin vd. 2019b
Emzik Otu (*Onosma isauricum*) metanol, etil asetat ve su özütleri			
Katırtırnağı (*Spartium junceum*) metanol, etil asetat ve su özütleri			
Sarı tabusluk *(Potentilla anatolica)* metanolle özütü	Tirozinaz inhibisyonu (mg kojik asit eşdeğerleri/g özüt): *P. anatolica* özütü ile 156.37, *P. argentea* 131.05, *P. recta* 163.78, *P. reptans* 133.19	Tirozinaz	Uysal vd., 2019
Gümüş Parmakotu *(Potentilla argentea*) metanolle özütü			
Su parmakotu *(Potentilla recta)* metanolle özütü			
Beşparmak Otu *(Potentilla reptans)* metanolle özütü			
Kaju (*Anacardium occidentale*), *Glochidion perakense* Hook.f., *Gnetum gnemon* Linn. var. tenerum Markgr., *Leucaena Leucocephala* öğütülmüş kuru yaprakların aseton özütlemesi, filtrasyon ve kurutmayla elde edilen tozların distile suda (1:10 w/v) çözülüp, filtrasyon ve liyofilize edilen özütü	L-DOPA karşı PPO+bitki özütü nihai derişimleri %0,025, 0,05, 0,25 ve 0,5 ile inhibisyon etkisi; %0.5'lik yaprak özütleri en etkili PPO inhibitörü	Pasifik beyaz karidesi (*L. vannamei*)	Sae-leaw, ve Benjakul, 2019

Tartar karabuğday (*Fagopyrum tataricum*) çimlerinin dondurulup toz haline getirilen 20 g tozunun ayrı ayrı 400 mL fosfat tamponu, %50 etanol ve damıtık su ile özütlenip filtrelenip dondurup kurutulup kullanılmadan önce ayrı ayrı fosfat tamponu, %50 etanol ve damıtık su ile tekrar çözülen özütleri	Katekole karşı 0,2 mg/mL^{-1} fosfat tampon özütü ile yaklaşık %50 azalma, %50'lik etanollü özütü ile %60 azalma ve sulu özütü ile % 85 azalma; fosfat tampon özütü IC_{50}=0.21 mg/mL^{-1}, %50'lik etanollü özütü IC_{50}= 0.28 mg/mL^{-1}, sulu özütü IC_{50}= 0.41 mg/mL^{-1}	Patates (*S. tuberosum*)	Jun vd., 2019
*Garcinia co*wa ağacı yapraklarının kurutulup öğütülüp elenerek distile su ile ultrasonik özütlenmesinden sonra dondurularak kurutulan tozunun sulu özütü	L-DOPA substratına karşı % 0.01, 0.025, 0.1, 0.5 ve % 1 (w/v) derişimli cawa yaprak özütü PPO ile karıştırılmış, % 1'lik özütte en fazla inhibiyon	Pasifik beyaz karides (*L. vannamei*)	Shiekh vd., 2019
Semizotu bitkisinin tüm bölümlerinin (10:1, 2 saat 2 defa) distile suyla hazırlanan özütü	% 0.00 (kontrol), % 0.01, % 0.05 ve % 0.1 (w/w) semizotu özütüne daldırılan patatesler 8 gün depolanmış, katekole karşı PPO aktivitesinde ilk 6 günde artma sonra azalma; %0,05'lik derişimle 6 günlük depolamada en etkili inhibisyon	Patates (*S. tuberosum*)	Liu vd., 2019

IC_{50}:Yüzde elli inhibisyona sebep olan inhibitör konsantrasyonu

DOPA: 3,4 -dihidroksifenil alenin

Tablo 20. *Farklı bitki çeşitleriyle 2020-2021 yılları arasında polifenol oksidaz enziminin inhibisyon çalışmaları*

Bitki özütü	**Substrat/İnhibisyon etkisi**	**PPO kaynağı**	**Kaynaklar**
Çilek (Fragaria x ananassa cv. Festival) yan ürünlerin iki aşamalı özütleri (1:10 w/v) (su, %80 etanol, %80 metanol, %80 aseton) ile özütleri	Çilek yan ürünlerinden özütlenen polifenoller (0.24 g/L) ile katekole karşı %30.26 inhibisyon (yarı yarışmalı inhibisyon, Ki=17.16 mM)	Red Delicious elma	Villamil-Galindo vd., 2020
Taze zencefil (*Z. officinale)* soyulup küpler halinde doğranıp öğütülüp süzülen suyunun 5 mL'si ile hazırlanan 50 mL deiyonize sulu özütleri	Substrat: katekole-pirekatekol; 0.091 g/mL sulu zencefil özütü *A. muricata* %60.90, *M. acuminata* %48.10	Soursop meyvesi (*A. muricata*) Muz (*M. acuminata*)	Weerawardana vd., 2020

