

ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİNDE ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER - I

ARALIK 2021

EDİTÖRLER

PROF. DR. İBRAHİM CENGİZLER
DOÇ. DR. SELÇUK DUMAN

İmtiyaz Sahibi / Publisher • Yaşar Hız

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel

Editörler / Editors • Prof. Dr. İbrahim Cengizler

Doç. Dr. Selçuk Duman

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

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2021

ISBN • 978-625-8075-39-7

© 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 - I

Aralık 2021

Editörler

Prof. Dr. İbrahim Cengizler

Doç. Dr. Selçuk Duman

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

SULAMA PERFORMANSININ R KULLANILARAK ÇOKLU KARŞILAŞTIRMASI

Sinan KARTAL & Fırat ARSLAN 1

Bölüm 2

TOPRAK STRÜKTÜRÜ, STRÜKTÜRÜN SINIFLANDIRILMASI VE TOPRAK STRÜKTÜRÜNÜN ÖNEMİ

İlyas BOLAT 21

Bölüm 3

KARGI KAMIŞI (ARUNDO DONAX L.) BİTKİSİNDE FARKLI BİÇİM ZAMANLARININ OT VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Mehmet BAŞBAĞ & Mehmet Salih SAYAR & Erdal ÇAÇAN 35

Bölüm 4

KOOPERATİFÇİLİĞİN TARIMDAKİ ÖNEMİ

Ahmet Semih UZUNDUMLU & Seval KURTOĞLU 51

Bölüm 5

TUZA TOLERANSLI RİZOBAKTERİLERİN BİTKİ GELİŞİMİNDEKİ ROLÜ

Çiğdem KÜÇÜK 63

Bölüm 6

ÇILDIR GÖLÜ'NDEKİ KEREVİTİN (ASTACUS LEPTODACTYLUS) PİGMENTASYON ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Filiz KUTLUYER KOCABAŞ & Önder AKSU & Başar ALTINTERİM 81

Bölüm 7

KUM KÜLTÜRÜ ORTAMINDA TOKSİK DEMİRİN BAZI ÇELTİK ÇEŞİTLERİNDE PROLİN, MALONDİALDEHİT VE YAPRAK NİSBİ NEM KAPSAMINA ETKİSİ

Güney AKINOĞLU & Ahmet KORKMAZ & Ayhan HORUZ &

İlkay ÇOKA 91

Bölüm 8

ORMAN YANGINLARI VE TOPLUM İLİŞKİSİNDE ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN ROLÜ

Ufuk COŞGUN 107

Bölüm 9

BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİ BAKTERİLERİN (PGPR) SAPSIZ MEŞE (QUERCUS PETRAEA L.) FİDANLARININ TUTMA BAŞARISI ÜZERİNE ETKİSİ

Zafer ÖLMEZ 127

Zekiye ODABAŞ 127

Bölüm 10

ÇANAKKALE'DE BAZI MISIR HİBRİTLERİNİN SİLAJ KALİTE BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gül Ebru ORHUN 137

Bölüm 11

ORGANİK MEYVE YETİŞTİRİCİLİĞİ AÇISINDAN AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sevinç ŞENER 147

Mehmet Hadi CANTEMUR 147

Bölüm 12

ÖNEMLİ BİR DESTİNASYON: SPİL DAĞI MİLLİ PARKI

Melikunnas ÖZKAYA 163

Hande Sanem ÇINAR* 163

Bölüm 13

TÜRKİYE'DE EROZYON SORUNU VE EROZYON TAHMİNİNDE KULLANILAN MODELLER

Ahmet Alper BABALIK 181

İbrahim DURSUN 181

Nilüfer YAZICI 181

Bölüm 14

ÇİFTÇİLERİN KURAKLIK KOŞULLARINDA SULAMA VE HİBE DESTEKLERİ KONUSUNDA DAVRANIŞ VE DÜŞÜNCELERİ: CEYHAN HAVZASI ÖRNEĞİ

Muhammed ÇUHADAR 207

Bölüm 15

LOJİSTİK VE TEMEL FAALİYETLERİ

Hasan SERİN 227

Yunus ŞAHİN 227

Bölüm 16

BATI AKDENİZ BÖLGESİNDE TARIMSAL ORMANCILIK ÜRETİM SİSTEMLERİ I: SİLVOPASTORAL VE AGROSİLVOPASTORAL ÜRETİM SİSTEMLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Ahmet TOLUNAY	245
Türkay TÜRKOĞLU	245
Duygu KAŞIKÇI	245
İrfan DAŞKIRAN	245
Mehmet ÖZMİŞ	245

Bölüm 17

FARKLI NANOTEKNOLOJİK SIVI ORGANOMİNERAL GÜBRE DOZLARININ DOĞU KAYINI FİDANLARININ FOTOSENTETİK PİGMENT İÇERİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ali BAYRAKTAR	267
Deniz GÜNEY	267
Fahrettin ATAR	267

Bölüm 18

BALIKLARDA AKUT FAZ PROTEİNLERİ VE ÖNEMİ

İbrahim CENGİZLER.....	285
Selçuk DUMAN.....	285

Bölüm 19

TÜRKİYE FLORASINDA YAYILIŞ GÖSTEREN CRASSULACEAE FAMILİYASINDAN BAZI TÜRLERİN PEYZAJ VE SÜS BİTKİSİ NİTELİKLERİ BAKIMINDAN İNCELENMESİ

Derya SARI.....	291
-----------------	-----

Bölüm 20

BALIKLARDA ANESTEZİK MADDE KULLANIMI

Selçuk DUMAN.....	315
İbrahim CENGİZLER.....	315

Bölüm 21

TÜRKİYE’DEKİ TÜKETİCİLERİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE
İLGİLİ DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ*

Ahmad Samim POUYA 327

Özge Can NİYAZ..... 327

Bölüm 22

BİTKİLERDE MUTAGEN UYGULAMALARIYLA GENETİK
ÇEŞİTLİLİĞİN ARTIRILMASI VE SEBZE ISLAHINDA
KULLANIMI

Şule KÖKPINAR..... 341

K. Yaprak KANTOĞLU 341

Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU 341

Bölüm 1

SULAMA PERFORMANSININ R KULLANILARAK ÇOKLU KARŞILAŞTIRMASI

Sinan KARTAL¹

Fırat ARSLAN²

1 Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye, e-mail: skartalguray@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-9600-8052

2 Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye, e-mail: frtRSLN@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7168-226X

Giriş

Yeryüzünde kıt olan suyun küresel ısınma ile kullanımı ve yönetimini önemi daha da artmıştır. Eldeki kaynaklar sabitken kullanılan ve ihtiyaç duyulan su miktarının sürekli artması yönetsel açıdan teknolojik ve yeni yönetsel metotların gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Dünya tarımı tatlı suyun %70'lik kısmını tüketmektedir. Tarımda sulama ve gıda üretimi için kullanılan su, tatlı su kaynakları üzerindeki en büyük baskıdır (Tanrıverdi ve Değirmenci, 2011; Alcamo ve ark., 2017). Her geçen gün artan su talebi nedeniyle su kaynaklarının ve tüketiminin, iklim değişikliği etkisiyle su kaynaklarının azalmasının üzerindeki çalışmalar ve su tüketimine yönelik tahminlerin yapılması ile ilgili araştırmalar yapılmıştır (Brown ve ark., 2015; Choi, Lee ve Park, 2017; Ghodsvali ve ark., 2019; Çuhadar, 2021a). Dünya genelinde en önemli problemlerin başında suyun tarımsal üretim için uygun şekilde kullanılmasıdır. Dünyadaki mevcut ekim alanlarının yaklaşık %17'si sulanmakta ve bu sulanan araziler dünyadaki gıdanın %40'ını üretmektedir (FAO, 2002). Evrensel ve endüstriyel sektördeki büyüme ile su tüketiminde de payının artması, tarım için kullanılabilir suyu azaltacaktır (Bouwer, 2000; Rosegrant ve ark., 2002). Artan nüfus ve mevcut ekilebilir alanların genişleme imkanının sınırlı olmasından dolayı gelecekte sulama, ihtiyaç duyulan küresel gıda gereksinimi karşılanması için önemli bir araç haline gelecektir (Wichelns ve Oster, 2006).

Tarımsal suyun miktarı, kullanımı ve ulaşılabilirliği ile ilgili çalışmalar yöntem, kapsam ve değerlendirme açısından çok önemlidir. Tarımsal suyun tedarik edilmesi ve değişkenliği ile ilgili küresel değerlendirmelerin kısa bir incelemesi Oki ve Kanae (2006) tarafından yapılmıştır. Vafaei ve ark. (2021) yeraltı suyunun sulama birliklerinde önemini göstermiştir.

Su kullanımının ve ihtiyacının gündeme gelmesiyle su kaynaklarının kullanımı hem bölgesel (Kotir ve ark., 2016; Jeong ve Adamowski, 2016; Liu, Benoit, Liu, Liu ve Guo, 2015; Sahin ve ark., 2015; Susnik ve ark., 2012; Wei, Lou, Yang ve Li, 2016; Çuhadar, 2021b) hem ulusal ve küresel (Sun ve ark., 2017; Duran-Encalada, Paucar-Caceres ve ark., 2017; Kelly, Onat ve Tatari, 2019) düzeyde çeşitli çalışmalara konu olmuştur. Bununla beraber su ihtiyacı iklim değişikliği, kuraklık, kentleşme, ekonomik kalkınma ve nüfus artışı gibi faktörlere bağlı olarak da incelenmiştir (Hagemann ve ark., 2013; Qi ve Chang, 2011; Gao, Hong ve ark., 2016; Çuhadar ve Atış, 2021). Tüm bu araştırmalar aslında suyun kıt bir kaynak olduğuna ve bu nedenle kullanılırken doğru planlanması gerektiğine işaret etmektedir.

Sulama için gerekli arazi ve su tahminleri, belirli araştırma yöntemlerine ve temel senaryo varsayımlarına bağlı olarak farklılık gösterebi-

lir. Ayrıca, tarım arazileri ve sulama suyuna yönelik gelecekteki talep, elde edilebilir verim ve su kullanım verimliliğindeki değişikliklere de bağlıdır ve bu nedenle teknolojik ilerleme ve su yönetiminden önemli ölçüde etkilenebilir. Tarımsal su yönetimi ile ilgili olarak, gelecekteki iyileştirmeler muhtemelen yeşil su kullanımındaki verimlilik kazanımları ile ilişkilidir (Rockstroem ve ark., 2009).

Hem dünyada hem Türkiye’de tarım sektöründe kullanılan su miktarı diğer alanlara göre daha fazla olmasına karşın alanyazında tarımda kullanılan su miktarının tahminine yönelik daha az çalışma yer almaktadır. Yapılan çalışmalarda belirli bir bölgede belirli bir bitkiye, toprak özelliklerine yönelik su ihtiyacının belirlenmesi, su ihtiyacının ve bunun ekonomik sonuçlarının tahmini gibi konularda çalışmalar yapılmıştır (Ma ve ark., 2020; Mirschel ve ark., 2020; Mirschel ve ark., 2018; Drastig ve ark., 2016; Sun, Huang, ve Wang, 2018; Taehva ve Yongchul, 2016; Feddes ve ark., 1978, Ali, 2018).

Her alanda su ihtiyacının belirlenmesi ve geleceğe yönelik su tüketim tahminin yapılması su kaynaklarının planlı ve doğru kullanılması açısından gerekli ve önemlidir. Günümüzde bilgisayar ve yazılım alanındaki gelişmeler, eğitim, iktisat, ekonomi, tarım gibi birçok alanda gelecek yıllara dair çeşitli durumların tahmin edilmesine yönelik birçok istatistiksel tekniğin geliştirilmesini de beraberinde getirmiştir. Birçok alanda sonraki yıla hatta yıllara yönelik planlamalar mevcut duruma bağlı olarak gelecek yıllarda gelinebilecek durumu kestirerek yapılmaktadır. Bu nedenle gelecek tahmini her alanda büyük önem taşımaktadır Regresyon ve zaman serisi modelleri en yaygın kullanılan tahmin yöntemleridir. Su ihtiyacına ya da tüketimine yönelik yapılan araştırmalarda da en sık başvuru yöntemlerin de regresyon ve zaman serisi modelleri olduğu görülmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda hangi tahmin yönteminin daha iyi tahmin sunduğuna yönelik bir karşılaştırmaya ve bulguya rastlanmamaktadır.

Regresyon analizi, herhangi bir değişkenin (bağımlı değişken) bir veya birden fazla değişken ile (bağımsız veya açıklayıcı değişken) arasındaki ilişkinin matematiksel bir fonksiyon şeklinde yazılmasıdır. Kurulan regresyon denklemi ile tahmin gerçekleştirilir. Bağımlı değişkeni etkileyen bağımsız değişkenlerin tahmin edilmesi, bu değişken üzerinde geliştirilecek plan ve politikalarda hangi değişkenlerin önem kazandığının belirlenmesine yardımcı olmaktadır (Çağlar, 2007; Ballot, 1986). Zaman serileri, geçmiş verilerin zaman içinde gösterdiği düzeni esas alır ve bunlara bağlı olarak geleceğe yönelik tahmin sunar. Zaman Serisi ele alınan durum ve göstergelere bağlı olarak hareketli ortalamalar yöntemi, üstel düzeltme yöntemi, ARIMA gibi farklı modeller sunmaktadır (Box, Jenkins ve Reinsel, 1994). Bu modellerden ARIMA yönteminin tek gösterge ile güçlü tahminler sunduğu, üstel düzeltme yönteminin ise zamana bağlı

verinin düzensiz olması durumunda güçlü tahminler sunduğu belirtilmektedir (Nelson, 1991; Engle, 1982; Campbell ve Diebold, 2005). Sulamada kullanılan suyun kaynaktan kullanıcılara iletilmesinde sulama birlikleri, kooperatifler ve çiftçi birlikleri gibi organizasyonlar sorumludur. Sulama suyunun kıt olduğu bölgelerde bu organizasyonların önemi daha da artmaktadır. Sulama birlikleri ve bunun gibi organizasyonların sulama alanlarında güçlü ve zayıf yönlerini belirlemek ve geliştirmek amacıyla birtakım göstergeler geliştirilmiştir (Molden ve ark., 1998; Malano ve Burton 2001; Burt, 2001; Renault ve ark., 2007).

Sulama performans göstergeleri ile dünyada ve Türkiye’de birçok çalışma yapılmıştır. Değirmenci (2004), Arslan ve Değirmenci (2018) Kahramanmaraş’ta, Çakmak (2001) Konya’da, Çakmak ve Beyribey (2003) Sakarya Havza’sında, Nalbantoğlu ve Çakmak (2007) Ankara’da bu göstergeleri kullanarak çalışmalar yürütmüşlerdir. Türkiye’de sulama performans göstergeleri ile yapılan en kapsamlı çalışma Kartal (2018) tarafından yapılmıştır.

İspanya’da Andalucia bölgesinde (Rodriguez-Diaz ve ark. 2004; 2005; 2008; 2009), Castilla La manca Bölgesinde (Corcoles ve ark., 2010), Alicante’de (Abadia ve ark. 2010) ve Murcia’da (Soto-Garcia ve ark., 2013a; 2013b) ve Güney-doğu İspanya’da Alcon ve ark. (2017) performans göstergeleri ile çalışmalar yürütmüşlerdir. İtalya’da Calabria Bölgesinde Zema ve ark. (2015); Zema ve ark. (2018) performans göstergelerini kullanarak çalışmalar yürütmüşlerdir.

Daha önceki yapılan çalışmalarda çeşitli istatistiksel analiz yöntemler kullanılarak sulama şebekeleri değerlendirilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda performans göstergeleri hesaplanmış, bu hesaplamalar sonucunda yıllar arasında ve sulama şebekeleri birbirleri ile karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

Rodriguez-Diaz ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, fazla olan sulama performans göstergelerini tek bir değere indirgemek amacıyla faktör analizi kullanmıştır. Bu analiz sonucunda elde edilen değere skor (kalite indeksi) adını vermişlerdir. Kalite indeksine göre sulama şebekelerini başarı sıralamasına tabi tutarak karşılaştırma yapmışlardır. İtalya’da Zema ve ark. (2015) Calabriya bölgesinde kalite indeksi ile bazı sulama şebekelerini değerlendirmişlerdir. Bu yöntem ile Türkiye’de bazı sulama şebekelerinde Büyükcangaz ve ark. (2018), Türkiye’de bulunan tüm sulama şebekelerini Kartal (2018).

Alcon ve ark. (2017) İspanya’nın güney-doğusunda yaptığı çalışmada bazı sulama şebekeleri için performans göstergelerini hesaplamış ve Panel Regresyon Analizini uygulamışlardır. Bu analiz ile performans göstergelerine, zamanın ve bazı sulama şebeke özelliklerinin etkisi araştırmışlardır.

Zema ve ark. (2018) İtalya'nın güneyinde bulunan sulama şebekelerini değerlendirmek amacıyla, kullanılan performans göstergeleri sayısının ve türünün önemini belirtmek için veri zarflama analizini kullanmışlardır.

Değirmenci ve ark. (2017) Türkiye'de Aşağı Seyhan Ovasında bulunan sulama şebekelerini kümeleme analizi kullanarak, özellikleri birbirine benzeyen şebekeleri gruplandırılmış ve performans göstergeleri ile karşılaştırma yapmışlardır.

Kartal ve ark. (2020) performans göstergelerini değerlendirmek amacıyla regresyon analizini ve sulama şebekeleri arasındaki farkı belirlemek amacıyla ANOVA'yı kullanmışlardır.

Yapılan önceki çalışmalar incelendiğinde sulama şebekelerinin gelecekteki performansını tahminlemek amacıyla araştırma yapılmadığı görülmüştür. Bu çalışmanın amacı Kahramanmaraş ili Andırın ilçesinde bulunan Andırın sulama şebekesini sulama performans göstergeleri değerlendirmek, gelecekteki performansını tahmin etmek ve zaman serisi analizi ile geleceğe ait veriler elde etmektir. Elde edilen verilerden yola çıkarak sulama şebekesinin performansının iyileştirilmesi için önermelerde bulunulmuştur.

Su, gıda, enerji, yoksulluğun azaltılması, sürdürülebilir kalkınma ve insan refahı için gereklidir. Küresel projeksiyonlar, nüfus artışı ve hareketliliği, ekonomik kalkınma, uluslararası ticaret, kentleşme, çeşitlendirilmiş diyetler, kültürel ve teknolojik değişiklikler ve iklim değişikliği baskısı altında tatlı su, enerji ve gıda talebinin önümüzdeki on yıllarda önemli ölçüde artacağını gösteriyor (Hoff, 2011).

Eldeki kısımlar ile maksimum fayda sağlama açısından sulu tarım yapılması son derece önemlidir. Basınçlı sulama sistemlerinin yaygınlaşması ile sulu tarımda enerji kullanımı da buna paralel olarak her geçen gün artmaktadır. Sulama için toplam küresel su çekilmesinin 2050 yılına kadar yüzde 10 oranında artacağı öngörülmektedir (FAO, 2011).

Türkiye'de son yıllarda açık kanal yerine basınçlı sulama sistemlerine geçiş için hızlı ve geniş bir çalışma yürütülmektedir. Aynı zamanda yapılan yeni sulama projeleri basınçlı sulama sistemleri olarak projelendirilmekte ve inşa edilmektedir. Bu gelişmelerle birlikte tarımda enerji kullanımı artmaktadır. Türkiye'de toplam sulama alanının yaklaşık %20,5'inde enerji kullanılmaktadır. Su kullanıcı örgütlerinin en önemli sorunlarından birisi enerji maliyetinin çok yüksek olması ve ödeme zorluğu ile karşı karşıya kalmalarıdır (Kartal, 2018).

Sulama performans değerlendirmesi sonucunda elde edilen veriler, benzer projelerin planlanmasında, uygulanmasında ve yönetiminin geliştirilmesinde yardımcı olabilir (Bastiaanssen ve Bos, 1999).

Türkiye’de yapılan sulama yönetim devrinden sonra çok sayıda sulama performans değerlendirilmesine yönelik araştırma yapılmış ulusal ve uluslararası dergilerde yayınlanmıştır.