Mürver çiçeği (*Sambucus* L.); armut (*Pyrus communis* L. cv. Rocha) posası, kabuğu ve meyve ezmesi; elma kabuğu ve ezmesi; dağ çileği (*Arbutus Unedo*) yaprakları ve dalları; asma (*Vitis vinifera*) yaprakları ve dalları; zeytin (*Olea europaea*) yaprakları ve dalları; meşe palamudu (*Quercus* L.) kabuğu; kudret narı (*Momordica charantia*) tüm bitki; patates (*S. tuberosum*) yaprakları: Bitkilerin (1:20 m/v) metanolle özütlenip vakumla süzülüp, kurutulup deiyonize suda çözülen özütleri	Katekole karşı dağ çileği yaprak özütü ile IC_{50}=53.92 $mgmL^{-1}$, dağ çileği dal özütü ile IC_{50}=5.97 $mgmL^{-1}$, elma yan ürünleri özütü ile IC_{50}=127.30 $mgmL^{-1}$	Mantar tirozinazı,	Dias vd., 2020
Artocarpus lacucha ve *Artocarpus thailandicus*'un kurutulup öğütülen yapraklarının %80'lik etanol özütünün filtre edilen arbutin içeren tozların %10'luk DMSO'da çözülüp fosfat tamponunda seyreltilmiş özütleri	L-DOPA'ya karşı 0.016, 0.031, 0.062, 0.125, 0.250 ve 0.500 mg/mL özütler ile; A. *lacucha* genç ve olgun yaprakları %33.68-93.91 ve %10.63-93.60 arasında inhibisyon, A. *thailandicus* genç ve olgun yaprakları %21.51-94.56 ve %3.88-94.09 inhibisyon	Tirozinaz	Kaewduangdee vd., 2020
Sonneratia alba, *Rhizophora apiculata*, *Syzygium grande*, *Rhizophora mucronata*, *Hibiscus tiliaceus*, *Bruguiera gymnorhiza* bitkilerinden 10 g kurutulup öğütülen yaprakların 200 mL metanolde özütlenip filtrelenerek kurutulmuş hali DMSO'da çözülen (10 mg/mL) özütün seyreltilmiş (0.125 mg/mL, 0.25 mg/mL ve 0.5 mg/mL) derişimlerdeki kuru bitki özütleri	PPO için pirokatekole karşı, tatlı patates *S. alba* ile % 82.00 (yarı yarışmalı inhibisyon); muz *R. apiculata* ile %70.87 (yarışmasız inhibisyon), muz tüm inhibitörlerle 0.5 mg/mL'de % 60'dan yüksek inhibisyon; zencefil tüm inhibitörlerle 0.5 mg/mL'de % 50'den az inhibisyon	Muz (*Musa acuminata* colla Lakatan), zencefil (*Z. officinale*), sarı tatlı patates (*I. batatas*)	Lim vd., 2020
Limon otu taze bitkisi ve gül çiçek petalleri (2 kg) distilasyon şişesinde 2 L distilat toplanıp santrifüjlenerek elde edilen hidrasoller	100 ml/L ve 500 ml/L'lik hidrosoller uygulanan taroda katekole karşı PPO aktivitesinde ilk 6 günde artma sonra azalma; gül ve limon otu hidrosolleri ile 12 günlük depolamada PPO aktivitesinde önemli ölçüde azalma	Taro (*C. antiquorum* cv Lipu) bitkisi	Xiao vd., 2020
8 çeşit İtalyan elması (Mela Rosa dei Monti Sibillini) kabuk ve pulpunun bir kısmı kurutucuda bir kısmı ise önce sıvı azotla havanda ezilip sonra liyofilize edilerek kurutulup toz haline getirilmiş, 1 g toz 5 mL metanolle sonikasyon uygulanıp özütlenmiş filtre edilmiş, geri kazanılan tortu (1 g) 4 mL metanolle sonikasyon uygulanıp özütlenmiş filtre edilmiş filtratlar birleştirilip vakumla konsatre edilen özütler; 8 kuru kabuk özütü, 8 liyofilize kabuk özütü, 8 kuru pulp özütü, 8 liyofilize pulp özütü	L-DOPA'ya karşı 1 mg/mL'lik tüm elma özütleri %50'den az inhibisyon, özütler 10 mg/mL'ye yükselttiğinde %49 ile %60 arasında inhibisyon, liyofilize kabuk özütü IC_{50}=3419 µg/mL; kuru pulp özütü IC_{50}=8953 µg/mL; liyofilize pulp özütü IC_{50}=3690 µg/mL	Ticari Tirozinaz	López vd., 2020

Tablo 20*'nin devamı*

Origanum. bilger, *O. minutiflorum*, *O. majorana*, *O. onites*, *O. syriacum* subsp. bevanii, *O. vogelii*, *O. vulgare* subsp. hirtum türleri 10 g bitki 200 mL su (100°C), çalkalanarak filtrelenen sulu özütleri; 150 g bitki 1.500 mL sıcak distile suda hidrolize edilip elde edilen uçucu yağ ve hidrosoller	Bitkisel inhibitör uygulanan mantarlar +4ºC'de 5 gün depo edilmiş, 1., 3. ve 5. günlerde PPO aktivitesinde katekol substratına karşı 3. günde *O. vulgare* subsp. hirtum özütü ile % 64.50 azalma, *O. bilgeri* hidrosol ile %62,26 azalma, *O. bilgeri* uçucu yağ ile % 28,96 azalma	Mantar (*A. bisporus*)	Tanhaş vd., 2020
Kinkeliba (*Combretum mikranthum*) yapraklarının, Astım bitkisinin (*Euphorbia hirta*) tümünün, Kaju (*Anacardium occidentale*) meyvelerinin sulu özütleri	L-tirozin substratına karşı tüm sulu özütler doza bağlı olarak tirozinaz inhibitör etkisi; *C. mikranthum* özütü güçlü inhibitör etkisi (IC_{50}=0.58 g L^{-1})	Mantar tirozinazı	Zeitoun vd., 2020
Phyllanthus emblica kurutulup 10g tozu %95'lik etanolde (1:5,w/v) özütlenip filtrelenen özütleri	L-DOPA'ya karşı %0.2, 0.4, 1, 2 ve 4'lük (w/v) bitki özütleri ile inhibisyon	Hint beyaz karidesi (*Fenneropenaeus indicus*)	Firdous vd., 2020
Galla Rhois bitkisi sulu metanol özütünün filtrelenmiş hali	L-DOPA'ya karşı IC_{50}=0.163 mg/mL (yarışmasız inhibisyon)	Mantar tirozinozı	Parvez vd., 2021

IC_{50}:Yüzde elli inhibisyona sebep olan inhibitör konsantrasyonu

DOPA: 3,4 -dihidroksifenil alenin

Materyal ve Metot

Bu derlemede polifenol oksidaz enziminin farklı bitkilerle inhibisyonu üzerine bugüne kadar yapılmış olan çalışmalarda yer alan veriler kullanılmıştır.

Sonuç ve Tartışma

Polifenol oksidaz enziminin farklı bitkilerle inhibisyonuyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır ve çalışmalarlı ilgili bilgiler Tablo 1-20 arasında özetlenmiştir.

Gıda endüstrisinde esmerleşme önleyici ajanların geliştirilmesi, meyve ve sebze ürünlerinin kalitesinin korunması açısından kritik önem taşımaktadır. Geleneksel olarak, etkililik ve maliyet, esmerleşme önleyici maddeler geliştirmek için dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir. Bununla birlikte, esmerleşme önleyici maddelerdeki mevcut eğilimlerin, doğal kaynaklara, sağlık yararlarına ve sürdürülebilirliğe dikkat edilmesinin yanısıra tüketici ihtiyaçlarını karşılaması da gerekmektedir (Moon vd. 2020).

Ananas, meyan kökü, incir, pirinç, nar, çay, biber, mantar, portakal, limon, soğan, sarımsak, pancar, lahana, havuç, brokoli, kuşburnu, kabak, hıyar ve üzüm gibi bitkilerin farklı çözücülerle hazırlanmış özütleri ve bazı bitkilerin çeşitli bileşenlerinin polifenol oksidaz enzimi üzerine inhibisyon özellikleri incelenmiştir. Genel olarak çalışmalara bakıldığında çözücü değişimiyle ve farklı özütleme yöntemlerinin kullanılması ile elde edilen bitkisel kaynaklı inhibitörler PPO enzim inhibisyonunu farklı şekilde etkilemiştir. Ayrıca, özütlerin taze olarak veya ısıtılarak kullanılması da inhibisyonların farklı şekilde etkilenmesine sebep olmuştur. İnhibitör olarak kullanılan bitkilerin içerik, çözücü, özütleme yöntemleri, taze veya ısıtma farklılıkları sebebiyle elde edilen özüt içeriklerinin farklı olmasına bağlı olarak polifenol oksidaz enzimini güçlü veya zayıf olarak inhibe ettiği bildirilmiştir. Bitki özütleri ve bileşenleri ile polifenol oksidaz enzim inhibisyonunu aydınlatmak için yapılan çalışmalar devam etmektedir.