Yapılan bu araştırmalarda su kullanımı, tarımsal etkinlik, çevresel etkinlik ve finansal etkinlik göstergeleri kullanılmıştır (Degirmenci et al., 2003; Cakmak et al., 2010). Yapılmış olan çalışmalar da enerji kullanım göstergelerinin bulunmadığı görülmüştür.

Bu çalışmada, Eskişehir İli ve çevresinde yer alan sulama şebekelerinin performansının değerlendirilmesi ve karşılaştırmada istatistiksel analizlerden perAnova yeni bir yöntem olarak test edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada üçüncü sulama bölgesinde yer alan Çavdarhisar, Çifteler, Eskişehir, Kütahya, Pamukova, Seyitgazi ve Tavşanlı sulama birliklerinin su dağıtım ve Finansal performansının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla 2006-2016 yıllarına ait su dağıtım ve finansal boyutlarda yer alan Sulama oranı, Birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı, Su temin oranı, Birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafları, Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan işletme-bakım masrafları, Birim sulama alanına harcanan toplam gider ve Birim sulama suyuna karşılık toplam gider performans gösterge değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Sulama bölgesi ve sulama birlikleri rastgele seçilerek, 2006 ile 2016 yılları arasında ait performans gösterge değerleri karşılaştırmada kullanılmıştır.

Veri Analizi

İkiden fazla grubun (birliğin) değerinin karşılaştırılmasında varyans analizi tekniğine başvurulmaktadır ancak varyans analizi parametrik bir tekniktir ve verilerin her grup için normal dağılım göstermesi gerekmektedir (Tabachnik ve Fidel, 2001). Verilerin normalliğinin belirlenmesinde kullanılabilecek istatistiksel tekniklerden biri Shapiro-Wilks testidir (Koçak, 2020). Bu test sonucunda birliklere ait gösterge değerlerinin normal dağılmadığı görülmüştür. Buna göre varyans analizi uygulanamamaktadır.

Varyans analizinin varsayımları karşılanmadığında, nonparametrik karşılığı olan testlere başvurulur. İkiden fazla grubun ortalamasının karşılaştırılmasında en güçlü yöntemlerden biri perAnova yöntemidir (Bathke ve Harrar, 2008; Acion, Peterson, Temple ve Arndt, 2006). Bu çalışmada birliklerin performans değerlerinin karşılaştırılmasında perAnova yöntemine başvurulmuştur. R (R core team, 2016) istatistik programında yer alan lmerPerm (Wheeler, 2016) paketi kullanılarak perAnova analizi gerçekleştirilmiştir. perAnova permütasyona dayalı varyans analizidir ve veriler normal dağılım göstermediğinde ikiden fazla grup arasında fark olup olmadığını

ortaya koyar. Hangi gruplar arasında fark olduğunun belirlenmesinde ise varyans analizinde olduğu gibi posthoc incelemesi önerir. Bu çalışmada hangi sulama birlikleri arasında fark olduğu p.adjust() işlevi kullanılarak “Holm” posthoc tekniği ile belirlenmiştir. İkışerli olarak aralarında fark olan gruplar belirlendikten sonra ise hangi grup lehine fark olduğunu belirlemek için varyans analizinde olduğu gibi performans göstergelerinin ortalaması karşılaştırılarak ortalaması yüksek olanın lehine olduğuna karar verilmiştir. Analizler için kullanılan temel R kodları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. İstatistik analizler için kullanılan R kodları

```
##gerekli “lmPerm” paketinin yüklenmesinde##
>library(lmPerm)

##perAnova işlevi olan aovp() kullanılırken##
>summary(aovp(veri$performansgöstergedegeeri,veri$SulamaBirliğiAdı 1,
seqs=T))

##hangi gruplar arasında fark olduğunu belirlemek için kullanılan işlev
dunnTest()##
>dunnTest(veri$performansgöstergedegeeri~veri$SulamaBirliğiAdı,
method="holm")

##hangi gruplar arasında fark olduğunu belirlemek için kullanılabilecek diğer
işleve p.adjust()##
>p.adjust(veri$performansgöstergedegeeri~veri$ SulamaBirliğiAdı,
method="holm")

##performans göstergelerinin ortalamasını bulmada kullanılan kod##
>tapply(veri$ performansgöstergedegeeri,INDEX=veri$SulamaBirliğiAdı,
FUN=mean)

##performans göstergelerinin normalliğini test etmede kullanılan kod##
>tapply(veri$ performansgöstergedegeeri,INDEX=veri$SulamaBirliğiAdı,
FUN=shapiro.test)
```

Bulgular ve Tartışma

Üçüncü bölgede yer alan yedi sulama birliğinin: Çavdarhisar, Çifteler, Eskişehir, Kütahya, Pamukova, Seyitgazi ve Tavşanlı, su dağıtım ve finansal boyutlardaki Sulama oranı, Birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı, Su temin oranı, Birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafları, Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan

işletme-bakım masrafları, Birim sulama alanına harcanan toplam gider ve Birim sulama suyuna karşılık toplam gider performans göstergeleri perAnova yöntemi ile karşılaştırılarak sırasıyla sunulmuştur. Birlikler arasındaki farkın hangilerinden kaynaklandığının belirlenmesinde ise p.adjust() fonksiyonunda “Holm” yöntemi kullanılmıştır. İkışerli olarak aralarında fark olan gruplar belirlendikten sonra hangi grup lehine fark olduğunu belirlemek için Tablo 2’de yer alan ortalama değerlerine bakılmıştır.

Tablo 2. Performans Göstergelerinin Ortalama Değerleri

Sulama şebekeleri	Ortalama				Birim		
	Sulama Oranı	Birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı	Su Temin Oranı	Birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafları	sulama suyu miktarına karşılık harcanan işletme-bakım masrafları	Birim sulama alanına harcanan toplam gider	Birim sulama suyuna karşılık toplam gider
Çavdarhisar	9.80	18896.40	4.52	6187.22	0.38	597.4145	0.38
Çifteler	63.04	10563.57	3.31	339.14	0.03	211.77	0.03
Eskişehir	65.54	9662.36	2.72	521.32	0.05	340.75	0.05
Kütahya	22.00	17213.13	4.00	2648.18	0.14	545.62	0.14
Pamukova	40.49	9312.63	2.22	1932.40	0.21	772.04	0.21
Seyitgazi	47.85	5916.28	1.99	668.00	0.13	303.50	0.13
Tavşanlı	15.71	13275.30	3.93	4586.14	0.66	715.78	0.66

Tablo 3’de performans göstergelerinin ortalama değerleri sunulmuştur. perAnova sonucunda sulama birlikleri arasında fark olup olmadığı belirlendikten sonra hangi gruplar arasında fark olduğu Holm posthoc yöntemi ile belirlenmiş ve bu tabloda yer alan ortalamaları dikkate alınarak hangi birlik lehine fark olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 3. Üçüncü Bölge Sulama Birliklerinin Sulama Oranlarının Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Varyansın kaynağı	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Serbestlik Derecesi	p	Aralarında fark olan gruplar
Gruplar Arası	36325	6054.2	6	0.00	Çavdarhisar-Çifteler*
Grup içi	3059	40.3			Çavdarhisar – Eskişehir*
					Çavdarhisar – Pamukova*
					Çavdarhisar – Seyitgazi*
					Eskişehir* - Pamukova
					Eskişehir* - Kütahya
					Eskişehir* - Tavşanlı
					Çifteler* - Kütahya
					Çifteler* - Tavşanlı

Tablo 4’de dokuz sulama birliğinin 2006-2017 yılı sulama oranı değerlerinin perAnova yöntemi ile karşılaştırılması ile elde edilen değerler sunulmuştur. Bu bulgulara göre sulama oranları arasında anlamlı fark bulunmaktadır ($p < 0.05$). Hangi gruplar arasında anlamlı fark olduğu ise $p.adjust()$ fonksiyonu ile “Holm” yöntemine başvurularak incelenmiştir. Buna göre Çavdarhisar birliğinin sulama oranının Çifteler, Eskişehir, Pamukova ve Seyitgazi birliklerinden anlamlı ölçüde düşük olduğu, benzer şekilde Kütahya ve Tavşanlı sulama birliklerine ait sulama oranının Eskişehir ve Çifteler birliklerinden anlamlı ölçüde düşük olduğu, Pamukova sulama birliğine ait sulama oranının ise Eskişehir birliğinden anlamlı ölçüde düşük olduğu görülmüştür (Tablo 4).

Tablo 4. Üçüncü Bölge Sulama Birliklerinin Birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarın Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Varyansın kaynağı	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Serbestlik Derecesi	p	Aralarında fark olan gruplar
Gruplar Arası	264029559	44004927	6	0.00	Çavdarhisar* – Çifteler
Grup içi	78350472	1030927			Çavdarhisar* – Eskişehir
					Çifteler* - Seyitgazi
					Çifteler - Tavşanlı*
					Eskişehir - Tavşanlı*

Çavdarhisar sulama birliğine ait Birim Sulama Alanına Dağıtılan miktarın Çifteler ve Eskişehir’den anlamlı ölçüde yüksek olduğu görülmüştür. Tavşanlı sulama birliği değerinin Çifteler ve Eskişehir’den yüksek olduğu, Çifteler sulama birliğine ait birim sulama alanına dağıtılan miktarının ise Seyitgazi sulama birliğinkinden anlamlı ölçüde yüksek olduğu bulgusuna erişilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Üçüncü Bölge Sulama Birliklerinin Su Temin Oranı Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Varyansın kaynağı	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Serbestlik Derecesi	p	Aralarında fark olan gruplar
Gruplar Arası	64.908	10.8180	6	0.00	Çavdarhisar* - Pamukova
Grup içi	175.036	2.3031			Kütahya* - Pamukova
					Çavdarhisar* - Seyitgazi
					Kütahya* - Seyitgazi

Çavdarhisar ve Kütahya sulama birliklerine ait su temin oranının Pamukova ve Seyitgazi sulama birliklerine ait su temin oranından anlamlı ölçüde yüksek olduğu bulgusuna erişilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Üçüncü Bölge Sulama Birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafları Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Varyansın kaynağı	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Serbestlik Derecesi	P	Aralarında fark olan gruplar
Gruplar Arası	328876280	54812713	6	0.00	Çavdarhisar* - Çifteler
Grup içi	95589693	1385358			Çavdarhisar* - Eskişehir
					Çavdarhisar* - Seyitgazi
					Tavşanlı* - Çifteler
					Tavşanlı* - Eskişehir
					Tavşanlı* - Seyitgazi
					Çifteler - Kütahya*
					Çifteler - Pamukova*

Çavdarhisar ve Tavşanlı sulama birliklerine ait Birim Sulanan Alana Harcanan değerinin Çifteler, Eskişehir ve Seyitgazi birliklerinininkinden anlamlı ölçüde yüksek olduğu görülmektedir. Kütahya ve Pamukova birliklerine ait Birim Sulanan Alana harcanan miktarının da Çifteler birliğinininkinden anlamlı ölçüde yüksek olduğu görülmektedir. Buna göre Çifteler birliğine ait değer aynı bölgede yer alan diğer dört birliğinkinden anlamlı ölçüde düşüktür (Tablo 7).

Tablo 7. Üçüncü Bölge Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan işletme-bakım masrafları Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Varyansın kaynağı	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Serbestlik Derecesi	P	Aralarında fark olan gruplar
Gruplar Arası	3.3119	0.55198	6	0.00	Çavdarhisar* - Çifteler
Grup içi	6.8185	0.09882			Çavdarhisar* - Eskişehir
					Çifteler - Pamukova*
					Çifteler - Tavşanlı*
					Eskişehir - Tavşanlı*

Çifteler birliğine ait Birim Sulama Suyuna karşılık miktarının, Çavdarhisar, Pamukova ve Tavşanlı birliklerinininkinden anlamlı ölçüde düşük olduğu görülmektedir. Eskişehir sulama birliğine ait Birim Sulama Suyuna Karşılık değerinin ise Çavdarhisar ve tavşanlı birliklerinininkinden anlamlı ölçüde düşüktür (Tablo 8).

Tablo 8. Üçüncü Bölge Birim sulama alanına harcanan toplam gider Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Varyansın kaynağı	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Serbestlik Derecesi	p	Aralarında fark olan gruplar
Gruplar Arası	3032425	505404	6	0.00	Çavdarhisar* - Çifteler Çifteler - Kütahya* Çifteler - Pamukova* Eskişehir - Pamukova* Pamukova* - Seyitgazi
Grup içi	1198044	17363			Çifteler - Tavşanlı* Eskişehir - Tavşanlı* Seyitgazi - Tavşanlı*

Çifteler birliğine ait Birim Sulama Alanına harcanan miktarın Çavdarhisar, Kütahya, Pamukova ve Tavşanlı birliklerinininkinden, benzer şekilde Eskişehir ve Seyitgazi sulama birliklerinin Birim Sulama Alanına Harcanan değerlerinin Tavşanlı ve Pamukova sulama birliklerinininkinden anlamlı ölçüde düşük olduğu görülmektedir (Tablo 9).

Tablo 9. Üçüncü Bölge Birim sulama suyuna karşılık toplam gider Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Varyansın kaynağı	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Serbestlik Derecesi	p	Aralarında fark olan gruplar
Gruplar Arası	3.3119	0.55198	6	0.00	Çavdarhisar* - Çifteler Çavdarhisar* - Eskişehir Çavdarhisar* - Seyitgazi
Grup içi	6.8185	0.09882			Çifteler - Pamukova* Eskişehir - Pamukova* Çifteler - Tavşanlı* Eskişehir - Tavşanlı* Seyitgazi - Tavşanlı*

Çifteler ve Eskişehir sulama birliklerine ait Birim Sulama Suyuna Karşılık değerinin Çavdarhisar, Pamukova ve Tavşanlı sulama birliklerinden anlamlı ölçüde düşük olduğu görülmektedir. Buna ek olarak Seyitgazi sulama birliğine ait Birim Sulama Suyuna Karşılık değerinin de Çavdarhisar ve Tavşanlı sulama birliklerinininkinden anlamlı ölçüde düşük olduğu görülmektedir.

Araştırma sonucunda sulama oranı göstergesinde, Çavdarhisar birliğinin Çifteler, Eskişehir, Pamukova ve Seyitgazi birliklerinden anlamlı ölçüde düşük olduğu, Kütahya ve Tavşanlı sulama birliklerine ait sulama oranının Eskişehir ve Çifteler birliklerinden anlamlı ölçüde düşük olduğu,

Pamukova sulama birliğine ait sulama oranının ise Eskişehir birliğinden anlamlı ölçüde düşük olduğu görülmüştür (Çifteler/Eskişehir/Pamukova/Seyitgazi>Çavdarhisar,Eskişehir/Çifteler>Kütahya/Tavşanlı,Eskişehir>-Pamukova).

Birim Sulama Alanına Dağıtılan miktarı göstergesinde Çavdarhisar ve Tavşanlı'nın Çifteler ve Eskişehir'den anlamlı ölçüde yüksek olduğu (Çavdarhisar/Tavşanlı>Çifteler/Eskişehir), Çifteler sulama birliğine ait birim sulama alanına dağıtılan miktarının ise Seyitgazi sulama birliğininkinden anlamlı ölçüde yüksek olduğu bulgusuna erişilmiştir (Çifteler>-Seyitgazi) (Çavdarhisar/Tavşanlı> Çifteler/Eskişehir, Çifteler>Seyitgazi)

Su temin oranı göstergesinde, Çavdarhisar ve Kütahya sulama birliklerine ait su temin oranının Pamukova ve Seyitgazi sulama birliklerine ait su temin oranından anlamlı ölçüde yüksek olduğu bulgusuna erişilmiştir (Çavdarhisar/Kütahya>Pamukova/Seyitgazi).

Birim sulanan alana harcanan değer göstergesinde ise, Çavdarhisar, Tavşanlı, Kütahya ve Pamukova birliklerine ait değerlerin Çifteler birliğine ait değerden anlamlı ölçüde yüksek olduğu, buna ek olarak Çavdarhisar ve Tavşanlı birliklerine ait değerlerin Seyitgazi sulama birliğine ait değerden de anlamlı ölçüde yüksek olduğu görülmüştür (Kütahya/Pamukova/Çavdarhisar/Tavşanlı>Çifteler, Çavdarhisar/Tavşanlı> Seyitgazi).

Birim sulama suyuna karşılık miktar göstergesinde ise, Çavdarhisar ve Tavşanlı bölgelerine ait değerlerin Eskişehir ve Çifteler bölgelerinden anlamlı ölçüde yüksek olduğu, buna ek olarak Pamukova bölgesine ait değerlerin de Çifteler bölgesine ait değerden anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çavdarhisar/Tavşanlı>Eskişehir, Çavdarhisar/Tavşanlı/Pamukova>Çifteler).

Birim Sulama Alanına harcanan miktar göstergesinde, Tavşanlı ve Pamukova bölgelerine ait değerlerin Eskişehir, Seyitgazi ve Çifteler bölgelerininkinden anlamlı ölçüde yüksek olduğu, buna ek olarak Çavdarhisar ve Kütahya birliklerine ait değerlerin de Çifteler birliğine ait değerlerden yüksek olduğu görülmüştür (Çavdarhisar/Kütahya/Pamukova/Tavşanlı>-Çifteler, Tavşanlı/Pamukova>Eskişehir/Seyitgazi).

Birim Sulama Suyuna Karşılık değeri göstergesinde ise, Çavdarhisar ve Tavşanlı bölgelerine ait değerlerin, Seyitgazi, Çifteler ve Eskişehir bölgelerinden anlamlı ölçüde yüksek olduğu görülmüştür. Ek olarak Pamukova bölgesinin de Çifteler ve Eskişehir bölgelerinden anlamlı ölçüde yüksek değere sahip olduğu görülmektedir (Çavdarhisar/Tavşanlı>Seyitgazi/Çifteler/Eskişehir, Pamukova>Çifteler/Eskişehir).

Sonuç

Bu çalışmada DSI'nin 3. Bölgesinde bulunan sulama şebekelerinin performansı R kullanarak değerlendirilmiştir. Sulama oranı ilgili sulama şebekelerinde düşük bulunmuş ancak birim alana dağıtılan sulama suyu miktarı ise yüksek çıkmıştır. Sulama suyunun fazla kullanımına su iletim kanallarında oluşan kayıplar ve arazide kullanılan sulama yöntemlerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Sulama şebekeleri arasında yapılan istatistik analizler incelendiğinde bulunan farklar önemli bulunmuştur. Sulama şebekelerinde harcanan işletme bakım ve yönetim masrafları da farklılık göstermektedir. Sulama şebekelerinin sürdürülebilir ve ekonomik işletimi için modern sulama tekniklerinin kullanılması gerekmektedir. Şebekeye alınan suyun verimli kullanımı ilgili alanda aynı zamanda hem ülkemizin kalkınmasına hem de çiftçilerin daha fazla alanı sulaması ile ülke ekonomisine büyük katkılar sağlayabilir.

Kaynakça

- Abadia, R., Rocamora, M.C., Corcoles, J.I., Ruiz-Canales, A., Martinez-Romero, A., Moreno, M.A. 2010. Comparative Analysis of Energy Efficiency in Water Users Associations. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(s2), s134-S142.
- Acion L, Peterson JJ, Temple S, Arndt S (2006). “Probabilistic Index: An Intuitive NonParametric Approach to Measuring the Size of Treatment Effects.” *Statistics in Medicine*, 25(4), 591–602. doi:10.1002/sim.2256.
- Alcon, F., García-Bastida, P. A., Soto-García, M., Martínez-Alvarez, V. 2017. Explaining the performance of irrigation communities in a water-scarce region. *Irrigation Science* , doi: 10.1007/s00271-016-0531-7
- Alcon, F., García-Bastida, P. A., Soto-García, M., Martínez-Alvarez, V., Martin-Gorritz, B., & Baille, A. (2017). Explaining the performance of irrigation communities in a water-scarce region. *Irrigation science*, 35(3), 193-203.
- Ali, M.K. (2018). Estimation of irrigation water use efficiency with a stochastic frontier model. *International Association of Agricultural Economists (IAAE)*, 2018 Conference, July 28-August 2, 2018, Vancouver, British Columbia.
- Arslan, F., Değirmenci, H. 2018. Sulama şebekelerinin İşletme-Bakım ve Yönetim Modernizasyonunda RAPMASSCOTE Yaklaşımı: Kahramanmaraş Sol Sahil Sulama Şebekesi Örneği. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 49 (1): 45-51.
- Ballot, M. (1986). *Decision Making Model in Production & Operations Management*. Florida: Robert E. Krieger Publishing Company.
- Bastiaanssen, W. G., & Bos, M. G. (1999). Irrigation performance indicators based on remotely sensed data: a review of literature. *Irrigation and drainage systems*, 13(4), 291-311.
- Bathke AC, Harrar SW (2008). “Nonparametric Methods in Multivariate Factorial Designs for Large Number of Factor Levels.” *Journal of Statistical Planning and Inference*, 138(3), 588–610. doi:10.1016/j.jspi.2006.11.004.
- Bouwer, H. (2000), Integrated water management: Emerging issues and challenges, *Agric. Water Manage.*, 45, 217–228, doi:10.1016/S0378-3774(00)00092-5.
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (1994). *Time series analysis; Forecasting and control*. 3rd edition, Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey.
- Brown, C.M.; Lund, J.R.; Cai, X.; Reed, P.M.; Zagana, E.A.; Ostfeld, A.; Hall, J.; Characklis, G.W.; Yu, W.; Brekke, L. The future of water resources

- systems analysis: Toward a scientific framework for sustainable water management. *Water Resour. Res.* 2015, 51, 6110–6124
- Burt, C. (2001). Rapid appraisal process (RAP) and benchmarking explanation and tools. Retrieved in August, 18, 2018.
- Büyükcangaz, H., Değirmenci, H., & Kartal, S. (2018). Bursa Bölgesi Sulama Şebekelerinin İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), 501-508.
- Campbell, S. and Diebold, F. (2005). “Weather forecasting for weather derivatives”, *Journal of the American Statistical Association*, 100, 6-16
- Choi, S.; Lee, S.O.; Park, J. A comprehensive index for stream depletion in coupled human-water systems. *J. Hydro-Environ. Res.* 2017, 16, 58–70.
- Córcoles JI, Tarjuelo JM, Moreno MA, Ortega JF, De Juan JA 2010. Evaluation of Irrigation Systems by Using Benchmarking Techniques. XVIIth World Congress of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR) Hosted by the Canadian Society for Bioengineering (CSBE/SCGAB) Québec City, Canada June 13-17.
- Çaglar, T. (2007). Talep Tahmininde Kullanılan Yöntemler ve Fens Teli Üretimi Yapan Bir İşletmede Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Çakmak B (2001) Konya Sulama Birliklerinde Sulama Performansının Değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 7(3):111-117.
- Çakmak, B. and M. Beyribey. 2003. Sakarya havzası sulamalarında sistem performansının değerlendirilmesi. *A.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*. 9: 116-124.
- Çakmak, B., Kibaroglu, A., Kendirli, B., Gokalp, Z., 2010. Assessment of the Irrigation Performance of Transferred Schemes in Turkey: A Case Study Analysis. *Irrig. and Drain.* 59:138-149.
- Çuhadar, M., & Atış E. 2021. Üreticilerin Kuraklığa Yönelik Tutumlarını Etkileyen Temel Faktörlerin Analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(1), 1-7.
- Çuhadar, M., 2021a. Kuraklık Koşullarına Uygun Sulama ve Tarım Teknikleri. A. M. Bozdoğan, N. Yarpuz Bozdoğan (Ed.). *Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler -I.* (126-145 ss) Gece Kitablığı.
- Çuhadar, M., 2021b. Kuraklığın Tarımsal Üretime ve Çiftçi Kararlarına Etkisi: Ceyhan Havzası Örneği: İ. Daşdemir (Ed.). *Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Güncel Çalışmalar.* (67-81 ss) Duvar Yayınları.
- Değirmenci H, Tanrıverdi Ç, Arslan F (2017) Aşağı Seyhan Ovası Sulama Birliklerinin Kümeleme Analizi ile Karşılaştırılması. *KSÜ Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 20(4): 326-333.

- Değirmenci, H. 2004. Kahramanmaraş Bölgesinde Bazı Sulama Şebekelerinin Karşılaştırma Göstergeleri ile Değerlendirilmesi. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(1), 104-110.
- DEĞİRMENCİ, H., Büyükcangaz, H., & KUŞCU, H. (2003). Assessment of irrigation schemes with comparative indicators in the Southeastern Anatolia Project. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27(5), 293-303.
- Drastig K, Prochnow A, Libra J, Koch H, Rolinski S (2016) Irrigation water demand of selected agricultural crops in Germany between 1902 and 2010. Sci Total Environ 569:1299–1314
- Duran-Encalada, J.A.; Paucar-Caceres, A.; Bandala, E.R.; Wright, G.H. The impact of global climate change on water quantity and quality: A system dynamics approach to the US–Mexican transborder region. Eur. J. Oper. Res. 2017, 256, 567–581.
- Engle, R. (1982). “Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom ináation”, *Econometrica*, 50, 987-1008
- FAO, 2011. <http://www.fao.org/ag/ca/1a.html>. Basic principles of conservation agriculture. Accessed on 4/2011.
- FAOCrops and Drops: Making the Best Use of Water for Agriculture FAO, Rome (2002)
- Feddes, R. A., P. J. Kowalik, & H. Zarandy (1978). Simulation of field water use and crop yield, Wiley, New York.
- Gao, W.; Hong, B.; Swaney, D.P.; Howarth, R.W.; Guo, H. A system dynamics model for managing regional N inputs from human activities. *Ecol. Model.* 2016, 322, 82–91.
- Ghodsvli, M., Krishnamurthy, S., & de Vries, B. (2019). Review of transdisciplinary approaches to food-water-energy nexus: A guide towards sustainable development. *Environmental Science & Policy*, 101, 266-278.
- Hagemann, S.; Chen, C.; Clark, D.B.; Folwell, S.; Gosling, S.N.; Haddeland, I.; Hanasaki, N.; Heinke, J.; Ludwig, F.; Voss, F.; et al. Climate change impact on available water resources obtained using multiple global climate and hydrology models. *Earth Syst. Dyn.* 2013, 4, 129–144.
- Hoff, H. (2011). Understanding the nexus: Background paper for the Bonn2011 Nexus Conference.
- Jeong, H.; Adamowski, J. A system dynamics based socio-hydrological model for agricultural wastewater reuse at the watershed scale. *Agric. Water Manag.* 2016, 171, 89–107.
- Kartal, S. 2018. Performance assessment of irrigation schemes with multivariate some statistical methods: A case study of Turkey. Institute for Graduate Studies in Science and Technology, Department of Biosystem Engineering, November/2018.

- Kartal, S., DEĞİRMENCİ, H., & Arslan, F. (2020). Assessment of irrigation schemes with performance indicators in southeastern irrigation district of Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 26(2), 138-146.
- Kelly, C.; Onat, N.C.; Tatari, O. Water and carbon footprint reduction potential of renewable energy in the United States: A policy analysis using system dynamics. *J. Clean. Prod.* 2019, 228, 910–926.
- Koçak, D. (2020). Sosyal Bilimler İçin R ile Temel İstatistik. Nobel Akademi Yayıncılık.
- Kotir, J. H., Smith, C., Brown, G., Marshall, N., & Johnstone, R. (2016). A system dynamics simulation model for sustainable water resources management and agricultural development in the Volta River Basin, Ghana. *Science of the Total Environment*, 573, 444-457.
- Liu, H.; Benoit, G.; Liu, T.; Liu, Y.; Guo, H. An integrated system dynamics model developed for managing lake water quality at the watershed scale. *J. Environ. Manag.* 2015, 155, 11–23.
- Liu, J., Yang, H., Gosling, S. N., Kumm, M., Flörke, M., Pfister, S., ... & Oki, T. (2017). Water scarcity assessments in the past, present, and future. *Earth's future*, 5(6), 545-559.
- Liu, J., A. J. B. Zehnder, and H. Yang (2009), Global consumptive water use for crop production: The importance of green water and virtual water, *Water Resour. Res.*, 45, W05428, doi:10.1029/2007WR006051.
- Ma, W., Meng, L., Wei, F., Opp, C., & Yang, D. (2020). Sensitive factors identification and scenario simulation of water demand in the arid agricultural area based on the socio-economic-environment nexus. *sustainability*, 12(10), 3996.
- Malano, H., ve Burton, M., 2001. Guidelines for Benchmarking Performance in the Irrigation and Drainage Sector. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage. FAO, Rome.
- Mirschel W, Wenkel K-O, Berg M, Wieland R, Terleev V, Luzi K (2018) ZUWA-BE: a model for estimation of spatial irrigation water demand for agricultural crops. In: Sychev VG, Müller L (eds) Novel methods and results of landscape research in Europe, Central Asia and Siberia (Monograph in 5 Volumes)—vol IV Optimising Agricultural Landscapes. Russian Academy of Sciences: FSBSI „All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov“, Moscow, Chapter IV/74: 361–365
- Mirschel W., Wieland R., Luzi K., Groth K. (2020) Model-Based Estimation of Irrigation Water Demand for Different Agricultural Crops Under Climate Change, Presented for the Federal State of Brandenburg, Germany. In: Mirschel W., Terleev V., Wenkel KO. (eds) Landscape Modelling and Decision Support. Innovations in Landscape Research. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37421-1_16

- Molden DJ, Sakthivadivel R, Perry CJ, Fraiture CD, Kloezen WH (1998) Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems. IWMI, Research Report 20, Colombo, p. 26.
- Nalbantoğlu, G., & Çakmak, B. (2007). Akıncı Sulama Birliğinde sulama performansının karşılaştırmalı değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(3), 213-223.
- Nelson, D. (1991). "Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach", *Econometrica*, 59, 347-370.
- Oki, T., and S. Kanae (2006), Global hydrological cycles and world water resources, *Science*, 313, 1068–1072, doi:10.1126/science.1128845.
- Oki, T., Kanae, S. 2006. Global hydrological cycles and world water resources. *science*, 313(5790), 1068-1072.
- Qi, C.; Chang, N.B. System dynamics modeling for municipal water demand estimation in an urban region under uncertain economic impacts. *J. Environ. Manag.* 2011, 92, 1628–1641.
- R Core Team (2016). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Renault, D., Facon, T., Wahaj, R. 2007. Modernizing Irrigation Management: The MASSCOTE Approach--Mapping System and Services for Canal Operation Techniques (Vol. 63). Food & Agriculture Org.
- Rijsberman, F. R. (2006), Water scarcity: Fact or fiction? *Agric. Water Manag.*, 80, 5–22, doi:10.1016/j.agwat.2005.07.001.
- Rockstroem, J., M. Falkenmark, L. Karlberg, H. Hoff, S. Rost, and D. Gerten (2009), Future water availability for global food production: The potential of green water for increasing resilience to global change, *Water Resour. Res.*, 45, W00A12, doi:10.1029/2007WR006767.
- Rockström, J., Falkenmark, M., Karlberg, L., Hoff, H., Rost, S., & Gerten, D. 2009. Future water availability for global food production: The potential of green water for increasing resilience to global change. *Water resources research*, 45(7)
- Rodríguez-Díaz JA, Camacho E, López R (2004) Applying benchmarking and data envelopment analysis (DEA) techniques to irrigation districts in Spain. *Irrig Drain* 53:135–143
- Rodríguez-Díaz JA, Camacho E, López R, Pérez L (2005) Los indicadores de gestión y las técnicas de benchmarking aplicados a la mejora de las comunidades de regantes. *Ingeniería del Agua* 12(1):63–76
- Rodríguez-Díaz JA, Camacho-Poyato E, Lopez-Luque R, Pérez-Urrestarazu L (2008) Benchmarking and Multivariate Data Analysis Techniques for Improving the Efficiency of Irrigation Districts: An Application in Spain. *Agricultural systems* 96(1-3): 250-259.

- Rodríguez-Díaz JA, López Luque R, Carrillo Cobo MT, Montesinos P, Camacho Poyato E (2009) Exploring energy saving scenarios for on-demand pressurised irrigation networks. *Biosyst Eng* 104:552–561
- Rodriguez-Diaz, J.A., Camacho-Poyato, E., Lopez-Luque, R., Perez-Urrestarazu, L., 2008. Benchmarking and multivariate data analysis techniques for improving the efficiency of irrigation districts: an application in Spain. *Agricultural systems.*, 96(1):250-259.
- Rosegrant, M. W., X. Cai, and S. A. Cline (2002), *World Water and Food to 2025: Dealing With Scarcity*, Int. Food Policy Res. Inst., Washington, D. C.
- Sahin, O.; Stewart, R.A.; Porter, M.G. Water security through scarcity pricing and reverse osmosis: A system dynamics approach. *J. Clean. Prod.* 2015, 88, 160–171.
- Soto-García M, Martínez-Alvarez V, García-Bastida PA, Alcon F, Martin-Gorriiz B (2013a) Effect of water scarcity and modernisation on the performance of irrigation districts in south-eastern Spain. *Agric Water Manag* 124:11–19
- Soto-García M, Martin-Gorriiz B, García-Bastida PA, Alcon F, Martínez-Alvarez V (2013b) Energy consumption for crop irrigation in a semiarid climate (south-eastern Spain). *Energy* 55:1084–1093
- Sun, T., Huang, Q. ve Wang, J., (2018). Estimation of Irrigation Water Demand and Economic Returns of Water in Zhangye Basin. *Water* 2018, 10(1), 19; <https://doi.org/10.3390/w10010019>
- Sun, Y.; Liu, N.; Shang, J.; Zhang, J. Sustainable utilization of water resources in China: A system dynamics model. *J. Clean. Prod.* 2017, 142, 613–625.
- Susnik, J.; Vamvakeridou-Lyroudia, L.S.; Savic, D.A.; Kapelan, Z. Integrated System Dynamics Modelling for water scarcity assessment: Case study of the Kairouan region. *Sci. Total Environ.* 2012, 440, 290–306.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.), Boston: Allyn and Bacon.
- Tachva, L. & Yongchul, S., (2016). Estimation of Irrigation Water Amounts for Farm Products based on Various Soil Physical Properties and Crops. *Journal of The Korean Society of Agricultural Engineers* . 58(16), 1-8. <https://doi.org/10.5389/KSAE.2016.58.6.001>
- Tanriverdi, C., & Degirmenci, H. (2011). Assessment of management transfer of Kahramanmaras irrigation system. *Scientific Research and Essays*, 6(3), 522-528.
- Vafaei, E., Ahangarkolaee, S. S., Lucas-Borja, M. E., Fami, H. S., & Zema, D. A. (2021). A framework to evaluate the factors influencing groundwater management in Water User Associations: The case study of Tafresh County (Iran). *Agricultural Water Management*, 255, 107013.

- Wei, T.; Lou, I.; Yang, Z.; Li, Y. A system dynamics urban water management model for Macau, China. *J. Environ. Sci.* 2016, 50, 117–126.
- Wheeler B (2016). *lmPerm: Permutation Tests for Linear Models*. R package version 2.1.0, URL <https://CRAN.R-project.org/package=lmPerm>.
- Wichelns, D., and J. D. Oster (2006), Sustainable irrigation is necessary and achievable, but direct costs and environmental impacts can be substantial, *Agric. Water Manage.*, 86, 114–127, doi:10.1016/j.agwat.2006.07.014.
- Zema DA, Nicotra A, Tamburino V, Zimbone SM (2015) Performance Assessment of Collective Irrigation in Water Users' Associations of Calabria (Southern Italy). *Irrigation and Drainage* 64(3): 314-325.
- Zema, D.A., Nicotraa, A., Mateosb, L., Zimbonea, S.M. 2018. Improvement of the Irrigation Performance in Water Users Associations Integrating Data Envelopment Analysis and Multi-Regression Models. *Agricultural Water Management*, 205:38–49.

Bölüm 2

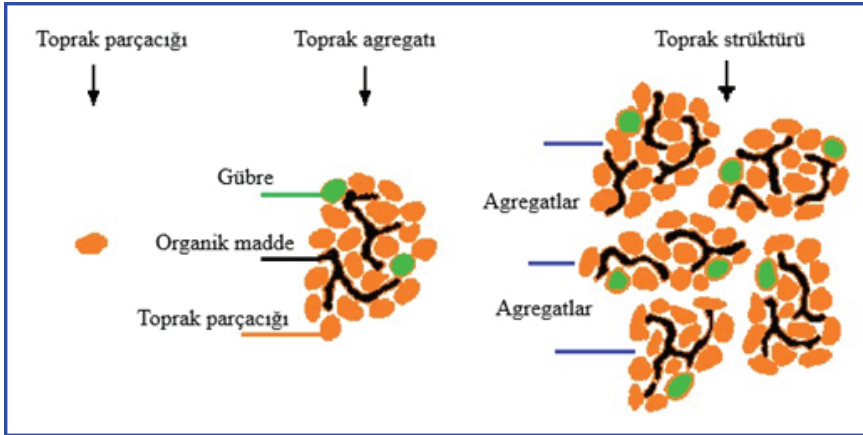
TOPRAK STRÜKTÜRÜ, STRÜKTÜRÜN SINIFLANDIRILMASI VE TOPRAK STRÜKTÜRÜNÜN ÖNEMİ

İlyas BOLAT¹

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. STRÜKTÜR VE TOPRAK STRÜKTÜRÜNÜN OLUŞUMU

Günlük yaşantımızda dilimizde çoğunlukla karşımıza çıkan ve Fransızca (*Fr*: structure) kökenli bir kelime olan “**strüktür**”ün Türk Dil Kurumu (TDK)’na göre anlamı “**yapı**” demektir (Url, 1). Toprak ilmi açısından ise strüktür terimi, toprak parçacıklarının gruplandırılması veya düzenlenmesi ile ilgilidir (Brady, 1990). Bilindiği üzere, %15’ten fazla kil içeren (parçacık boyutu $<2\ \mu\text{m}$) topraklarda, mineral parçacıklar (kum, toz ve kil) agregat olarak bilinen yapısal birimler oluşturma eğilimindedir. Bu süreç genellikle toprak kurduğunda ve su alarak şiştiğinde meydana gelir, ancak aynı zamanda biyolojik aktiviteler nedeniyle de ortaya çıkar (Horn vd., 1994). Gardiner ve Miller (2008)’e göre, toprak strüktürü toprak parçacıklarının agregatlar halinde düzenlenmesidir. Aynı araştırmacılar, agregatların organik maddeler, demir oksitler, karbonatlar, killer ve/veya silika tarafından birarada tutulan birçok toprak partikülünden oluşan ikincil (sekunder) birimler veya granüller (kırıntılar) olduğunu ifade etmektedir. Bronick ve Lal (2005) ise agregatların, mineral toprak parçacıklarının organik ve anorganik maddelerle bir araya gelmesiyle oluşan ikincil parçacıklar olduğunu belirtmektedir. Bu durumda **toprak parçacığının kil, toz, kum, karbonatlar, organik madde ve demir oksit gibi maddeler ile kümeleşmesi sonucu oluşan agregatların yapısal düzenine toprak strüktürü** denilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Toprak strüktürünün oluşumu (Url, 2’den değiştirilerek).