Kaynaklar

ALBAYRAK, M.N., BEYDAĞ, B.S., ESEN, M., BEDİR, E. (2010). Elma kararması modeli üzerinden yeni tirozinaz inhibitörleri içeren bitkilerin keşfedilmesi, *Tübitak Ortaöğretim-Lise Projeleri*, İzmir: Özel Ege Lisesi.

ARSLAN, O., DOĞAN, S. (2005). Inhibition of polyphenol oxidase obtained from various sources by 2,3-diaminopropionic acid, *J. Sci. Food Agr.*, 85(9), 1499-1504.

ARZANI, K., KHOSHGHALB, H., MALAKOUTI, M.J., BARZEGAR, M. (2010). Prevention of enzymatic browning of Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) by some anti-browning agents, *Acta Horticulturae*, 858, 273-278.

ATAY BALKAN, A., DOĞAN, H.T., ZENGIN, G., COLAK, N., AYAZ, F.A., GÖREN, A.C., KIRMIZIBEKMEZ, H., YEŞILADA, E. (2018). Enzyme inhibitory and antioxidant activities of *Nerium oleander* L. flower extracts and activity guided isolation of the active components, *Industrial Crops & Products*, 112;24–31.

ATHIPORNCHAI, A., JULLAPO, N. (2018). Tyrosinase inhibitory and antioxidant activities of Orchid (*Dendrobium* spp.), *South African Journal of Botany*, 119; 188–192.

BARBAGALLO, R.N., RIGGI, E., AVOLA, G., PATANÈ, C. (2012). Biopreservation of 'Birgah' eggplant from polyphenol oxidase activity assayed *in vitro* with onion (*Allium cepa* L.) by-products, *Chemical Engineering Transactions*, 27, 43-48.

BERNAŚ, E., JAWORSKA, G. (2021). Onion juice and extracts for the inhibition of enzymatic browning mechanisms in frozen *Agaricus bisporus* mushrooms, *J. Sci. Food. Agric*., 101, 4099-4107.

BICHRA, M., EL MODAFAR, C., EL BOUSTANI, E., BENKHALTI, F. (2012). Antioxidant and anti-browning activities of *Mentha suaveolens* extracts, *African Journal of Biotechnology*, 11(35), 8722-8729.

BOONSIRIPIPHAT, K., THEERAKULKAIT, C. (2009). Extraction of rice bran extract and some factors affecting its inhibition of polyphenol oxidase activity and browning in potato, *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 39(2), 147–158.

CHAISAKDANUGULL, C., THEERAKULKAIT, C., WROLSTAD, R. E. (2007). Pineapple juice and its fractions in enzymatic browning inhibition of banana [Musa (AAA Group) Gros Michel], *J. Agric. Food Chem*., 55, 4252−4257.

ÇELİK, E. (2018). *Eğirdir (Isparta)'de yetiştirilen elmalardan polifenol oksidaz enziminin saflaştırılması, karakterizasyonu ve polifenol oksidaz enziminin saflaştırılması için alternatif bir yöntem geliştirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

ÇESKO, C. (2018). *Paulownia tomentosa'dan polifenol oksidaz enziminin saflaştırılması ve çeşitli bitki özütleri ile inhibisyonu* (Doktora Tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

DIAS, C., FONSECA, A.M.A., AMARO, A.L., VILAS-BOAS, A.A., OLIVEIRA, A., SANTOS, S.A.O., SILVESTRE, A.J.D., ROCHA, S.M., ISIDORO, N., PINTADO, M. (2020). Natural-based antioxidant extracts as potential mitigators of fruit browning, *Antioxidants*, 9, 715.

DIKEN, M.E. (2020). Inhibitiory effect of garlic extracts on polyphenoloxidase, *J. BAUN Inst. Sci. Technol.*, 22(1), 240-247.

EISSA, H.A., MOSTAFA, B.M., BAREH, G.F., SHOUK, A.A. (2014). Effect of extraction method of some natural extracts on enzymatic browning of apple juice, *International Journal of Food and Nutritional Sciences*, 3 (6), 54–62.