Benzerlikleri yakın olsa da çeşitli araştırmacılara göre toprak strüktürünün tanımlanması farklılık göstermektedir. Örneğin, Irmak (1972)’a göre toprağın strüktürü terimi ile topraktaki katı maddeyi teşkil eden parçacıkların aranjmanı yani istiflenme düzeni ifade edilmektedir. Ayrıca strüktür toprağın tekstürü ve kimyasal bileşimi yanında üçüncü temel özelliklerinden biridir. Çepel (1985)’e göre toprak taneciklerinin biraraya gelerek oluşturdıkları istiflenme düzenine toprak strüktürü denilmektedir. Bahsedilen

bu katı parçacıkların istiflenme düzeni, topraktaki küçük boşlukları diğer bir ifade ile gözenekleri de şekillendirdiğinden “*toprak strüktürü, toprak gözeneklerinin yapısal düzenidir*” şeklinde de tanımlanabilmektedir (Çepel, 1996). Toprağın katı kısmı serbest tanecikler veya birbirine yapışmış parçacıklar durumunda bulunur. Bu katı parçacıkların veya tanelerin toprağın özelliklerine ve toprak horizonlarına bağlı bir düzenleme şekli vardır. İşte, toprağın bu iç düzenine, toprağın iç yapısı (*toprağın bünyesi* veya *toprağın strüktürü*) denir (Kantarıcı, 2000). Horn vd. (1994)’e göre toprak strüktürü, mineral parçalar ve organik maddelerin agregat olarak bilinen daha büyük birimler halinde, agregatlar arası gözenek sistemi ile birlikte oluşturduğu yapıdır. Basitçe ifade etmek gerekirse, toprak strüktürü, toprağın katı parçaları ve toprak gözenekleri arasındaki etkileşimlerin bir sonucudur. Yukarıda örnekleri verildiği gibi toprağın katı parçaları, primer (birincil) veya sekonder (ikincil) parçacıklar biçiminde olabilir (Gupta vd., 1989).

Bundan 30-40 yıl öncesine kadar toprak strüktürünün oluşum ve gelişimi tam anlamıyla da bilinmemektedir. Bununla birlikte toprak strüktürünün oluşumu ve gelişimi şu şekilde açıklanmaya çalışılmıştır: Bitki köklerinin, toprağa nüfuz etmesinin sonucu olarak etrafa yapmış oldukları basınç ile toprak parçacıklarını küçük kümeler halinde sıkıştırması ve büyük olan toprak parçacıklarını da parçalaması ile strüktür oluşumu başlamaktadır. Benzer basınç (sıkışma) ve büzülme (daralma) toprakların ıslanıp kurumasına bağlı olarak gerçekleşen şişme (kabarma) ve büzülmeden (çekmeden) de meydana gelmektedir. Bitki kökleri (ve özellikle de kılcal kökler), toprak partiküllerini (parçacıklarını) agregatlar halinde birbirine bağlamaya yardımcı olan yapışkan organik kimyasallar salgılar. Bitki artıklarının mikrobiyal ayrışması, killerle etkileşime giren ve agregatları birlikte çimentolayan diğer organik materyallerin oluşmasına neden olur. Böylece, mikrobiyal süreçler (işlemler) tarafından açığa çıkarılan organik materyaller, sadece toprak agregatlarının oluşumunu sağlamakla kalmaz, aynı zamanda agregatların dayanıklılığının (stabilizesinin) sağlanmasına da yardımcı olur. Bu süreçler, kök ve hayvan aktiviteleri ile organik madde birikiminin en çok görüldüğü yüzey topraklarında (üst toprakta) belirgin olarak karşımıza çıkmaktadır (Brady, 1990).

Yapılan çalışmaların ve gözlemlerin sayısının artmasıyla birlikte, toprak strüktürünün oluşumu veya devamı üzerinde farklı etkenlerin (faktörlerin) etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu etkenlerin değişimi strüktürün olumlu veya olumsuz yönde gelişimine sebep olmaktadır. Bu bağlamda strüktür üzerinde etkili olan etkenler, dış ve iç faktörler olarak ikiye ayrılarak incelenmiştir. Toprak strüktürünün oluşumunda etkili dış faktörler toprak hayvanları, insanlar, bitkiler, iklim ve toprak yangınları olarak sıralanmaktadır. Öte yandan iç faktörler arasında organik madde ve organik maddenin yapısı, toprağın katyonları ve reaksiyonu, topraktaki oksitler, toprak türü ve toprağın horizonlaşması, toprak suyu, havası, basınç ve

sıcaklık sayılmaktadır. Bunlara ilaveten toprağa karıştırılan sentetik maddeler ve gübreler de strüktürün gelişimini ve devamını etkilemektedir (Çepel, 1996; Kantarcı, 2000). Burada, sayılan bu etkenlerin nasıl ve ne derecede etkili oldukları üzerinde durulmayacaktır. Ancak ayrıntılı bilgi edinmek isteyenler ilgili kaynaklara (Çepel, 1985; Irmak, 1972; Kantarcı, 2000) bakabilirler.

2. TOPRAK STRÜKTÜRÜNÜN SINIFLANDIRILMASI VEYA ÇEŞİTLERİ

Esas itibariyle toprak strüktürünün sınıflandırılmasından veya çeşitlerinden bahsederken üç farklı özelliğe bağlı kalarak bir değerlendirmenin yapıldığı ortaya çıkmaktadır. Bu üç özellik;

(1) Şekil (tip) (Şekil 2),

(2) Büyüklük (boyut) (Tablo 1) ve

(3) Derece (*grade*; kalite, dayanıklılık, kuvvet, sertlik) şeklinde sıralanmaktadır.

Bunlardan birincisi olan “şekil” ile toprak agregatlarının şeklinin (prizmalı, tabakalı, bloklu v.b.) neye benzediği bildirilmektedir (Şekil 2). “Büyüklük” ile toprak agregatlarının çok ince, ince, orta, kaba ve çok kaba gibi boyutu kastedilmektedir (Tablo 1). Bir diğeri olan “derece” ise toprak agregatlarının birbirilerinden ayırt edici özelliklerini, bir diğer ifade ile ne kadar birbirilerinden farklı ve güçlü (dayanıklı) olduklarını ifade eder. Örneğin toprak strüktürünün herhangi bir yapısal bağ göstermeyen yani yapısız olanı strüktürsüz olarak ilk sırada yer alır. Buna karşın toprak agregatlarının zayıf dereceli olanı nemli bir toprakta zorda olsa görünür. Bu açıdan değerlendirildiğinde (Foth, 1984; Plaster, 1992; Gardiner ve Miller, 2008);

(1) Herhangi bir yapısal bağ göstermeyen strüktürsüz (0. derece),

(2) Zayıf derecede yapısal bağ gösteren (1. derece),

(3) Orta derecede yapısal bağ gösteren (2. derece),

(4) Güçlü derecede yapısal bağ gösteren (3. derece) şeklinde dört farklı derece sınıfı mevcuttur.

Bununla birlikte bazı araştırmacıların strüktür tanıtımı veya sınıflaması için ölçüt olarak, kırıntıların yukarıda ifade edilen özellikleri ile “toprağın üst yüzünün morfolojisi”, “kırıntı dayanıklılığı”, primer ve sekonder parçacıkların birarada bulunup bulunmadığına” ve “gözenek hacmi tiplerine ve bağlayıcı materyalin özelliğine” gibi faktörleri de dikkate aldıkları da bildirilmektedir (Çepel, 1985; Çepel, 1996). Öte yandan yukarıda bahsedilen toprak strüktürü için ölçüt alınan karakteristikler her ülke-

de değişmekle birlikte, toprak agregatlarının birbirine yapışarak meydana getirdiği parçaların “şekli”, hepsinde ortak alınan tek ayırım özelliğidir.

2.1. Toprak Strüktürünün Şekil Bakımından Sınıflandırılması

Bir horizontdaki agregatların baskın (dominant) şekli, agregatın strüktür tipini belirler. Ancak yeri gelmişken ifade etmek gerekir ki; bir toprak profilinde tek tip bir strüktür hakim olabileceği gibi, daha sık olarak, farklı horizonlarda çeşitli tipte strüktür ile karşılaşılabilir. Daha net ifade etmek gerekirse, iki veya daha fazla strüktür tipi genellikle aynı toprak profilinde bulunabilir (Brady, 1990). Daha önce yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde toprak strüktürün;

(1) Küreye benzeyen (granül ve kırıntı),

(2) Tabakaya (levhaya) benzeyen,

(3) Prizmaya benzeyen (prizmatik ve sütunumsu) ve

(4) Bloğa (köşeli blok ve köşesiz blok) benzeyen olarak dört sınıf altında yedi çeşidinin olduğu görülmektedir (Foth, 1984; Brady, 1990; Plaster, 1992).

Her ne kadar ifade edildiği gibi bir sınıflandırma yapılmış olsa da ilk başta toprak strüktürünü basit strüktür ve bileşik strüktür olarak iki sınıfa ayırmanın daha doğru olacağı açıktır. Şöyle ki; şekil 2’de gösterildiği üzere toprakların göze çarpan bir agregat oluşumu göstermeyenlerini basit strüktür ve gözle fark edilebilir bir agregat oluşumu gösterenlerine de bileşik strüktür sınıfı olarak belirtmek daha uygun olur. Çünkü, bileşik strüktürde toprak parçacıkları çevrelerinden kopup ayrılırlar ve doğal olarak belirgin şekillenme yüzeylerine sahip ayrı parçacıklar biçiminde bulunurlar. Bunun aksine basit strüktür sınıfında bahsedildiği gibi bir şekillenme söz konusu olmaz. Dolayısıyla strüktür sınıfları ve sınıflara ilişkin strüktür çeşitleri (Şekil 2) bu bağlamda açıklanmaya çalışılmıştır (Foth, 1984; Çepel, 1985; Brady, 1990; Plaster 1992; Çepel, 1996; Kantarcı, 2000; Gardiner ve Miller, 2008).

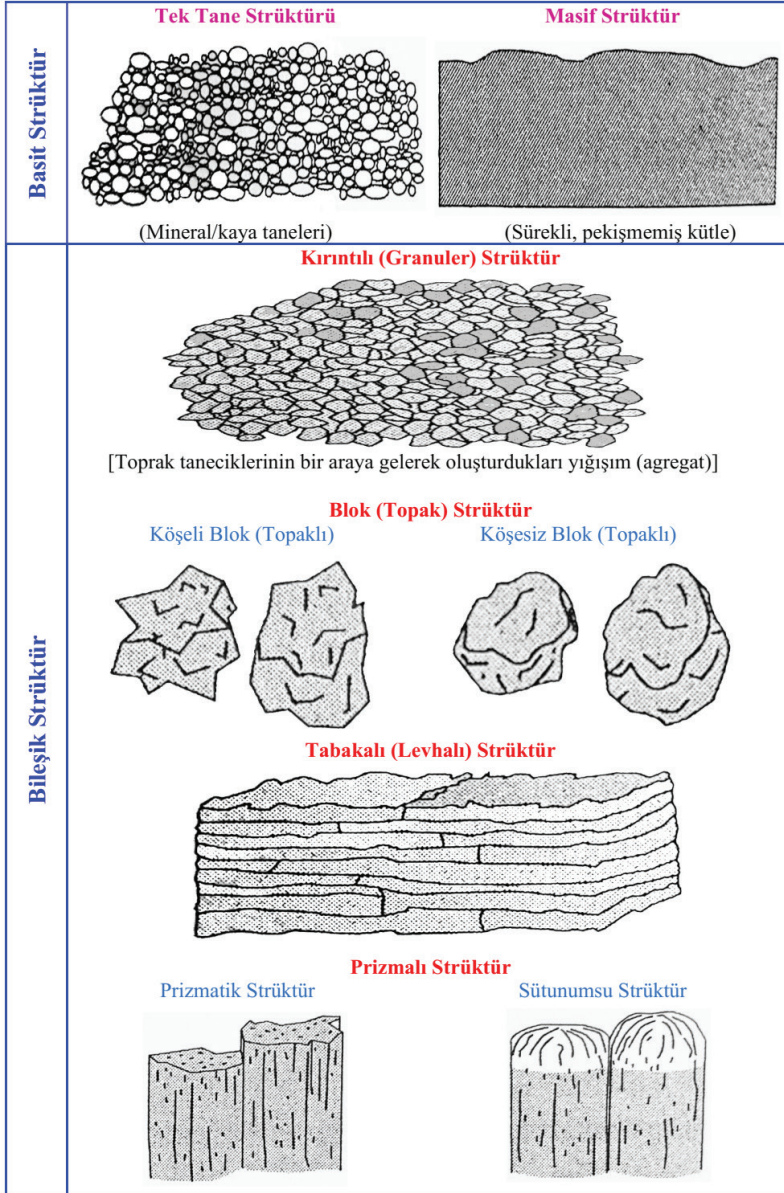
2.1.1. Basit Strüktür

Bu strüktür sınıfında topraklar gözle görülebilir agregatlara sahip değildir. Tek tane strüktürü ve masif strüktür olmak üzere iki tane alt çeşidi vardır (Şekil 2).

2.1.1.1. Tek Tane Strüktürü

Bilindiği üzere kum bireysel taneler gibi davranır, bu nedenle de kumlu topraklar herhangi bir strüktürel özellik gösteremezler (Şekil 2). Diğer bir ifade ile toprağı oluşturan primer tanecikler birbirine yapışık değildir. Bu çeşit strüktüre düşük organik maddeye sahip kum ve toz topraklarında

rastlanır. Ayrıca kil ve demiroksit bakımından fakir kumlarda ve yeni taşınmış toz bakımından zengin sedimentlerde de bulunmaktadır. Doğal olarak kumlu toprakların geçirgenlikleri yüksektir, bu nedenle tek taneli strüktüre sahip topraklar iyi infiltrasyon (sızma) oranlarına (Şekil 3) ve havalanmaya sahiptir. Toprak profilinde genellikle C-horizonunda rastlanır.



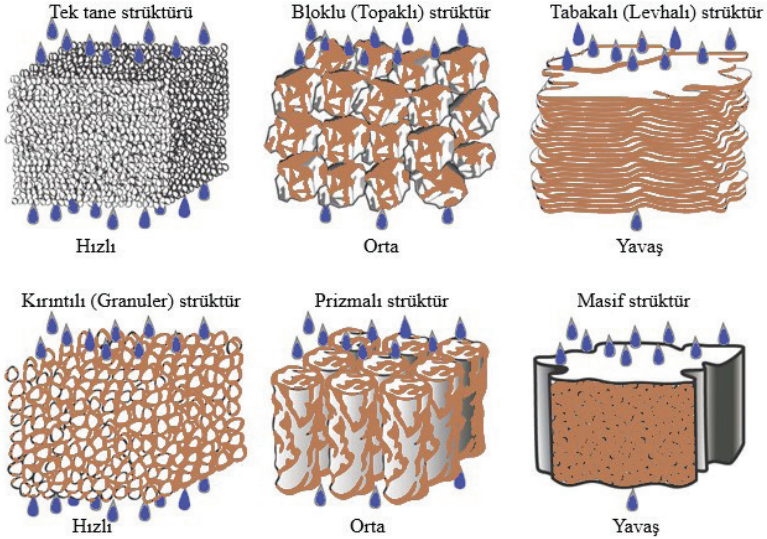
Şekil 2. Şekil bakımından strüktürün sınıflandırılması (Gardiner ve Miller, 2008'den değiştirilerek).

Tablo 1. Toprak strüktürünün boyut (büyüklük) sınıfları (Gardiner ve Miller, 2008'den değiştirilerek).

Boyut sınıfı	Toprak Strüktür Tipi			
	Levhalı (Tabakalı) (mm)	Prizmatik ve Sütunlu (mm)	Blok (Topak) (mm)	Kırıntılı (Granuler) (mm)
Çok ince	<1	<10	<5	<1
İnce	1-2	10-20	5-10	1-2
Orta	2-5	20-50	10-20	2-5
Kaba	5-10	50-100	20-50	5-10
Çok kaba	>10	100-200	≥ 50	>10

2.1.1.2. Masif Strüktür

Yapısı olmayan (strüktürsüz) daha ince topraklar (çoğunlukla killi topraklar), kalıplama kili gibi birbirine yapışmış katı bir kütle halinde bulunur. Bu yapıya masif strüktür denir (Şekil 2). Taneciklerin birbirine yapışık olmasıyla tek tane strüktüründen ayrılır. Kuruma ile birbirilerinden ayrılmazlar. Masif strüktüre sahip ağır bünyeli topraklar, geçirgenlikten (düşük permabilite) yoksundur (Şekil 3). Masif strüktür, profilde çoğunlukla C-horizonunda bulunmaktadır. Öte yandan ıslak killi toprağın işlenmesi sonucunda A-horizonunda masif strüktür oluşabilmektedir.

**Şekil 3.** Toprak strüktürü ile su geçirgenliği arasındaki ilişki (Url, 3'ten değiştirilerek).

2.1.2. Bileşik Strüktür

Toprak taneciklerinin yapıştırıcı bir madde (katyonlar, oksitler, kil ve organik kolloidler v.b.) ile birbirine yapıştırılması sonucunda agregatların oluşması bileşik strüktür olarak adlandırılır. Bu strüktür sınıfında topraklar gözle görülebilir agregatlar meydana getirmiştir. Doğal olarak belirgin şekillenme yüzeylerine sahip ayrı parçacıklar halinde bulunurlar. Bileşik strüktür kırıntılı strüktür, blok strüktür, tabakalı strüktür ve prizmalı strüktür olmak üzere dört alt çeşidi vardır (Şekil 2).

2.1.2.1. Kırıntılı (Granuler) Strüktür:

Granuler yapı veya kırıntı strüktüre genellikle toprağın humusça zengin A-horizonlarında ve özellikle solucanların çok olduğu ortamlarda yaygın olarak rastlanır. Esmer orman topraklarının özellikle A_h -horizonunda çok görülmektedir. Organik maddece zengin yüzey toprakları için, özellikle de çim alanlarının karakteristik bir strüktür çeşididir. Bu strüktür çeşidinde agregat, bitişindeki (komşu) agregata yapışık değildir. Onun için agregatlar küçüktür, genellikle 1-10 milimetre arasındadır (Tablo 1). Yuvarlak (küreye benzeyen) formdadır ve en çok arzu edilen strüktür tipi olarak kabul edilir. Kırıntılı strüktürün oluşumunda kalsiyumun, kolloid humusun ve toprak canlılarının faaliyetlerinin büyük etkisi vardır. Granuler strüktür, neredeyse bir ekmek kırıntısı gibi gözeneklidir. Böyle bir strüktür, strüktürü olmayan bir toprakla karşılaştırıldığında toplam gözenek alanını arttırır ve hacim ağırlığını düşürür. Kırıntılı strüktür hızlı geçirgenliğe (permabiliteye) sahiptir (Şekil 3).

2.1.2.2. Blok (Topak) Strüktür

Bu durumda agregatlar, üç boyutu (eni, boyu ve derinliği) aşağı yukarı eşit olan düzensiz altı yüzü bloklara benzeyen, kırıntılardan büyük toprak parçacıkları halindedir. Bu parçaların kalınlıkları yaklaşık 5-50 mm arasında değişmektedir (Tablo 1). Genel olarak, parçalar (topaklar) o kadar birbirilerine benzemektedir ki; ayırt edilmeleri çok kolaydır. Esmer orman toprağının en çok B-horizonunda gelişirken, diğer toprakların A-horizonunda gelişmektedir. Öte yandan agregatlar çok köşeli ise, köşeli blok olarak adlandırılır. Agregatların oluşumu daha yuvarlakça ise, köşesiz (yuvarlak; yarı köşeli) blok olarak tanımlanır (Şekil 2). Bloklu strüktür orta geçirgenliğe (permabiliteye) sahiptir (Şekil 3).

2.1.2.3. Tabakalı (Levhalı) Strüktür

Bu strüktür tipi toprak parçacıklarının bazen asit ortamda bazen de basınç altında birbirine yapışmaları sonucunda meydana gelir. Dolayısıyla agregatlar nispeten ince yatay plakalar, yaprakçıklar veya merccekler halinde düzenlenir (Şekil 2). Agregatlar, yatay eksenler yönünde çok gelişmiştir, bu yüzden geniş bir yatay yüzeye sahiptirler. Levhaların kalınlıkları

1-10 mm arasında değişiklik göstermektedir (Tablo 1). Tabakalı strüktür bazı işlenmemiş toprakların yüzey katmanlarında bulunabildiği gibi, daha çok alt horizonlarda (örneğin orman alanlarında E-horizonu gibi) bulunmaktadır. Podsollelerde ve şiddetle yıkanmış topraklarda rastlanır. Ancak üst toprak kırıntıları ince tabakalar halinde ezildiğinde (herhangi bir araç-gereç veya hayvanlar tarafından) toprağın sıkışmasına bağlı olarak A-horizonunda tabakalı strüktür oluşabilir. Öte yandan tortul materyal-den oluşan toprakların anamateryal (C_v) horizonlarında görülür. Tabakalar (levhalar) çoğunlukla üst üste geldiğinden toprağın permabilitesi (su ve havanın geçirgenliği) zayıflamış haldedir (Şekil 3).

2.1.2.4. Prizmalı Strüktür

Bu strüktür tipinde agregatlar büyüktür, genellikle 10-200 milimetre arasındadır (Tablo 1) ve toprakta dik duran köşeler oluştururlar. Boyları enlerinden fazladır. Başka bir anlatımla, şekillenme ve taneciklerin istiflenmesi düşey eksen yönünde daha belirgindir. Üst kısım sivri veya düz ise bu strüktür çeşidi prizmatik strüktür olarak adlandırılır. Buna karşın agregatlar daha yuvarlakça ise, bu çeşit strüktür sütunlu strüktür adını alır (Şekil 2). Prizma benzeri strüktür bazı toprakların B-horizonunda oluşabilir. Prizmatik strüktür orta derecede geçirgen, sütunlu strüktür ise yavaş geçirgendir (Şekil 3). Sütunlu strüktür daha çok tuzlu topraklarda gelişirken, prizmatik strüktüre toprakların (örneğin kestane renkli topraklar) birikme zonunda rastlanır.

3. TOPRAK STRÜKTÜRÜNÜN ÖNEMİ

Toprak strüktürünün önemi konusunda yapılmış çalışmalar çok eskiye dayanmaktadır. Nitekim, yaklaşık 150 yıl kadar önce Wollny'un (1898), toprak strüktürünün bitkilerin kök büyümesi, su mevcudiyeti, toprakta gaz taşınması üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra toprak strüktürünün toprağın dayanıklılığı (mukavemeti) üzerinde olumlu etkilerinin de olduğunu ifade ettiği bildirilmektedir (Horn vd., 1994). Toprak strüktürü, nem ve hava ilişkileri açısından toprak tekstürünün (kum, toz ve kilin hacimsel dağılımı) etkisinde değişiklik yapar. Çoğu agregatın makroskopik boyutu, agregattaki bitişik kum, toz ve kil parçacıkları arasında bulunabilecek olanlardan çok daha büyük ara boşlukların varlığına neden olur. İşte toprak strüktürünü bu kadar önemli kılan, gözenek boşluk ilişkileri üzerindeki bu strüktürel (yapısal) etkisidir. Bu sayede toprak içerisinde hava ve suyun hareketi kolaylaşır (Foth, 1984).

Daha önce ifade edildiği gibi çok sayıda strüktür çeşidi vardır ve bunlardan bazıları suyun geçirgenliğini iyileştirmede diğerlerine göre daha iyidir (Şekil 3). Bu açıdan şekil 3 incelediğinde farklı strüktür tiplerine bağlı olarak toprakta suyun tutulmasının ve hareketinin değiştiği görülmektedir. Öte yandan, toprak strüktüründeki bozulma, toprakta sıkışma,

hızlandırılmış erozyon, su ve tuz dengesizliği ve bunlara bağlı olarak toprak verimliliğinin azalması gibi bozucu süreçlerin başladığının da ön habercisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Lal, 1991). Örneğin, yapılan bazı çalışmalarda (Brady, 1990; Bolat, 2007; Öztürk ve Bolat, 2014; Bolat vd., 2015) toprağın sıkışmasına bağlı olarak gözenek hacminin azaldığı, buna karşılık hacim ağırlığının arttığı bildirilmektedir. Benzer şekilde toprak sıkışmasının, suyun infiltrasyonunu, permabilitiyi (hem suyun hem de havanın), bitki köklerinin gelişimini ve toprak mikroorganizmalarını olumsuz yönde etkilediği de vurgulanmaktadır (Kara ve Bolat, 2007; Frey vd., 2009; Cambi vd., 2015). Örnekleri verilen araştırmalardaki verilere göre çalışmaların yapıldığı alanların toprak strüktürünün bozulması sonucunda topraklara ait diğer özelliklerin (hacim ağırlığı, gözenek hacmi ve mikroorganizma faaliyetleri v.b.) de bozulmaya başladığı söylenebilir.

Toprak strüktürünün topraklardaki birçok süreci (meydana gelen olayları) kontrol ettiği kabul edilmektedir. Toprağın suyu tutması ve suyun sızması, gaz alışverişi, toprak organik maddesi ve besin dinamikleri, köklerin toprağın içine doğru girişini (penetrasyonu) ve hatta erozyona karşı toprağın duyarlılığı gibi olayları düzenler. Toprak strüktürü aynı zamanda sayısız toprak organizmasının yaşam alanını oluşturduğu için, canlıların çeşitliliğini etkiler ve aktivitelerini düzenler (Elliott ve Coleman, 1988; Rabot vd., 2018). Ayrıca toprak strüktürü, suyun toprağa sızmasını (infiltrasyonu), suyun topraktaki hareketini (perkolsayon), köklerin girebileceği derinliği, toprakta depolanabilecek su miktarı ile toprak havası, suyu ve toprak faunasının hareketini belirlediği için bitkisel üretimi etkileyen en önemli özelliklerden biridir (Hermavan ve Cameron, 1993; Langmaack, 1999; Coyne ve Thompson, 2006). Bu nedenle iyi strüktür (kırıntılı ve bloklu strüktür gibi), toprak içerisindeki hava ve suyun hareketini iyileştirirken, agregatlarda daha fazla suyun tutulmasına olanak sağlar (Şekil 4).

İyi strüktürde (kırıntılı, topraklı gibi) agregatlar arasındaki boşluklar olan gözenekler köklerin büyümesi için ideal ortam olduklarından, bitkinin kök büyümesini kolaylaştırmaktadır (Plaster, 1992; Coyne ve Thompson, 2006). Buna karşın kötü strüktüre sahip (masif strüktür gibi) (Şekil 4) bir toprakta ise bahsedilen özelliklerin tam tersi gerçekleşmektedir. Bu yüzden kötü strüktüre sahip bir toprağın strüktürünü ıslah etmenin en iyi yolu, toprağa sık sık organik madde eklemektir.



Şekil 4. Toprak strüktür biçimine bağlı olarak su ve havanın dolaşımı (Url, 3'ten değiştirilerek).

Bazı araştırmacılara (Pagliai vd., 2004) göre, toprak kalitesi kesinlikle toprak strüktürü ile ilgilidir ve yoğun tarım yapılan arazilerdeki erozyon, çölleşme ve sıkışmaya karşı duyarlılık (toprağın sıkışması) gibi çevresel hasarın çoğu toprak strüktürünün bozulmasından kaynaklanır. Brady (1990), toprakta suyun hareketi, ısı transferi, toprağın havalanması ve gözenekliliği gibi toprak koşulları ve özelliklerinin toprağın strüktüründen çok etkilendiğini ifade etmektedir. Aynı araştırmacıya göre, aslında, topraktan çeşitli ürünler elde etmek amacıyla çalışan kişilerin (çoğunlukla çiftçiler) toprağını sürme, ekme, drenajı, kireçleme ve gübreleme sırasında yapmış olduğu faaliyetlerin sonucunda meydana gelen önemli fiziksel değişiklikler, toprağın tekstürel (kum, toz ve kil oranının hacimsel dağılımı) özelliğini etkilemekten daha ziyade toprağın strüktürel özelliğini etkilemektedir.

Çoğu zaman toprak strüktürü agregatların dayanıklılık (stabilite) derecesi olarak ifade edilir. Bu yüzden agregat dayanıklılığı (stabilitesi), toprak strüktürünün bir göstergesi olarak kullanılır. Dolayısıyla toprak strük-

türündeki bir bozulma, toprağın verimliliğinde giderek artan bir şekilde kötüleşmenin olacağına bir işareti olarak görülmektedir (Chan vd., 2003; Bronick ve Lal, 2005).

Buraya kadar yapılan açıklamalardan anlaşılacağı üzere toprak strüktürünün ekolojik olarak değerlendirilmesi yapıldığında bitki gelişimi üzerinde doğrudan doğruya bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Öte yandan, bitki gelişimi üzerinde etkili olan toprağa ait birçok özelliği etkilemektedir. Bu bağlamda verilebilecek örnek sayısı da bir hayli fazladır. Toprak strüktürü toprağın havalanması, suyun tutulması ve buna bağlı olarak drenaj koşulları, toprak organik maddesi ve bitki besin maddelerin alınabilirliği, köklerin toprak içerisinde yayılımı ve gelişimi ile mikroorganizma faaliyeti gibi farklı toprak karakteristiklerini kontrol eden bir etkidir. Sayılan bu toprak karakteristiklerini olumlu yönde etkileyebilmesi için kırıntı büyüklüğü ve miktarı, gözenek büyüklüğü ve miktarı ile boyutu sınıflarının optimum derecede iyi olması gerekmektedir (Şekil 5). Belki de bu yüzden, Çepel (1985) tarafından ifade edilen “*toprak strüktürü, toprak verimliliğinin anahtarıdır*” özdeyişi birçok insan, özellikle de Toprak Bilimi Uzmanları tarafından, şimdiye dek kabul görerek benimsenmiştir. Topraktaki kırıntılaşma oranı, bitki gelişimi dışında, erozyon için de bir ölçü olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla toprak strüktürü, bitki gelişimi yanında, toprak koruma için de önemli fonksiyonları olan bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 5. İyi ve kötü strüktürde toprakta agregat oluşumu, gözeneklilik, hava ve suyun dolaşımı (Url, 4'ten değiştirilerek).

Strüktürsüz veya strüktürü bozulmaya başlamış toprakların ıslahı için yapılabilecekler şu şekilde özetlenebilir: Amaca uygun arazi kullanma, toprağa organik madde verme ve gübreleme, malçlama ve drenaj önlemleri alma, uygun toprak işleme yöntemleri ile uygulama yapma gibi yöntemler ile doğal strüktürün elverişsiz olduğu durumlarda, toprak strüktürü ıslah edilebilir.

KAYNAKLAR

- Bolat, İ. (2007). Farklı Arazi Kullanım Biçimlerinin Toprağın Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C_{mic}) ve Azot (N_{mic}) İçeriğine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış). ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. Bartın, 104 s.
- Bolat, İ., Melemez, K. & Özer, D. (2015). The influence of skidding operations on forest soil properties and soil compaction in Bartın, Turkey. *European Journal of Forest Engineering*, 1 (1): 1–8.
- Brady, N. C. (1990). *The Nature and Properties of Soils*. 10th Ed. New York: Macmillan, 621 pp.
- Bronick, C. J. & Lal, R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124: 3–22.
- Cambi, M., Certini, G., Neri, F. & Marchi, E. (2015). The impact of heavy traffic on forest soils: A review. *Forest Ecology and Management*, 338: 124–138.
- Chan, K. Y., Heenan, D. P. & So, H. B. (2003). Sequestration of carbon and changes in soil quality under conservation tillage on light textured soils in Australia: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43 (4): 325–334.
- Çepel, N. (1996). *Toprak İlmi*. İÜ Yayın No 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438, İstanbul, 288 pp.
- Çepel, N. (1985). *Toprak Fiziği*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No: 3313, O.F. Yayın No: 374, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 288 pp.
- Coyne, M. S. & Thompson, J. A. (2006). *Fundamental Soil Science*. Thomson Delmar Learning, Clifton Park, NY, 403 pp.
- Elliot, E. T. & Coleman, D. C. (1988). Let the soil work for us. *Ecological Bulletins*, 39: 23–32.
- Foth, H. D. (1984). *Fundamentals of Soil Science*. 7th ed. John Wiley and Sons, New York, 420 pp.
- Frey, B., Rüdte, A., Sciacca, S. & Matthies, D. (2009). Compaction of forest soils with heavy logging machinery affects soil bacterial community structure. *European Journal of Soil Biology*, 45: 312–320.
- Gardiner, D. T. & Miller, R. W. (2008). *Soils in Our Environment*. 11th ed. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 600 pp.
- Gupta, S., Sharma, P. & Defranchi, S. (1989). Compaction effects on soil structure¹. *Advances in Agronomy*, 42: 311–338.
- Hermavan, B. & Cameron, K. C. (1993). Structural changes in a silt loam under long-term conventional or minimum tillage. *Soil and Tillage Research*, 26: 139–150.

- Horn, R., Taubner, H., Wuttke, M. & Baumgartl, T. (1994). Soil physical properties related to soil structure. *Soil and Tillage Research*, 30: 187–216.
- Irmak, A. (1972). *Toprak İlmi*. İkinci baskı, İ.Ü. Yayın No: 1268, Orman Fakültesi Yayın No: 121, Taş Matbaası, İstanbul, 299 pp.
- Kantarıcı, 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. (2007). Influence of soil compaction on microfungus community structure in two soil types in Bartın Province, Turkey. *Journal of Basic Microbiology*, 47(5): 394–399.
- Lal, R. (1991). Soil structure and sustainability. *Journal of Sustainable Agriculture* 1: 67–91.
- Langmaack, M. (1999). Earthworm communities in arable land influenced by tillage, compaction, and soil. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 8: 11–21.
- Öztürk, M., & Bolat, İ. (2014). Transforming *Pinus pinaster* forest to recreation site: preliminary effects on LAI, some forest floor, and soil properties. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186: 2563–2572.
- Pagliai, M., Vignozzi, N. & Pellegrini, S. (2004). Soil structure and the effect of management practices. *Soil and Tillage Research*, 79: 131–143. doi:10.1016/j.still.2004.07.002.
- Plaster, E. J. (1992). *Soil Science and Management*. Second Edition. Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA, 514 pp.
- Rabot, E., Wiesmeier, M., Schlüter, S., & Vogel, H. (2018). Soil structure as an indicator of soil functions: A review. *Geoderma*, 314, 122–137. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.11.009>.

Faydalanılan İnternet Siteleri

- Url 1: <https://sozluk.gov.tr/>, erişim tarihi 04.10.2021 (Türk Dil Kurumu, 2021).
- Url 2: <http://www.fao.org/3/r4082e/r4082e03.htm>, erişim tarihi 05.10.2021.
- Url 3: http://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706e/x6706e07.htm, erişim tarihi 05.10.2021.
- Url 4: <https://biologyreader.com/soil-structure-and-texture.html>, erişim tarihi 06.10.2021.

Bölüm 3

KARGI KAMIŞI (*ARUNDO DONAX* L.) BİTKİSİNDE FARKLI BİÇİM ZAMANLARININ OT VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Mehmet BAŞBAĞ¹

Mehmet Salih SAYAR^{2}*

Erdal ÇAÇAN³

1 Prof.Dr. Mehmet BAŞBAĞ, Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 21280, Sur, Diyarbakır- Orcid.org /0000-0002-7853-7604

2 Doç.Dr. Mehmet Salih SAYAR, Dicle Üniversitesi, Bismil Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 21500, Bismil, Diyarbakır- Orcid.org / 0000-0002-5834-5277

*Sorumlu Yazar: msalihsayar@hotmail.com

3 Doç.Dr. Erdal ÇAÇAN, Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 12000, Merkez, Bingöl -Orcid.org/0000-0002-9469-2495

GİRİŞ

Buğdaygiller familyasından çok yıllık bir tür olan ve 5 m'ye kadar boylanabilen kargı kamışı (*Arundo donax* L.) bitkisi, genellikle su kenarlarında ve bataklık alanlarda yaygınlık göstermektedir (Serin vd., 2008). Geniş ekolojik koşullara uyum sağlayabilen bu bitki, dünya üzerinde geniş bir yayılım alanına sahip olmuştur (Pardeu 1958; Arslan ve Şahin 2014). İnsanların binlerce yıldan beri değişik şekillerde faydalandığı kargı kamışı bitkisinin faydalanma biçimleri arasında; üflemleri çalgı aleti yapımı (özellikle ney), geleneksel eşya yapımı, bitkisel dokumacılık ve kağıt endüstrisinde kullanma sayılabilir (Arslan ve Şahin, 2014). Bunlara ek olarak özellikle turizm bölgelerinde bu bitkiden plaj şemsiyesi, turistler için süs sepetleri ve yazlık evler için kamelya çatılığı olarak istifade edilerek, bu bölgelerdeki insanlar için iyi bir geçim kaynağı olmaktadır (Kalkan ve Gönül, 2018; Polat vd., 2013). Kısır bitki olması nedeniyle tohum üretemeyen kargı kamışı bitkisi, eşeysiz olarak çoğalmaktadır (Arslan vd., 2021). Rizomlara sahip olması nedeniyle vejatatif olarak kolay çoğalma ve yayılma özelliğine sahip olan bu bitki, bu nedenle istilacı olarak tanımlanmış (Gordon, 2011), yılın çoğu döneminde biçim verebilme özelliğine sahip olduğu bildirilmiştir (Odero vd. 2011). Yıllık biçimler toplamı hektara yaklaşık 100 ton yeşil aksam verebilme potansiyeline sahip olan kargı kamışı bitkisi, enerji düzeyi yüksek olan avantajlı bir biyokütle kaynağı olarak gösterilmektedir (Shatalov ve Pereira, 2000; Aslan vd., 2021).

Kargı kamışı bitkisinde daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında; Tansı vd. (2018) Çukurova bölgesi ve orta Kızılırmak havzası koşullarında bazı çok yıllık serin ve sıcak mevsim buğdaygillerin enerji bitkisi olarak performanslarının belirlenmesi amacıyla yürüttükleri araştırmada, kargı kamışı bitkisinde incelenen özelliklerin aşağıdaki şekilde değişim gösterdiğini bildirmişlerdir; bitki boyu 363-383 cm, biyokütle verimi 50.5-67.2 t/ha, nem oranı %45.7-52.1, kuru madde verimi 23.8-38.8 t/ha, selüloz oranı %38.3-38.7, hemiselüloz oranı %24.5-24.7, lignin oranı %11.3-11.4, fosfor oranı 0.8-0.9 g/kg, potasyum oranı 9.8-11.8 g/kg, kalsiyum oranı 2.3-2.8 g/kg ve magnezyum ve oranını 1.2-1.3 g/kg. Aynı araştırmacılar bu sonuçlarla kargı kamışı bitkisinin incelenen türler arasında en yüksek kuru madde verimine sahip tür olmasına rağmen, net enerji miktarının düşük olduğunu vurgulamışlardır. Öte yandan, Güney İtalya'da *Arundo donax* bitkisi klonlarında bitki boyu 275-339 cm ve biomas verimi ise 10.6-22.1 t/ha aralığında tespit edilmiştir (Cosentino vd., 2006). İspanya'da yürütülen ve *Arundo donax*'a farklı gübre dozlarının biomas verimi üzerindeki etkisinin incelendiği bir araştırmada ise, 0 azot dozunda iki yılın ortalaması olarak ADF oranı %41.95, NDF oranı %70.58, ADL oranı %6.50, N oranı %0.25, P içeriği 398 mg/kg ve K içeriği 7790 mg/kg olarak belirlenmiştir (Cano-Ruiz et al., 2020). Son olarak, Portekiz'de bazı istilacı türlerin po-

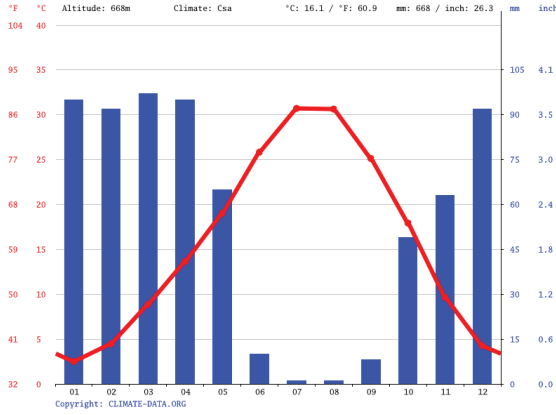
tansiyel besleme değerlerinin belirlenmeye çalışıldığı bir araştırmada ise *Arundo donax* bitkisinde ham protein oranı %13.25, ADF oranı %39.72, NDF oranı %75.87 ve sindirilebilir kuru madde oranı da %55.02 olarak tespit edilmiştir (Maduro Dias vd., 2020).