EL KHOURY, R., MICHAEL, R., MARC, J., BEYROUTHY, E., BAILLET, A., TOUFIC, G., ALI, R., ROGER, T. (2018). Phytochemical screening and antityrosinase activity of carvacrol, thymoquinone, and four essential oils of Lebanese plants, *J. Cosmet Dermatol*. 18, 1–9.

FATTAHIFAR, E., BARZEGAR, M., AHMADI GAVLIGHI, H., SAHARI, M.A. (2018). Evaluation of the inhibitory effect of pistachio (*Pistacia vera* L.) green hull aqueous extract on mushroom tyrosinase activity and its application as a button mushroom postharvest anti-browning agent, *Postharvest Biology and Technology*, 145; 157–165.

FIRDOUS, A., RING, E., ELUMALAI, P. (2020). Effects of green tea- and amla extracts on quality and melanosis of Indian white prawn (*Fenneropenaeus indicus*, Milne Edwards, 1837) during chilled storage, *Aquaculture and Fisheries*, https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.09.003.

FU, B., LI, H., WANG, X., LEE, F.S.C., CUI, S. (2005). Isolation and identification of flavonoids in licorice and a study of their inhibitory effects on tyrosinase. *J. Agric. Food Chem.*, 53(19),7408–7414.

GNANGUI, S.N., NIAMKE, S.L., KOUAME, L.P. (2010). Partial characterization of a new peptide from ivorian red onion that inhibits polyphenol oxidase and enzymatic browning of edible yam (*Dioscorea cayenensis-rotundata* cv *Longbô*), *Chiang Mai J. Sci.*, 37(3), 464-475.

GÜNER, M., KALAYCIOGLU, A.T., KANBOLAT, S., KORKMAZ, N., ALIYAZICIOGLU, R., ABUDAYYAK, M., KANDEMIR, A., KARAOGLU S.A., OZGE, U. (2019). Evaluation of antioxidant, antimicrobial, antityrosinase and cytotoxic potentials of *Isatis cappadocica* subsp. *alyssifoli* as a potent pharmaceutical resource, *Journal of Pharmaceutical Research International*, 26(5), 1-12.

HONISCH, C., OSTO, A., DUPAS DE MATOS, A., VINCENZI, S., PAOLO RUZZA, P. (2020). Isolation of a tyrosinase inhibitor from unripe grapes juice: A spectrophotometric study, *Food Chemistry*, 305; 125506.

JANG, M.S., SANADA, A., USHIO, H., TANAKA, M., OHSHI, T. (2002). Inhibitory effects of Enokitake mushroom extracts on polyphenol oxidase and prevention of apple browning, *LWT - Food Science and Technology*, 35(8), 697–702.

JDEY, A., FALLEH, H., BEN JANNET, S., MKADMINI HAMMI, K., DAUVERGNE, X., KSOURI, R., MAGNÉ, C. (2017). Phytochemical investigation and antioxidant, antibacterial and anti-tyrosinase performances of six medicinal halophytes, *South African J. Bot.*, 112, 508–514.

JIRASUTEERUK, C., THEERAKULKAIT, C. (2020). Inhibitory effect of different varieties of mango peel extract on enzymatic browning in potato purée, *Agr. Nat. Resour.*, 54, 217–222.

JUN, L., HUI, W., YANG, L., TANG-FEN, M., JIANG, X., SHENG-LING, H., HUI, L. (2019). Inhibitory effect of tartary buckwheat seedling extracts and associated flavonoid compounds on the polyphenol oxidase activity in potatoes (*Solanum tuberosum* L.), *Journal of Integrative Agriculture*, 18(9), 2173–2182.

KAEWDUANGDEE, S., CHAVEERACH, A., TANEE, T., SIRIPIYASING, P., SUDMOON, R. (2020). Effect of dried ethanol extract of arbutin-containing leaves from *Artocarpus* on tyrosinase inhibition and postharvest preservation, *Science Asia,* 46, 420–428.

KHETTAL, B., KADRI, N., TIGHILET, K., ADJEBLI, A., DAHMOUNE, F., MAIZA-BENABDESLAM, F. (2016). Phenolic compounds from citrus leaves: antioxidant activity and enzymatic browning inhibition, *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 20160030.

KIM, C.Y., KIM, M.J., LEE, M.Y., PARK, I. (2007). Inhibition of polyphenol oxidase and peach juice browning by onion extract, *Food Science and Biotechnology*,16(3), 421-425.