Son yıllarda Devlet desteklemeleri ile Ülkemizdeki yem bitkisi ekim alanlarında önemli artışlar meydana gelmiş olmasına rağmen, ülke hayvancılığının halen en önemli problemlerinin başında kaliteli kaba yem açığı gelmektedir (Sayar vd., 2010). Bu kaliteli kaba yem açığını kapatmak için birim alandan yüksek ot verimine sahip alternatif yeni bitki türlerinin yem bitkisi olarak ülke tarımına kazandırılması büyük önem arz etmektedir (Tan ve Temel, 2017; Başbağ vd., 2018). Bu çalışma, kargı kamışı bitkisi otunun hayvan beslenmesinde alternatif bir kaba yem kaynağı olarak kullanılabilme olanağını araştırmak amacıyla ele alınmış olup, araştırmada farklı biçim zamanlarının bitkinin ot verimi ve kalitesine olan etkileri incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Dicle Üniversitesi Kampüs alanında bulunan dere yatağındaki kargı kamışı (*Arundo donax* L.) doğal vejetasyon bitkileri bu araştırmanın materyalini oluşturmuştur. Araştırmanın yürütüldüğü dere yatağındaki alan, araştırma başlamadan kısa zaman önce yangına maruz kalmış, bu nedenle araştırma materyali olarak kullanılan bitkiler yangın sonrası yeniden yeşerip gelişim gösteren kargı kamışı bitkilerinden oluşmuştur. Ayrıca araştırma alanında araştırmanın yürütüldüğü dönem boyunca kurumuş olup, çalışma süresince herhangi bir yağış ve sulama olmamıştır. Deniz seviyesinden yaklaşık 640 m yükseklikte bulunan araştırma alanı, tipik karasal iklim özelliğine sahiptir. Diyarbakır iline ait uzun yıllar iklim verileri Şekil 1'deki grafikte verilmiştir. Şekil 1 incelendiğinde; Diyarbakır'da yıllık ortalama sıcaklığın 16.1 °C olduğu, ilin en yüksek sıcaklıklarının Temmuz ve Ağustos aylarında, en düşük sıcaklık değerlerinin ise Ocak ayında olduğu görülmektedir. Yine Şekil 1'de Diyarbakır iline ait aylık toplam yağış değerleri incelendiğinde ise; Diyarbakır iline düşen yağışın çok önemli kısmının Kasım-Nisan arası dönemde düştüğü, yaz aylarında ise özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında hemen hemen hiç yağış düşmediği görülmektedir.



Şekil 1. Diyarbakır iline ait aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış miktarı (Anonim, 2020)

Metot

Bu çalışma, Dicle Üniversitesi kampüs alanında bulunan dere yatağında 500 m²'lik alana sahip kargı kamışı bitkisinin yoğun bulunduğu doğal sazlık alanda yürütülmüştür. Araştırma alanında farklı zamanların etkisini tam ortaya koymak için benzer özelliklere sahip her biri 4 m²'den oluşan (2 m x 2 m) 12 adet parsel belirlenmiştir. Biçim zamanları arasındaki süre 20 gün olacak şekilde 4 farklı biçim zamanında (1. Biçim Zamanı 15 Temmuz 2020, 2. Biçim Zamanı 4 Ağustos 2020, 3. Biçim Zamanı 24 Ağustos 2020 ve 4. Biçim Zamanı 13 Eylül 2020) biçim yapılarak gözlemler alınmıştır. Her bir biçim zamanında rastgele seçilen 3 adet parselin her birinden rasgele seçilen 10 bitkiden incelenen özelliklere ait gözlemler alınmış, 10 bitki aritmetik ortalaması parsel ortalaması olarak kabul edilmiştir. Bitki boyu ölçümleri mm hassasiyetli metre ile yapılırken, bitki ana sap kalınlığı ölçümleri hassas digital kumpas ile yapılmış, bitki başına yaş ve kuru ot ölçümleri ise 0.01 hassasiyetine sahip hassas terazi ile yapılmıştır. Biçimi yapılacak parsellerde gözlem için bitki seçimleri yapıldıktan sonra parseldeki bitkiler biçilerek her bir parselden 250 g'lık yaş ot örnekleri 3-5 cm parçalar halinde kesilerek kurutma dolabında (Memmert ULM 800) 70 °C'de 24 saat süreyle kurutulmuştur. Her biçimden alınan parsellere ait kuru ot örnekleri laboratuvar tipi değirmende öğütülmüş, 1 mm çaplı numune eleğinde elendikten sonra analize hazır hale getirilmiştir. Kalite analizi Dicle Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (DÜBTAM) laboratuvarında NIRS (Near Infrared Spectroscopy, Foss Model 6500) cihazında yapılmıştır (Başaran vd., 2011; Çınar, 2012; Sayar, 2014; Başbağ vd., 2021). Analizlerde ham protein (HP), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), fosfor (P) ve potasyum (K) içe-

rikleri tespit edilmiştir.

Araştırmada ADF ve NDF değerlerinden faydalanılarak bitki türlerinin; sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değeri (NYD) aşağıdaki eşitliklerine göre hesaplanmıştır (Schroeder, 1994; Morrison, 2003).

$$\text{SKM (\%)} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ ADF})$$

$$\text{KMT (\%)} = 120 / \text{NDF}$$

$$\text{NYD} = (\% \text{ SKM} \times \% \text{ KMT}) / 1.29$$

Araştırmada türlerin yem kalite dereceleri, Lacefield (1988) tarafından geliştirilen ve Çizelge 1'de belirtilmiş olan sınıflandırmaya göre yapılmıştır.

Çizelge 1. Kuru madde üzerinden kaba yemlerin kalite standartları (Lacefield, 1988)

Kalite Standartları	HP % of KM	ADF	NDF	SKM (%)	KMT %	NYD
P	>19	<<31	<<40	>65	>3.0	>151
1	17-19	31-35	40-46	62-65	3.0-2.6	151-125
2	14-16	36-40	47-53	58-61	2.5-2.3	124-103
3	11-13	41-42	54-60	56-57	2.2-2.0	102-87
4	8-10	43-45	61-65	53-55	1.9-1.8	86-75
5	<<8	>45	>65	<<53	<<1.8	<<75

İstatistiksel Analiz

Araştırmadan elde edilen veriler JMP istatistik paket programında analize tutulmuştur (JMP Pro 14.0.0, 2018). İncelenen özelliklere ait ortalamalar arasında bulunan farklılık durumları LSD (% 5) çoklu karşılaştırma testiyle (Steel ve Torrie, 1980) ortaya konulmuştur.



Şekil 2: Araştırmanın yürütüldüğü doğal alandaki kargı kamışı bitkisine ait görüntüler.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kargı kamışı bitkisinde farklı biçim zamanlarında saptanmış olan bitki boyu, ana sap kalınlığı, bitki başına yeşil ot verimi, bitki başına kuru ot verimi ve kuru ot oranı özelliklerine ait ortalamalar Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2’deki beş özellik bakımından biçimler arasında 0.01 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı biçim zamanlarında kargı kamışı bitkisinde (*Arundo donax* L.) bitki boyu, ana sap kalınlığı, bitki başına yeşil ot verimi, bitki başına kuru ot verimi ile kuru ot oranı özelliklerine ait ortalamalar ve oluşan gruplar*

Biçim Zamanları	Bitki Boyu (cm)	Ana Sap Kalınlığı (mm)	Yaş Ot Verimi (g/bitki)	Kuru Ot Verimi (g/bitki)	Kuru Ot Oranı (%)
1. Biçim Zamanı	37.35 d	6.81 a	12.44 d	2.04 d	16.38 d
2. Biçim Zamanı	82.19 c	6.43 b	27.96 c	7.62 c	27.27 c
3. Biçim Zamanı	106.00 b	6.24 b	34.50 b	11.19 b	32.43 b
4. Biçim Zamanı	134.27 a	5.95 c	42.30 a	15.51 a	36.48 a
Ortalama	89.95	6.36	29.30	9.09	28.14
LSD (0.05)	3.49**	0.20**	2.72**	1.21**	1.80**
CV (%)	2.43	1.98	5.80	8.32	3.99

*: Aynı sütun içerisinde benzer harf grubu ile gösterilen ortalamalar, LSD (%5)’e göre farklı değildir.

** : $P \leq 0.01$

Araştırma bulgularına göre kargı kamışı bitkisinde farklı biçim zamanları arasında bitki boyu değerleri 37.35 cm ile 134.27 cm arasında değişim göstermiştir. En yüksek bitki boyu değeri en son biçim zamanı olan 4. Biçimde kaydedilirken, en düşük bitki boyu ise 1. Biçimde kaydedilmiştir (Çizelge 2). Kargı kamışında 4. Biçim zamanında en yüksek bitki boyuna ulaşma nedeni olarak; bitkinin vejetatif gelişimi için daha uzun süreye sahip olması gösterilebilir. Araştırmada kargı kamışında saptanmış olan bitki boyu değerleri daha önce araştırmacıların aynı bitki türünde bildirdiği değerlerden daha düşük bulunmuştur (Cosentino vd., 2006; Angelini vd., 2009; Tansı vd., 2018). Bitki boyu değerlerinin literatür değerlerinden daha düşük olma nedeni olarak; araştırma alanın araştırma süresinden az bir süre önce yangına maruz kalmış olması ve araştırma alanın yağış ve sulamadan yoksun susuz alan olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim birçok araştırmacı kargı kamışı bitkisinin daha çok su sorunu olmayan dere, nehir, göl ve bataklık gibi alanların kenarlarında daha iyi gelişim gösterdiğini bildirmiştir (Serin vd., 2008; Tansı vd. 2018; Arslan vd., 2021).

Kargı kamışı bitkisinde ana sap kalınlığı değerleri 5.95 mm ile 6.81 mm arasında değişim göstermiştir. Bitki boyu özelliği ile zıt olarak, en yüksek ana sap kalınlığı 1. Biçimde elde edilirken, en düşük ana sap kalınlığı ise 4. Biçimde saptanmıştır. Araştırmada ana sap kalınlığı özelliği bakımından 2. Biçim ve 3. Biçim zamanları arasında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmamıştır (Çizelge 2). Bitki ana sap kalınlığının geç biçimlerde daha düşük olmasının nedeni olarak, zamanın ilerlemesiyle bitkinin sap kısmında bulunan kuru maddeyi boy uzatmada kullanması gösterilebilir. Erickson vd. (2012) ve Scordia vd. (2015)'nin kargı kamışında bildirdikleri ana sap kalınlığı özelliğine ilişkin değerler, araştırmada elde ettiğimiz ana sap kalınlığı değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Araştırmadan elde edilen ana sap kalınlığına ilişkin bulgularımızın daha düşük olmasının nedeni olarak, araştırmamızın yürütüldüğü alanın kurak olması ve bitkilerin yangından sonra yeni gelişim dönemlerinin başlangıcında olmaları gösterilebilir (Şekil 2).

Çizelge 2'de kargı kamışı bitkisinde biçimler arasındaki bitki başına yaş ot verimi, bitki başına kuru ot verimi ile kuru madde oranı özelliklerine ilişkin ortalamalar incelendiğinde; bitki başına yaş ot verimi ortalamaları 12.44 gr ile 42.30 g arasında değişim gösterirken, bitki başına kuru ot verim değerleri ise 2.04 g ile 15.51 g arasında, kuru ot oranları ise biçimler arasında %16.38 ile %36.48 arasında değişim göstermiştir. Bitki başına yaş ot verimi, bitki başına kuru ot verimi ve kuru ot oranı özelliklerinde en düşük değerler ilk biçim olan 1. Biçimde elde edilirken, ilerki zamanlarda yapılan biçimlerde kargı kamışı bitkisinde elde edilen bitki başına yaş ot ve kuru ot verimleri ile birlikte yaş ottaki kuru ot oranında da önemli ölçüde artışlar gözlemlenmiştir. Araştırma bulgularımızla uyumlu olarak, Açıkgöz (2001) bitkilerde daha geç zamanlarda yapılan biçimlerde ot verim değerlerinin artış göstermesine karşılık, elde edilen otun kalite değerlerinde düşüş olduğunu bildirmiştir.

Kargı kamışı bitkisinin ham protein (HP) oranı, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) oranı, nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) oranı, sindirilebilir kuru madde (SKM) oranı, kuru madde tüketim (KMT) oranı ile nispi yem değeri (NYD) özelliklerine ilişkin biçimler arasında tespit edilen ortalamalar Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde; HP, NDF ve KMT özellikleri bakımından biçimler arasında istatistiksel olarak çok önemli farklılık ($P < 0.01$) tespit edilmesine rağmen, ADF, SKM ve NYD özellikleri bakımından biçimler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P > 0.05$).

Çizelge 3. Farklı biçim zamanlarında kargı kamışı bitkisinde (*Arundo donax* L.) ham protein (HP), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketim (KMT) oranı ve nispi yem değeri (NYD) özelliklerine ait ortalamalar ve oluşan gruplar*

Biçim Zamanları	HP (%)	ADF (%)	NDF (%)	SKM (%)	KMT (%)	NYD
1. Biçim Zamanı	15.72 a	45.00	70.33 c	53.85	1.71 a	71.23
2. Biçim Zamanı	13.04 b	48.50	72.15 b	51.12	1.66 b	65.90
3. Biçim Zamanı	11.50 b	50.00	72.37 b	49.95	1.66 b	64.21
4. Biçim Zamanı	10.50 b	52.25	74.13 a	48.20	1.62 c	60.48
Ortalama	12.69	48.94	72.24	50.78	1.66	65.46
LSD (0.05)	2.67**	ÖD	1.69**	ÖD	0.04**	ÖD
CV (%)	13.2	11.1	1.47	8.35	1.48	7.98

*: Aynı sütun içerisinde benzer harf grubu ile gösterilen ortalamalar, LSD (%5)'e göre farklı değildir.

** : $P \leq 0.01$; ÖD: İstatistiksel olarak önemli değil $P > 0.05$

Otun besleyicilik özelliği üzerinde önemli etkisi olan ham protein (HP) oranı hayvan yemi olarak kullanılacak otlarda mümkün olduğu kadar yüksek olması istenilmektedir (Açıkgöz 2001, Başbağ ve ark., 2020). Araştırmada kargı kamışı bitkisinde farklı biçim zamanlarında tespit edilen HP oranı ortalamaları %10.50 ile %15.72 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). En yüksek HP oranı 1. Biçimde elde edilirken, en düşük HP oranı ise 4. Biçimde elde edilmiştir. Farklı biçim dönemlerinde kargı kamışında ham protein oranının %3.11 ile %9.36 arasında değişim gösterdiğini bildiren Fulong vd. (2017) biçim zamanının gecikmesiyle bitkide ham protein oranının büyük oranda düştüğünü vurgulamışlardır. Araştırmamızda kargı kamışında saptamış olduğumuz ham protein değerleri Fulong vd. (2017) tarafından saptanmış olan, ham protein oranı değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın nedeni olarak ekolojik koşulların ve genotiplerin farklı olmasının yanında, araştırmamızdaki bitkilerin daha erken gelişim döneminde olmasıyla da açıklanabilir. Nitekim Açıkgöz (2001) yem bitkisi türlerinde geç biçimlerde ottaki ham protein oranının düşme nedeni olarak, bitki aksamında zamanın ilerlemesiyle meydana gelen selüloz ve lignin gibi hayvanlar tarafından sindirilemeyen maddelerin oranındaki artışa bağlamıştır.

Yem bitkisi otlarındaki asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) oranı, nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) oranı özellikleri, otların hayvanlar tarafından sindirilebilirlik ve alınabilirlikleriyle ilgili iki önemli özelliktir. Hayvan beslenmesinde kullanılan kaba yemlerde iyi bir kalite

için ADF ve NDF oranlarının mümkün olduğu kadar düşük olması arzu edilmektedir (Schroeder, 1994; Sayar vd., 2014). Araştırmada kargı kamışı bitkisinde biçimlerde tespit edilen ADF oranları %45.00 ile %52.25 arasında değişim gösterirken, NDF oranları ise %70.33 ile %74.13 arasında değişim göstermiştir. Çalışmada ADF ve NDF oranlarının erken zamanda yapılan biçimlerde düşük, sonraki biçimlerde ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla kargı kamışı bitkisinde ilk biçimlerde elde edilen otun, sonraki biçimlerde elde edilen ota göre daha iyi kalite değerlerine sahip olduğu söylenebilir. Araştırma bulgularımızla uyumlu olarak Fulong vd. (2017) kargı kamışı bitkisinde ilk zaman biçimlerinde ADF ve NDF oranlarının geç biçimlere göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca benzer görüşler farklı yem bitkisi türlerinde değişik biçim zamanları üzerine araştırma yapan araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Yavuz 2017; Atış vd. 2019).

Kargı kamışı bitkisinde biçim zamanları arasında sindirilebilir kuru madde (SKM) oranı %48.20 ile %53.85 arasında değişim göstermekle beraber, bu özellik bakımından biçimler arasında istatistiki fark önemsiz bulunmuştur. Kargı kamışı bitkisi otunun kuru madde tüketim (KMT) oranları ise biçimler arasında %1.62 ile %1.71 oranında değişim göstermiştir. Kuru madde tüketim oranı en yüksek olan biçim 1. Biçim zamanı olurken, en düşük kuru madde tüketim oranı ise 4. Biçim zamanında saptanmıştır. Araştırmada nisbi yem değerleri ise (NYD) 60.5 ile 71.2 arasında değişim göstermiştir. SKM ve KMT özelliklerinde olduğu gibi NYD özelliğinde de ilerleyen zamanlarda yapılan biçimlerde bu özelliklere ait değerlerde düşüş gözlemlenmiştir (Çizelge 3). Lacefield (1988) tarafından belirlenen kaba yem kalite sınıflandırma ıskalasına göre, kargı kamışı bitkisi otu NYD değerlerine göre tüm biçimler için en düşük ot kalite sınıfı olan 5. kalite sınıfında yer almıştır (Çizelge 1, Çizelge 3). Geç biçimlerde SKM, KMT ve NYD değerlerinin daha düşük olmasının nedeni bu biçimlerde ADF ve NDF değerlerinin daha düşük olmasıyla açıklanabilir. Benzer şekilde Başbağ vd. (2021) ADF, NDF değerleriyle SKM, KMT ve NYD değerleri arasında zıt ilişki olduğunu bildirmiştir.

Farklı zamanlarda biçilen kargı kamışı bitkisinde saptanmış olan kalsiyum (Ca), potasyum (K), magnezyum (Mg) ve fosfor (P) oranlarına ait ortalamalar ve oluşan gruplar Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde; incelenen dört mineral madde içeriği bakımından da istatistiksel olarak 0.01 düzeyinde önemli farklılıklar olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Farklı biçim zamanlarında kargı kamışı bitkisinde (*Arundo donax* L.) kalsiyum (Ca), potasyum (K), magnezyum (Mg) ve fosfor (P) oranlarına ait ortalamalar ve oluşan gruplar

B biçim Zamanları	Ca (%)	K (%)	Mg (%)	P (%)
1. Biçim Zamanı 0.20 b		5.31 b	0.47 a	2.16 a
2. Biçim Zamanı 0.25 a		5.47 b	0.37 b	1.91 b
3. Biçim Zamanı 0.28 a		5.86 a	0.35 c	1.83 bc
4. Biçim Zamanı 0.26 a		6.14 a	0.33 d	1.63 c
Ortalama	0.25	5.69	0.38	1.88
LSD (0.05)	0.04**	0.02**	0.20**	0.33**
CV (%)	10.77	3.59	3.12	6.67

*: Aynı sütun içerisinde benzer harf grubu ile gösterilen ortalamalar, LSD (%5)'e göre farklı değildir.

** : $P \leq 0.01$

Farklı zamanlarda biçilen kargı kamışı bitkisinde kalsiyum (Ca) içerikleri %0.20 ile %0.26 arasında değişim göstermiştir. En düşük Ca oranı 1. Biçim zamanında kaydedilirken, diğer üç biçim zamanları arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir (Çizelge 4). Daha önce yapılan çalışmalarda kargı kamışında Ca oranı %0.05 ile %0.33 arasında değişim gösterdiği bildirilmektedir (Dahl ve Obernberger, 2004; Monti vd. 2008; Smith ve Slater, 2010; Tansı vd. 2018). Tajeda vd. (1985) ile Ayan vd. (2010)'nin bildirdiklerine göre, büyükbaş ve küçükbaş hayvanların beslenmesinde kullanılacak kaba yemlerde kalsiyum (Ca) oranının en az %0.30 olması gerekmektedir. Kargı kamışında saptamış olduğumuz Ca oranlarının çiftlik hayvanlarının yaşam gereksinimleri için gerekli olan Ca oranından daha düşük oranda olduğu tespit edilmiştir. Bulgularımızı doğrular şekilde Monti vd. (2008) inceledikleri çok yıllık buğdaygil türleri arasında en düşük Ca oranını kargı kamışı türünde olduğunu bildirmişlerdir. Kargı kamışı otunda Ca oranı düşük olması nedeniyle bu ot ile beslenecek hayvanlara kalsiyum eksikliğini gidermek için ayrıca Ca içeriği bakımından zengin yemler verilmesi gerekmektedir. Sabah ve Çelik (2001) ve Sayar (2016)'ın bildirdiğine göre; kalsiyum hayvan sağlığı açısından önemli bir element olup, eksikliğinde genç çiftlik hayvanların kemik gelişiminde gerilemeye, yaşlı olanlarda kemik gelişim bozukluğuna, kanatlı hayvanlarda ise yumurta kabuğunun olması gerekenden daha ince olmasına neden olmaktadır.

Araştırmada kargı kamışında farklı biçim zamanlarında potasyum (K) oranları %5.31 ile %6.14 arasında değişim göstermiştir. Bu içerik de-

ğerleriyle potasyum elementi, kargı kamışında en fazla bulunan inorganik element olmuştur. En yüksek potasyum içeriği 3. Biçim ve 4. Biçimlerden elde edilirken, 1. Biçim ve 2. Biçimden elde edilen potasyum oranları diğer son iki biçimden elde edilenlere göre daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4). Araştırmadan elde edilen veriler ışığında, kargı kamışında geç dönemde yapılan biçimlerden elde edilen potasyum oranının, erken dönemde yapılan biçimlere göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Araştırmada kargı kamışında farklı biçim zamanlarında belirlenmiş olan potasyum değerleri Khan vd. (2007) ile Sayar (2016) tarafından hayvan gereksinimleri için gerekli görülen %0.8'lik potasyum oranından çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada kargı kamışının farklı biçim zamanlarında tespit edilen magnezyum (Mg) oranları %0.33 ile %0.47 arasında değişim göstermiştir. Önemli bir nokta olarak, araştırmada kargı kamışı Mg içeriğinin biçimlerin ilerlemesiyle düzenli bir şekilde düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Böylece en yüksek Mg içeriği 1. Biçimde, en düşük Mg içeriği ise 4. Biçimden elde edilmiştir. Anti-stress minerali olarak da bilinen Mg elementi, hayvan duyarlılıklarını azaltarak, hayvanların sakinleşmelerinde önemli rol oynamaktadır. Çiftlik hayvanlarının gereksinimlerinin karşılanması için kaba yemlerde bulunması gereken Mg oranı %0.20 olarak bildirilmiştir (Tajeda vd., 1985; Garg vd., 2003). Çalışmamızda kargı kamışının tüm biçimlerinde saptanmış olan Mg oranları, hayvanların ihtiyaç duyduğu Mg oranının oldukça üzerinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Araştırmada kargı kamışının farklı biçim zamanlarında saptanmış olan fosfor (P) oranları %2.16 ile %1.63 arasında değişim göstermiştir. Araştırmada biçimlerle fosfor oranındaki değişim, Mg elementinde olduğu gibi, biçim zamanlarının ilerlemesiyle düşüş gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek fosfor oranı 1. Biçim zamanında elde edilirken, en düşük fosfor içeriği 4. Biçim zamanında elde edilmiştir. Huffman vd. (1933) hayvanların yaşam gereksinimleri için aldıkları kuru madde içerisinde fosfor oranının %0.20 olması durumunda düşük, kuru madde içindeki fosfor oranının %0.41 olması durumunda ise ideal olacağını bildirmişlerdir. Araştırmada kargı kamışının tüm biçim zamanlarında tespit edilen fosfor değerleri, hayvanların gelişimleri için ihtiyaç duydukları fosfor oranının oldukça üzerinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4).

SONUÇ VE ÖNERİLER

- Kargı kamışı (*Arundo donax* L.) bitkisinde biçimlerin ot verim ve kalite özelliklerine etkisinin incelendiği bu çalışma, 2020 yılının yaz-sonbahar döneminde Dicle Üniversitesi Kampüs alanındaki kargı kamışı bitkisinin yoğun bulunduğu doğal vejetasyonda yürütülmüştür.

- Araştırmada incelenen, bitki boyu, ana sap kalınlığı, bitki başına yaş ot verimi, bitki başına kuru ot verimi, kuru ot oranı, ham protein (HP) oranı, nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) oranı, kuru madde tüketim (KMT) oranı, kalsiyum (Ca) oranı, potasyum (K) oranı, magnezyum (Mg) oranı- ve fosfor (P) oranı özellikleri bakımından biçim zamanları arasında istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.01$) farklılıklar tespit edilmiştir. Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) oranı, sindirilebilir kuru madde (SKM) oranı ve nispi yem değeri (NYD) özellikleri bakımından ise biçim zamanları arasında istatistiksel fark önemsiz bulunmuştur.

- Araştırmada kargı kamışı bitkisinin farklı biçim zamanları arasında incelenen özellikler aşağıdaki aralıklarda değişim göstermiştir. Bitki boyu -37.35-134.27 cm, ana sap kalınlığı- 5.95-6.81 mm, bitki başına yaş ot verimi- 12.44-42.30 g/bitki, bitki başına kuru ot verimi- 2.04-15.51, kuru ot oranı- %16.38-%36.48, ham protein (HP) oranı- %10.50-%15.72, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) oranı- %45.00-%52.35, nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) oranı- 70.33-74.13, sindirilebilir kuru madde (SKM) oranı- %48.20-%53.85, kuru madde tüketim (KMT) oranı- %1.62-%1.71, nispi yem değeri (NYD)- 60.48-71.23, kalsiyum (Ca) oranı- %0.20-%0.28, potasyum (K) oranı- %5.31-%6.14, magnezyum (Mg) oranı- %0.33-%0.47 ve fosfor (P) oranı- %1.63-%2.16.

- Araştırma bulgularına göre; kargı kamışı bitkisinde biçimlerin ilerlemesiyle bitki boyu, bitki başına yaş ot verimi, bitki başına kuru ot verimi ve kuru ot oranı, ADF, NDF, Kalsiyum (Ca) ve Potasyum (K) oranı değerlerinde artış olduğu tespit edilirken, ana sap kalınlığı, ham protein oranı, SKM, KMT, Mg ve P değerlerinde ise düşme olduğu tespit edilmiştir. Böylece biçimlerin gecikmesiyle ot verim değerlerinde oldukça yüksek artışlar meydana gelirken, ot kalite özelliklerinde ciddi oranlarda düşüşler meydana gelmiştir. Ot kalitesine öncelik verilecekse mümkün olduğunca erken biçim yapılması önerilmektedir.

- Araştırmada kargı kamışının farklı biçim zamanlarında saptanmış olan K, Mg ve P içerikleri, çiftlik hayvanlarının gelişimleri için yeterli görülmesine karşılık, Ca içeriği ise hayvan gereksinimlerinden daha düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle kargı kamışı bitkisinin kaba yem olarak yoğun şekilde hayvan beslenmesinde kullanılması durumunda, hayvanlara Ca oranı bakımından zengin diğer yemlerin de verilmesi gerekir.

- Araştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, yüksek oranlarda ot üretim potansiyeli bulunan, kargı kamışı bitkisinde ot kalite değerlerinin özellikle de sindirilebilirlik ile ilgili oranlar düşük bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E. (2001). Yem Bitkileri. Yenilenmiş 3. Baskı. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü. Uludağ Üniversitesi Vakfı Yayın No: 182. 584 s., Bursa.
- Angelini, L.G., Ceccarini, L., o Di Nasso, N.N. and Bonari, E. (2009). “Comparison of *Arundo donax* L. and *Miscanthus x giganteus* in a long-term field experiment in Central Italy: Analysis of productive characteristics and energy balance”, *Biomass and Bioenergy*, 33, 635-643.
- Anonim. (2020). Dünya Geneli Şehirlerde İklim Verileri, <https://tr.climate-data.org>.
- Arslan, M. B. ve Şahin, H. T. (2014). Alternatif Hammadde Kaynağı Olarak Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Üzerine Bir İnceleme. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18(3), 90-96.
- Arslan, M. B., Gümüştas, S. ve Yücel, A. (2021). Gizli Kalmış Bir Enerji Kaynağı: Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.). Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(1), 167-178.
- Atış, İ. , Celıktas, N. , Can, E. and Yılmaz, S. (2019). The effects of cutting intervals and seeding rates on forage yield and quality of alfalfa . *Turkish Journal Of Field Crops*, 24 (1) , 12-20 . DOI: 10.17557/tjfc.562632
- Ayan, I., Mut, H., Önal-Ascı, O., Basaran, U. and Acar, Z., 2010. Effect of manure application on the chemical composition and nutritive value of rangeland hay. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(13):1852-1857.
- Başaran, U., Mut, H., Önal Aşçı, Ö., Acar, Z. ve Ayan, İ. (2011). Variability in forage quality of Turkish grass pea (*Lathyrus sativus* L.) landraces. *Turkish Journal Field Crops*, 16(1): 9-14.
- Başbağ, M., Çağan, E., Sayar, M.S. ve Karan, H. (2018). Identification of certain agricultural traits and inter-trait relationships in the *Helianthemum ledifolium* (L.) MILLER var. *lasiocarpum* (Willk.) Bornm. *Pakistan Journal of Botany*, 50(4): 1369-1373.
- Başbağ, M., Sayar, M.S. and Çağan, E., (2020). Güneydoğu Anadolu Bölgesinin farklı lokasyonlarından toplanan *Salvia multicaulis* VAHL. türünde ot kalite değerlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (TURJAF)*, 8(7): 1492-1496. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i7.1492-1496.3373>
- Basbag, M., Sayar, M.S., Cacan, E. and Karan, H. (2021). Determining quality traits of some concentrate feedstuffs and assessments on relations between the feeds and the traits using biplot analysis. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(2A): 1627-1635.
- Cano-Ruiz, J., Sanz, M., Curt, M. D., Plaza, A., Lobo, M. C. ve Mauri, P. V. (2020). Fertigation of *Arundo donax* L. with different nitrogen rates for

- biomass production. *Biomass and Bioenergy*, 133, 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.105451>
- Cosentino, S. L., Copani, V., D'Agosta, G. M., Sanzone, E. ve Mantineo, M. (2006). First results on evaluation of *Arundo donax* L. clones collected in Southern Italy. *Industrial Crops and Products*, 23(2), 212–222. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2005.06.004>
- Çınar, S. (2012). Çukurova taban koşullarında bazı çok yıllık sıcak mevsim buğdaygil yem bitkilerinin yonca (*Medicago sativa* L.) ile uygun karışımlarının belirlenmesi. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Dahl, J. and Obernberger, I. (2004). "Evaluation of the combustion characteristics of four perennial energy crops (*Arundo donax*, *Cynara cardunculus*, *Miscanthus x giganteus* and *Panicum virgatum*)", In 2nd world conference on biomass for energy, industry and climate protection, Rome.
- Erickson, J.E., Soikaew, A., Sollenberger, L.E. and Bennett, J.M. (2012). "Water use and wateruseefficiency of three perennial bioenergy grass crops in Florida", *Agriculture*, 2, 325-338.
- Fulong, O., Fu, C., Yuanyuan, P., Yixin, C., Liang, X., Zili, Y. and Jianhua, H. (2017). Nutrition values and in vitro gas production characteristics of *Arundo donax* in different growth periods. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 29(9): 3385-339.
- Garg, M.R., Bhanderi, B.M., Sherasia, P.L., 2003. Macro-mineral status of feeds and fodders in Kutch district of Gujarat. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 3(2):179-188.
- Gordon, D.R., Tancig, K.J., Onderdonk, D.A. and Gantz, C.A. (2011). Assessing the invasive potential of species proposed for Florida and the United States using the Australian Weed risk assessment. *Biomass Bioenergy* 35, 74-79.
- Huffman, C.F., Robinson, S., Duncan, C.W., Lamb, L.W. and Mason, M.F. (1933). A study of the phosphorus requirement of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 3, 203-223.
- JMP Pro 14.0.0. (2018). A Business Unit of SAS.
- Kalkan, A., ve Gönül, E. (2018). Aşağı Büyük Menderes Havzası'nda, Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Örucülüğünün Turistik Ürüne Dönüştürülmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(57), 297–310.
- Khan, Z.I., Ashraf, M. and Hussain, A. (2007). Evaluation of macro mineral contents of forages: Influence of pasture and seasonal variation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20(6): 908-913.
- Lacefield, G.D. (1988). Alfalfa Hay Quality Makes the Difference. University of Kentucky Department of Agronomy, Agriculture and Natural Resources, Lexington, KY.

- Maduro Dias, C.S.A.M., Vouzela, C.F.M., Rosa, H.J.D., Madruga, J.S. and Borba, A.E.S. (2020). Nutritional Potential of Some Invasive Species of Macaronesia for Ruminants. *American Journal of Agricultural Research*, 5(102), 1–8. <https://doi.org/10.28933/ajar-2020-07-2605>
- Monti, A., Di Virgilio, N., Venturi, G. (2008). ‘Mineral composition and ash content of six major energy crops’, *Biomass and Bioenergy*, 32, 216-223.
- Morrison, J. A. (2003). Hay and pasture management. Chapter 6. In: *Illinois Agronomy Handbook*, 72.
- Odero, D., Robert, R., Ferrell, J. and Helsel, Z. (2011). Production of Giant reed for biofuel. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, SS AGR, 318.
- Perdue, R.E., (1958). *Arundo donax*—Source of musical reeds and industrial cellulose. *Economic Botany*, 12, 368-404.
- Polat, R., Satıl, F. ve Selvi, S. (2013). Havran ve Burhaniye (Balıkesir) Yörelerinde El Sanatlarında Yararlanılan Bitkiler Üzerine Etnobotanik Araştırmalar. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29(1), 1–6.
- Sabah, E. ve Çelik, M.Y., (2001). İscehisar (Afyon) mermer artıklarının hayvan yemi katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. *Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem 2001)*, Bildiriler Kitabı, 3-5 Mayıs, Afyon, s. 309-316.
- Sayar M.S., Anlarsal A.E. ve Başbağ M. (2010). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yem bitkileri tarımının mevcut durumu sorunları ve çözüm önerileri. *Hararan Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2) , 59-67, Şanlıurfa.
- Sayar, M.S. (2014). Path coefficient and correlation analysis between forage yield and its affecting components in common vetch (*Vicia sativa* L.). *Legume Research*, 37(5): 445-452.
- Sayar, M.S., Han, Y., Yolcu, H. and Yucel, H. (2014). Yield and quality traits of some perennial forages as both sole crops and intercropping mixtures under irrigated conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(1): 59-65.
- Sayar, M.S., 2016. Dry matter yield and forage quality of promising bitter vetch (*Vicia ervilia* (L.) Willd.) lines. VII International Scientific Agriculture Symposium, Book of Proceedings Jahorina, October 06-09, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, p: 283-291.
- Schroeder, J.W. (1994). Interpreting Forage Analysis. Extension Dairy Specialist (NDSU), AS-1080, North Dakota State University.
- Scordia, D., Zanetti, F., Varga, S.S., Alexopoulou, E., Cavallaro, V., Monti, A. and Cosentino, S.L. (2015). ‘New insights into the propagation methods of Switchgrass, Miscanthus and Giant Reed’, *BioEnergy Research*, 8, 1480.

- Serin Y, M Tan, Koç A, Zengin H, Vd. (2008). Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müd. Yayınları, Ankara. 468 Sayfa.
- Shatalov, A.A. and Pereira, H. (2000). *Arundo donax* L. (Giant Reed) as a source of fibres for paper industry: perspectives for modern ecologically friendly pulping technologies. Biomass for Energy and Industry: Proceeding of the First World Conference, Sevilla, Spain. London: James & James (Science Publishers) Ltd., 2001, 1183-1186.
- Smith, R. and Slater, F.M. (2010). "The effects of organic and inorganic fertilizer applications to *Miscanthus* × *giganteus*, *Arundo donax* and *Phalaris arundinacea*, when grown as energy crops in Wales, UK", GCB Bioenergy, 2, 169-179.
- Steel G.D. and Torrie J.H. (1980). Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2. ed. New York: McGraw-Hill Publ. Company
- Tajeda, R., McDowell, L.R., Martin, F.G. and Conrad, J.H. (1985). Mineral element analyses of various tropical forages in Guatemala and their relationship to soil concentrations. Nutrition Reports International, 32:313-324.
- Tan, M. ve Temel, S. (2017). Erzurum ve Iğdır şartlarında yetiştirilen farklı kinoa genotiplerinin kuru madde verimi ve bazı özelliklerinin belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(4): 257-263.
- Tansı, V., Öztürk, H.H., Budak Bostan, D. ve Kuşvuran, A. (2018). Çukurova Bölgesi Ve Orta Kızılırmak Havzası Koşullarında Bazı Çok Yıllık Serin Mevsim Ve Sıcak Mevsim Buğdaygillerinin Enerji Bitkisi Performanslarının Belirlenmesi. Tübitak Tovag Projesi, Proje No:113O946.
- Yavuz, T. (2017). Farklı biçim zamanlarının yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve yulaf (*Avena sativa* L.) karışımlarında ot verim ve kalitesi üzerine etkileri, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2017, 26 (1): 67-74.

Bölüm 4

KOOPERATİFÇİLİĞİN TARIMDAKİ ÖNEMİ

Ahmet Semih UZUNDUMLU¹

Seval KURTOĞLU²

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.tr. ORCID:0000-0002-7098-2199

Tarımsal Üretim (Agricultural Production): İnsanın doğanın her türlü kaynak ve güçlerinden kendine yararlı ürünler elde etmesi (toprağı ve tohumu kullanarak bitkisel ve hayvansal ürünleri elde etmesi), bu ürünleri mamul veya yarı mamul hale getirmesi (yer, şekil, zaman faydası sağlayarak tüketiciye hazır hale getirmesi) işlemidir (Oğuz ve Bayramoğlu, 2015; Uzundumlu, 2020). Tarımsal üretimin özellikleri aşağıdaki gibi 16 madde de özetlenebilir (Uzundumlu, 2020).

Tarımsal Üretimin Özellikleri

1. Tarım devamlı bir servet kaynağıdır.
2. Tarımda, ürün elde edebilmek için belirli bir sürenin geçmesini beklemek gerekmektedir.
3. Tarımsal üretimde elde edilen ürünler organik (bitki veya hayvan kökenli) maddelerdir.
4. Tarımsal üretimde doğal koşullara bağımlılık fazladır.
5. Tarımsal işletmeler genellikle küçük aile işletmeleridir.
6. Tarım iş bölümüne ve ihtisaslaşmaya elverişli değildir.
7. Tarımda iş ve aile yaşantısı bir bütün olup kurumsallaşmamış bir işletme yönetimi hâkimdir.
8. Tarım işletmelerinde risk fazla olduğu için ürün çeşitlendirmesi yapılmaktadır.
9. Tarımda üretim periyodu kesikli ve mevsimsel olması sebebiyle tüm işler sürekli yapılmamakta bu nedenle işgücü ihtiyacı değişmektedir.
10. Tarımda makine kullanımı sınırlı olup üretimin her aşamasında yaygın değildir.
11. Tarım sektörünün piyasa ile ilişkisi zayıftır.
12. Tarım sektöründe hem eğitim seviyesi hem de kişi başına düşen gelir düşüktür.
13. Tarımsal faaliyette Azalan Verimler Kanunu geçerlidir.
14. Tarımda piyasa talebine göre üretimi ayarlamak mümkün değildir.
15. Tarım sektörü konjonktürel hareketlerden diğer sektörlerle göre daha az etkilenmektedir.
16. Tarımda ürünlerin maliyetlerinin hesabı kolay değildir.