KIM, M.J., KIM, C.Y., PARK, I. (2005). Prevention of enzymatic browning of pear by onion extract, *Food Chemistry*, 89, 181–184.

KLIMCZAK, I., GLISZCZY´NSKA-´SWIGŁO, A. (2017). Green tea extract as an anti-browning agent for cloudy apple juice, *J. Sci. Food Agric.*, 97(5), 1420–1426.

KUBGLOMSONG, S., THEERAKULKAIT, C. (2014a). Effect of rice bran protein extract on enzymatic browning inhibition in vegetable and fruit puree, *Kasetsart Journal-Natural Science*, 48(2), 205–213.

KUBGLOMSONG, S., THEERAKULKAIT, C. (2014b). Effect of rice bran protein extract on enzymatic browning inhibition in potato puree, *International Journal of Food Science and Technology*, 49(2), 551–557.

LANTE, A., TINELLO, F. (2015). Citrus hydrosols as useful by-products for tyrosinase inhibition, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 27; 154–159.

LEE, M.K., KIM, Y.M., KIM, N.Y., KIM, G.N., KIM, S.H., BANG, K.S., PARK, I. (2002). Prevention of browning in potato with a heat-treated onion extract, *Biosci. Biotechnol. Biochem*., 66 (4), 856–858.

LEE, M.Y., LEE, M.K., PARK, I. (2007). Inhibitory effect of onion extract on polyphenol oxidase and enzymatic browning of taro (*Colocasia antiquorum* var. *esculenta*), *Food Chemistry,* 105, 528–532.

LEE, M-K. (2007), Inhibitory effect of banana polyphenol oxidase during ripening of banana by onion extract and Maillard reaction products, *Food Chem*., 102, 146–149.

LEGCHAROEN, T., KUBGLOMSONG, S., THEERAKULKAIT, C. (2020). Inhibitory effect of rice bran protein and its fractions on enzymatic browning in potato puree, *Agr. Nat. Resour*., 54, 301–308.

LIM, W.Y., CHENG, Y.W., LIAN, L.B., CHAN, E. W. C.,WONG, C.W. (2020). Inhibitory effect of Malaysian coastal plants on banana (*Musa acuminata* colla "Lakatan"), ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and sweet potato (*Ipomoea batatas*) polyphenol oxidase, *J. Food Sci. Technol.*, https://doi.org/10.1007/s13197-020-04886-5

LIM, W.Y., WONG, C.W. (2018). Inhibitory effect of chemical and natural anti-browning agents on polyphenol oxidase from ginger (*Zingiber officinale* Roscoe), *J. Food Sci. Techno*., 55(8), 3001–3007.

LIM, W.Y., WONG, C.W., CHEUN, C.F. (2019). Inhibition of enzymatic browning in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.)) with chemical and natural antibrowning agents, *J. Food Process Preserv.*, 43,e14195.

LIU, X., YANG, Q., LU, Y., LI, Y., LI, T., ZHOU, B., QIAO, L. (2019). Effect of purslane (*Portulaca oleracea* L.) extract on anti-browning of freshcut potato slices during storage, *Food Chemistry*, 283, 445–453.

LÓPEZ, V., LES, F., MEVI, S., WANDJOU, J.G.N., CÁSEDAS, G., CAPRIOLI, G., MAGGI, F. (2020). Phytochemicals and enzyme inhibitory capacities of the methanolic extracts from the Italian apple cultivar Mela Rosa dei Monti Sibillini, *Pharmaceuticals*, 13, 127.

LOZANO-DE-GONZALEZ, P.G., BARRETT, D.M., WROLSTAD, R.E., DURST, R.W. (1993). Enzymatic browning inhibited in fresh and dried apple rings by pineapple juice, *Journal of Food Science*, 58(2), 399-404.

MDLULI, K. M. (2005). Partial purification and characterisation of polyphenol oxidase and peroxidase from marula fruit (*Sclerocarya birrea* subsp. Caffra), *Food Chem*., 92(2), 311-323.

MERCIMEK, H.A., GÜZELDAĞ, G., UÇAN, F., KARAYILAN, R. (2015) Inhibition of polyphenol oxidase purified from potato (*Solanum tuberosum*), *Rom Biotechnol. Lett.*, 20(6),10961–10968

MOON, K.M., KWON, E.B., LEE, B., KIM, C.Y. (2020). Recent trends in controlling the enzymatic browning of fruit and vegetable products (Review). *Molecules*, 25, 2754; doi:10.3390/molecules25122754

NERYA, O., BEN-ARIE, R., DANAI, O., TAMIR, S., VAYA, J. (2005). Inhibition of mushroom browning. Proceedings of the 5th International Postharvest Symposium, Vols 1-3, *Acta Horticulturae*, 682, 1885-1888

NERYA, O., BEN-ARIE, R., LUZZATTO, T., MUSA, R., KHATIV, S., VAYA, J. (2006). Prevention of *Agaricus bisporus* postharvest browning with tyrosinase inhibitors, *Postharvest Biology and Technology*, 39, 272–277.

PARVEZ, S., AMIN, M.H., BAE, H. (2021). Tyrosinase inhibitors of *Galla Rhois* and its derivative components, *Advances in Traditional Medicine*, 21, 267-280

POPOVIĆ-DJORDJEVIĆ, J., CENGIZ, M., OZER, M.S., SARIKURKCU, C. (2019). *Calamintha incana*: essential oil composition and biological activity, *Industrial Crops & Products*, 128, 162–166.

QUEVEDO, R., DIAZ, O., RONCEROS, B., PEDRESCHI, F., AGUILERA, J.M. (2009). Description of the kinetic enzymatic browning in banana (*Musa cavendish*) slices using non-uniform color information from digital images, *Food Res. Int.*, 42(9), 1309-1314.

SAE-LEAW, T., BENJAKUL, S. (2019). Prevention of quality loss and melanosis of Pacific white shrimp by cashew leaf extracts, *Food Control*, 95, 257–266.

SAISUNG, P., THEERAKULKAIT, C. (2011). Inhibitory effect of pineapple shell extract and its ultrafiltered fractions on polyphenol oxidase activity and browning in fresh-cut banana slices, *CyTA–Journal of Food*, 9(1), 37–42.

SAI-UT, S., NOKNOI, N., NAKJAI, N. (2020). Effect of mango seed kernel extract on polyphenol oxidase inhibition and shelf life of shrimp during iced storage, *Agr. Nat. Resour.*, 54, 641–648.

SHIEKH, K.A., BENJAKUL, S., SAE-LEAW, T. (2019). Effect of Chamuang (*Garcinia cowa* Roxb.) leaf extract on inhibition of melanosis and quality changes of Pacific white shrimp during refrigerated, *Food Chemistry*, 270, 554–561.

SOYSAL, Ç. (2009). Effects of green tea extract on Golden Delicious apple polyphenoloxidase and its browning, *Journal of Food Biochemistry*, 33(1), 134–148.

SUKHONTHARA, S., KAEWKA, K., THEERAKULKAIT, C. (2016). Inhibitory effect of rice bran extracts and its phenolic compounds on polyphenol oxidase activity and browning in potato and apple puree, *Food Chemistry*, 190, 922–927.

SUKHONTHARA, S., THEERAKULKAIT, C. (2012). Inhibitory effect of rice bran extract on polyphenol oxidase of potato and banana, *International Journal of Food Science and Technology*, 47(3), 482–487.

SUPAPVANICH, S., ANARTNET, D., KRUNGPREE, C. (2018). Efficiency of coconut water immersion inhibiting browning incidence on cutsurface of fresh-cut 'Gala' apples during storage, In: *MATEC web of conferences*, vol 192, https://doi.org/10.1051/matecconf/201819203004

TANHAŞ, E., MARTIN, E., KORUCU. E.N., DIRMENCI, T. (2020). Effect of aqueous extract, hydrosol, and essential oil forms of some endemic *Origanum L.* (*Lamiaceae*) taxa on polyphenol oxidase activity in fresh-cut mushroom samples. *J. Food Process. Preserv.*, 44, e14726.

THEERAKULKAIT, C., BOONSIRIPIPHAT, K. (2007). Effects of rice bran extract on browning and polyphenol oxidase activity in vegetable and fruit, *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, 41, 272–278.

TINELLO, F., LANTE, A. (2017). Evaluation of antibrowning and antioxidant activities in unripe grapes recovered during bunch thinning, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 23, 33–41.

TINELLO, F., MIHAYLOVA, D., LANTE, A. (2018). Effect of dipping pretreatment with unripe grape juice on dried Golden Delicious apple slices, *Food and Bioprocess Technology*, 11(12), 2275–2285.

TINELLO, F., MIHAYLOVA, D., LANTE, A. (2020). Valorization of onion extracts as anti-browning agents, *Food Science and Applied Biotechnology*, 3(1), 16-21.

UYSAL, S., ZENGIN, G., MAHOMOODALLY, M.F., YILMAZ, M.A., AKTUMSEK, A. (2019). Chemical profile, antioxidant properties and enzyme inhibitory effects of the root extracts of selected *Potentilla* species, *South African Journal of Botany*, 120, 124–128.

VILLAMIL-GALINDO, E., VAN DE VELDE, F., ANDREA, M., PIAGENTINI, A.M. (2020). Extracts from strawberry by-products rich in phenolic compounds reduce the activity of apple polyphenol oxidase, *LWT-Food Science and Technology*, 133.

WEERAWARDANA, M.B.S., THIRIPURANATHAR, G., PARANAGAMA, P.A. (2020). Natural antibrowning agents against polyphenol oxidase activity in *Annona muricata* and *Musa acuminata*, *Hindawi Journal of Chemistry*, https://doi.org/10.1155/2020/1904798

WONG, C.W., ANGEL LEE, P.L. (2014). Inhibitory effect of onion extract on cassava leaf (*Manihot esculenta* Crantz) polyphenol oxidase, *International Food Research Journal*, 21(2), 755-758.

XIAO, Y., HE, J., JIAN ZENG, J., YUAN, X., ZHANG, Z., WANG, B. (2020). Application of citronella and rose hydrosols reduced enzymatic browning of fresh-cut taro, *J. Food Biochem.*, 44, e13283.

XU, J., ZHOU, L., MIAO, J., WENZHI YU, W., ZOU, L., ZHOU, W., LIU, C., LIU, W. (2020). Effect of cinnamon essential oil nanoemulsion combined with ascorbic acid on enzymatic browning of cloudy apple juice, *Food and Bioprocess Technology*, 13, 860–870.

YAPI, J.C., GNANGUI, S.N., DABONNÉ, S., KOUAMÉ, L.P. (2015). Inhibitory effect of onions and garlic extract on the enzymatic browning of an edible yam (*Dioscorea cayenensis-rotundata* cv. Kponan) cultivated in Côte d'Ivoire, *International Journal of Current Research and Academic Review*, 3(1), 219-239.

YI, J.J., KEBEDE, B., KRISTIANI, K., GRAUWET, T., VAN LOEY, A., HENDRICKX, M. (2018). Minimizing quality changes of cloudy apple juice: the use of kiwifruit puree and high pressure homogenization, *Food Chemistry*, 249, 202–212.

YUNIARTI, T., SUKARNO, YULIANA, N.D., BUDIJANTO, S. (2018). Inhibition of enzymatic browning by onion (*Allium cepa* L.): Investigation on inhibitory mechanism and identification of active compounds, *Current Research in Nutrition and Food Science*, 06(3), 770-780.

ZEITOUN, H., KHAN, Z., BANERJEE, K., SALAMEH, D., LTEIF, R. (2020). Antityrosinase activity of *Combretum micranthum*, *Euphorbia hirta* and *Anacardium occidentale* plants: Ultrasound assisted extraction optimization and profiling of associated predominant metabolites, *Molecules*, 25, 2684.

ZENG, W.C., JIA, L.R., ZHANG, Y., CEN, J.Q., CHEN, X., GAO, H., FENG, S., HUANG, Y.N. (2011). Antibrowning and Antimicrobial Activities of the Water-Soluble Extract from Pine Needles of *Cedrus deodara*, *Journal of Food Science*, 76 (2), 318-323.

ZENGIN, G., AKTUMSEK A., MOCAN, A., RENGASAMY, K.R.R., PICOT, C.M.N., MAHOMOODALLY, M.F. (2019a). *Asphodeline cilicica* Tuzlaci: From the plant to its most active part extract and its broad bioactive properties, *South African Journal of Botany*, 120, 186–190.

ZENGIN, G., MAHOMOODALLY, M.F., PICOT-ALLAIN, C.M.N., CAKMAK, Y.S., UYSAL, S., AKTUMSEK, A. (2019b). *In vitro* tyrosinase inhibitory and antioxidant potential of *Consolida orientalis*, *Onosma isauricum* and *Spartium junceum* from Turkey, *South African Journal of Botany*,120, 119–123.

ZOCCA, F., LOMOLINO, G., LANTE, A. (2010). Antibrowning potential of *Brassicacaea* processing water, *Bioresource Technology*, 101, 3791–3795.

ZOCCA, F., LOMOLINO, G., LANTE, A. (2011). Dog rose and pomegranate extracts as agents to control enzymatic browning, *Food Research International*, 44(4), 957–963.