Tarım sektörü dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi Türkiye’de de ekonomik ve sosyal açıdan önemini korumaktadır. Ancak yukarıda sayı-

lan tarımsal üretimin birtakım özellikleri nedeniyle üreticiler ürettikleri ürünlere hak ettikleri değeri elde edememektedirler. Böylece üretimin bazı dezavantajlarının planlı ve organize örgüt gücünden faydalanılarak aşılması gerekmektedir. Böyle bir organizasyon (üretici ve satış kooperatifleri) tarım kesiminin maliyetlerini düşürmede ve ürünleri pazarlamasında önemli yere sahiptir. Türkiye’de hem tarımsal faaliyetler hem de sanayileşme bakımından üreticilerin bir araya gelerek kooperatifleşmesi ile asıl amacı olan topluma hizmeti karşılamalarına yardımcı olmakta ve onların araçlara ve tüketicilere karşı fiyat avantajlarına sahip olmalarına neden olmaktadır (GTB, 2016).

Türkiye’de çok sayıda tarım kooperatifleri ve üretici örgütü bulunmasına rağmen tarımsal üretimde karşılaşılan sorunların çözümüne yönelik yapılan iyileştirmeler gelişmiş ülkelere bakıldığında çok düşük düzeyde kalmaktadır. Bu da Türkiye’de kooperatif ve örgütlenme çalışmalarının yeterince iyi anlaşılmadığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Kooperatifçilik Kavramı ve Tanımları

Kooperatif köken olarak Latince işlemek anlamında bir kelime olup “Cooperatio” yani co + operatio sözcüklerinin birleşmesinden oluşmaktadır. İki kelime İngilizce’de kullanılmakta olup, co; ortak veya birlik-telik anlamlarında kullanırken, operatio ise operasyon, eylem veya işlem yapma anlamlarında kullanılmaktadır. İki kelime birleştirildiğinde ise “Cooperatio” ortak bir iş yapma anlamı kazanmaktadır (Mülayim, 1992). Ayrıca Fransızca olarak ta çalışmak ve işbirliğine gitmek anlamına gelen “coopérer” kelimesi de coopératif yani kendi işçilerinin kurduğu dayanışma şirketi anlamına gelmektedir (Başaran vd., 2018).

Her ne kadar tanımlarda kooperatif beraber çalışmak veya işbirliği şeklinde anılsa da farklı disiplinlerin üzerinde durduğu genel bir kooperatif tanımı bulunmamaktadır. Kooperatif için kesin tanım yapmaktan kaçınan birçok bilim adamının ortak görüşü kooperatifin çok değişik amaçlarda faaliyette bulunması ve birbirinden farklı sosyal ve ekonomik sistemleri kolayca uygulanabilen bir örgüt yapısına sahip olmasıdır. Bu nedenle bu bölümde Avrupa Birliğine üye olan Almanya, Fransa, Hollanda ve İtalya ülkeleri ile Türkiye’de kullanılan kooperatif tanımları verilmeye çalışılarak genel olarak en çok üzerinde durulan kooperatif tanımlarındaki unsurlara dikkat çekilmiştir.

Alman mevzuatında kooperatifler işletmelerin tarımsal ve ekonomik gereksinimlerini karşılamak için üreticilerin bir araya geldiği sınırsız ortaklığa sahip şirketler olarak tanımlanmıştır (Mülayim, 1992; Güney, 2009).

Fransa mevzuatında kooperatifler ortaklarına ürettikleri veya hizmet ettikleri ürünlerin maliyet bedellerini düşürerek ya da ürünlerin kalitelelerini artırarak üyelerine avantajlar sağlayan şirketler olarak tanımlanmaktadır (Mülayim, 1992; Özudoğlu, 2010).

Hollanda mevzuatında kooperatiflerin ortak bir sorun için bir araya gelen üyelerine üyeliğe giriş ve çıkışta serbestlik tanıdığı ve kooperatiflerin amacının üyelerine ekonomik avantajlar sağlamak olduğu ifade edilmiştir (Pakdemirli, 2019).

İtalya mevzuatında kooperatifler için ortakların birbirine yardım amacıyla değişir sermayeli ve değişir ortaklı ekonomik bir örgüt olduğu vurgulanarak, ortak sayısının en fazla olması üzerinde durulmuştur (Borzaga et al., 2010).

Uluslararası Kooperatif İttifakı (Birliği) (The International CooperativeAlliance) dünya çapındaki kooperatiflerin sesi olup, kooperatif modelini teşvik etmek için 1895 yılında kurulmuştur. Bugün kooperatif üyeleri insanlığın en az %12'sini temsil etmekte olup, sermayenin karşılığı ile değil değerlerle hareket eden işletmeler olarak, yeryüzündeki 3 milyon kooperatif daha iyi bir dünya inşa etmek için birlikte hareket etmektedir. Bu ittifak kooperatifi “Kendi aralarında gönüllü olarak bir araya gelen özel veya tüzel kişilerin ortak ekonomik, sosyal ve kültürel ihtiyaçları için bir araya geldikleri demokratik kontrolü yapılan işletmeler” olarak tarif etmektedir (ICA, 2021).

Türkiye de kooperatiflerle ilgili tanımın verildiği 2 tane kanun vardır. Bu kanunlar 1956 yılında çıkarılan 6762 sayılı Türk Ticaret Kanunun 485. maddesi ve 1969 tarihli 1163 sayılı Kooperatifler Kanunudur. Bu kanunlara göre kooperatif tanımı şu şekilde tanımlanmıştır. Türk Ticaret kanuna göre kooperatif “Ortaklarına iktisadi menfaat veya meslek veya geçimlerine ait ihtiyaçlarını yardım ve kefalet esasına göre karşılayan şirket” olarak tanımlanmıştır. 1163 sayılı kooperatifler kanununa göre ise kooperatif “Tüzel kişiliğe haiz olmak üzere ortaklarının belirli ekonomik menfaatlerini ve özellikle meslek ve geçimlerine ait ihtiyaçlarını işgücü ve parasal katkılarıyla karşılıklı yardım, dayanışma ve kefalet suretiyle sağlayıp korumak amacıyla gerçek ve tüzel kişiler tarafından kurulan değişir ortaklı ve değişir sermayeli ortaklıklar” olarak adlandırılmaktadırlar (Şen ve Çoban 2008; Civan, 2021). Görüldüğü üzere burada asıl amaç ortaklarının sorunlarını çözmeye yönelik faaliyetlerde bulunmak olup şirketlerde olduğu gibi karı maksimum düzeye çıkarmak değildir.

Kooperatifler kanununun 1. maddesinde verilen bu tanım 6 madde ile özetlenebilir (Mevzuat, 1969):

1. Kooperatifler tüzel kişiliğe bağlı ortaklıklardır.

2. Kooperatiflerin ortakları gerçek ve tüzel kişiler olabilir.
3. Kooperatifler amaçlarına ulaşmak için fertler birbirlerine yardım ve dayanışma içinde bulunmaktadır.
4. Kooperatiflerin ortak sayısı değişebilmekte olup, sabit değildir.
5. Kooperatiflerin sermayesi de değişebilir nitelikte olup, sabit değildir.
6. Kooperatiflerde amaç, ortaklarının belirli ekonomik menfaatlerini (meslek ve geçim vb. ihtiyaçlarını) sağlamasına yardımcı olmaktır.

Bu tanımlar ve açıklamalar dikkate alınarak kooperatifler şu tanımla özetlenebilir.

Bireylerin karşılaştığı sosyal ve ekonomik sorunlara karşı tek başlarına çözümün zor olduğu ve bireyin birlikte yapmalarında fayda olan işlerde gönüllü olarak bir takım faaliyetlerini bir araya getirerek güç birliği oluşturmalarına **Kooperatif** adı verilmektedir.

Kooperatifçilikte kullanılan temel kavramlar

A. Gerçek ve Tüzel kişilik

Gerçek kişilik:Hukuk dilinde bireyin doğması ve ölümüne kadar olan canlı durumu gerçek kişi olarak isimlendirilmektedir. Yani gerçek kişi tek kişi olup, kurumsallaşmamış kişi anlamında kullanılmaktadır. Gerçek kişi kavramının kullanması hukuk açısından son derece önemlidir. Çünkü gerçek kişi yasalar karşısında bireyin kendisinin elde etmiş olduğu hak ve yükümlülükleri oluşturmaktadır. Gerçek kişinin kanunen ekonomik olarak borçlu ve alacaklı olma hakları vardır. Tabii gerçek kişilikten bahsedilirken kesinlikle ve kesinlikle din dil ırk cinsiyet ve benzeri ayrımlar yapılmamaktadır (Keskin ve Sarıoğlu, 2010; Çağlayan, 2016).

Tüzel kişilik: Tüzel kişilik kavramı özel hukuk ve kamu hukuku tüzel kişilikleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Özel hukuk tüzel kişiliği: Bir takım sosyal ve ekonomik amaçlar için bir araya gelmiş gerçek kişilerin oluşturduğu kişiliklerdir. Türkiye’de özel hukuk tüzel kişilikleri Anonim Şirketler, Limited Şirketler, Kollektif Şirketler, Komandit Şirketler, Dernekler, Vakıflar ve Kooperatifler Olmak üzere 7 tanedir (Çağlayan, 2016).

Kamu hukuku tüzel kişiliği: Gerçekte bir birey olarak kabul edilme-yen ancak yasaların bağımsız bir kişilik varsaydığı varlık ve borçlara sahip olma hakkı bulunan kişi veya mal topluluklarına Kamu hukuku tüzel kişiliği adı verilmektedir. Kamu hukuku tüzel kişileri, kamuda görev yapan kanunen kamu otoritesine sahip bulunan tüzel kişilerdir. Devlet, il özel idaresi, belediye, köy, üniversiteler, TRT, KİT, YÖK, TÜBİTAK,

Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşları (mühendisler odası, barolar birliği) vb. Kamu kurum ve kuruluşları ile kamu idareleri kamu hukuku tüzel kişileridir. Devletin yasama, yürütme ve yargı organları ayrı tüzel kişilikleri oluşturmamaktadır. İllerin tüzel kişiliği olmamakta ancak İl Özel idareleri tüzel kişiliğe sahip olup, başında Vali bulunmaktadır. Karar ve danışma organı İl Genel Meclisi ve İl Daimî Encümenidir. Belediye tüzel kişiliklerini belediye başkanı temsil etmekte ve karar ve danışma organı olarak Belediye Meclisi ve Belediye Encümeni faaliyette bulunmaktadır. Köylerde ise temsilci ve yürütme organı Muhtar olup, danışma ve karar organı olarak ta İhtiyar Meclisi hizmet vermektedir (Aydın, 2010).

Kooperatiflerin tüzel kişilik kazanması için bir takım işlemler yapılması gerekmektedir. Bu işlemler beş başlık altında şu şekilde sıralanmaktadır (Mevzuat, 1969; TOB, 2020).

1. İlk önce kooperatif kurabilmek için kooperatifler kanuna uygun ana sözleşme hazırlanmalı,
2. Ana sözleşmeyle beraber kooperatiflerin kurulacağı tarımsal amaçlı kooperatifler için Tarım ve Orman Bakanlığı, yapı kooperatifleri için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve diğer kooperatifler için ise Ticaret Bakanlığından izin alınmalı,
3. Kooperatif kanunun 7. maddesine göre Ticaret siciline tescil edilmesi,
4. Kooperatif ana sözleşmesi en az 7 ortak tarafından imzalanıp noterce onaylanmalı ve
5. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'ndan alınan izinle ticaret siciline tescil edilmelidir.

Tescil işlemi yapılmadan önce kooperatifle ilgili yapılan işlemlerden kooperatif tüzel kişiliği değil işlemi yapan bireyler sorumlu tutulmakta ve yapılan işlemler için *adi şirket* hükümleri uygulanmaktadır (Şen ve Çoban 2008).

B. Değişir Ortaklılık

Daha önceden de bahsedildiği gibi kooperatifler kanununun ilk maddesine göre kooperatif, üyelerin ekonomik gücünü artırmak için değişir ortak ve sermayeli sınırlı sorumlu ortaklıklar olarak tarif edilmektedir. Değişir ortaklık denilince, kooperatife yeni üye giriş veya çıkışlarının olması akla gelmektedir. Buradan da anlaşıldığı üzere ana sözleşmede herhangi bir kısıtlayıcı hüküm olmadığı takdirde kooperatif üyesinin ortaklık kaynaklı haklarını başka birine devretmesi mümkündür. Böylece kooperatiflerin ana sözleşmesinde kesinlikle ortak sayısının değişkenliğini or-

tadan kaldıran bir madde konulamamaktadır (Mevzuat, 1969; Can, 2007).

C. Değişir Sermaye

Kooperatiflerde açık kapı ilkesi nedeniyle ortak sayısındaki değişkenlik kooperatifin sermayesini de değiştirmektedir. Yani ortakların kooperatife serbest giriş ve çıkışları neticesinde kooperatif sermayesi artma veya azalma göstermektedir. Kooperatif sermayesinin değişkenliği kooperatifler kanununun ikinci maddesinde kooperatif sermayesi sınırlandırılarak kooperatif kurulamaz tabiri ile belirtilmiştir. Ticaret şirketleri ile karşılaştırıldığında kooperatiflerde sermaye artışı ve azaltılması için genel kurulu kararı gerekmemektedir. Ayrıca kooperatifler kanunun 3. maddesinde kooperatife üye olan ortağın ödemesi gereken asgari sermaye tutarı ana sözleşme ile belirlenmek zorundadır. Bu da kooperatiflerde üyelerin sermayeye göre değil güç birliğine göre çalışmasının bir sonucudur (Mevzuat, 1969; Demir, 2019; TOB, 2020).

D. Kooperatif Ortakları

Kooperatif ana sözleşmesinde ortaklıklar için aranan nitelik ve şartlar belirtilmiş olup, bu şartları taşıyan ve tüm şartları kabul eden özel ve tüzel kişiliklerin ortaklık başvurusunu kooperatif yönetim kuruluna iletmesi ve yönetim kurulunca bu ortaklıkların kabul edilmesi gerekmektedir. 1969 yılında yürürlüğe giren 1163 sayılı kooperatifler kanununun 1. maddesi 2004 yılındaki 5146 sayılı kanunun 9. maddesindeki değişim ile beraber gerçek ve tüm tüzel kişilerin oluşturduğu birlikler olarak lanse edilmektedir. Bu değişim ile beraber tüm tüzel kişiliklere (Şirket vakıf ve sendikalara da) kooperatiflere yardımcı olma, önderlik etme ve ortak olma imkânı sağlanmıştır. Kooperatife ortak olmak isteyen tüzel kişilikler ana sözleşmede belirtilen amaç ve faaliyet konularında bulunmaları gereklidir (Mevzuat, 1969; Demirci, 2018).

E. Kooperatif Ortaklarının Ekonomik Çıkarlarını Koruma

Bu aşamaya gelinceye kadar kooperatiflerin özellikle dar ve orta gelire sahip ortaklarının meslek ve geçimlerine yönelik ekonomik menfaatlerini karşılıklı yardım, dayanışma ve kefalet suretiyle koruma amacına yönelik çalışmalar yapıldığı vurgulamaktadır. Böylece kooperatifler bireyleri bir araya getirerek sorunları çözmek için bir dayanışma gösterirler. Bu nedenle kooperatiflerde güven çok önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Zaten gelir düzeyi çok yüksek olmayan kooperatif ortakları birçok ihtiyacından kıсарak zar zor ortaklık aidatlarını ödeyebilmektedirler. Birçok kooperatifte amaç bireylerin faydaları yerine kendi faydaları dikkate alınması nedeniyle kooperatifçilik anlayışı başarılı olarak yürütülememektedir (Kılıç, 2014). Yani kooperatiflerin amacı şirketlerdeki gibi kesinlikle ticari değildir. Bilindiği üzere şirketlerin kurulma amacı kar

elde etmek ve bu kar payından yararlanmak iken kooperatiflerde ki amaç üyelerinin ekonomik çıkarlarını korumaktır. Bu belirtilen ifadeler doğrultusunda kooperatif ortaklarının birbirine karşı sorumluluk duygusuna sahip, birlik ve beraberlik ve karşılıklı yardım, dayanışma ve güvenin olduğu bireyler tarafından sağlanması kooperatifin amaçlarına ulaşmasında büyük bir önem taşımaktadır.

F. Kooperatifin Ortaklarına Sağladığı Faydalar

Kooperatifçiliğin faydaları oldukça fazla olup şu şekilde özetlenebilir:

1. Ortaklarının birikimlerini en faydalı şekilde kullanmalarına yardımcı olmaktadır. Bir alet makine alamayacak durumda olan bireylerin kooperatif vasıtasıyla bu araçların sağlanarak belirli bir plan ve program çerçevesinde tüm üyelerine kullandırılması sağlanmaktadır ((Kılıç, 2014; Fasal, 2019).

2. Kooperatifçilikte bireysel fayda değil de toplumun faydası dikkate alındığı için değer ve ahlak kavramını topluma aşılayan önemli bir kuruluştur. Böylece bireylerin eğitilmesinde ve görgü kurallarına uymasında kooperatiflerin önemli etkileri olmaktadır (Mülayim, 2019).

3. Ortaklarının üretimlerinde girdileri en uygun şekilde ve maliyetine sağlarken, ürün satışında ise piyasa fiyatının altına düşmemesi için üreticiyi korumakta, bu anlamda üreticinin zararlarının giderilmesinde bir sigorta görevi üstlenmektedir (Mülayim, 2019).

4. Ortaklarının ürünlerini satarken aracılardan etkilerini azaltarak üretici ile tüketici arasındaki yolu kısaltıp, maliyet avantajı sağlamaktadırlar. Bireylerin ürettikleri ürünü tüketiciye ulaştırırken aracı etkisini kooperatiflerin kendileri tarafından üstlenmesi hatta yeni birimlerle farklı müşterilere de hizmet sağlamasıyla yani kooperatiflerde tedarik yönteminin iyi bir şekilde işlemesi ile kooperatif ortaklarının geliri artacaktır (Mülayim, 2019).

5. Ortaklarının daha yüksek gelir kazanması vasıtasıyla gelir dağılımındaki dengesizliği önüne geçerek, ortaklarının daha iyi bir yaşam sürmesine katkıda bulunmaktadırlar (Orki, 2016; Fasal, 2019).

6. Ortaklarını birlikte çalışmaya yönelterek, işbirliği, dayanışma ve ihtisaslaşmaya imkân vererek ortaklarının teknik bilgilerini arttırmaktadırlar (Şen ve Çoban 2008).

7. Üreticilerin ihtiyaç anında nakit ihtiyacını sağlamada tefeci ve vurgunculara karşı korunmasında ve ürünün değerinde satmada aracılara karşı kurulmasında kooperatiflerin etkisi büyüktür (Şen ve Çoban 2008).

8. Kooperatifler vasıtasıyla katma değeri yüksek ürünlerin elde edilmesi ve kaynakların etkin kullanılması sonucu ülkelerin kalkınmasına faydalı olmaktadır (Orki, 2016).

9. Kooperatifler vasıtasıyla girişimcilik sektörü gelişerek ürünlerin işlenmesi ve fabrikasyon işlemlerine geçilmesi ile işsizlik oranı azaltılmaktadır (Şen ve Çoban 2008).

10. Kooperatifçilikte üretici ve tüketici aracısız olarak bir araya geldiğinde ürün makul fiyatla tüketicinin eline ulaştırılmaktadır. Ayrıca tüketici kooperatifleri özellikle de dar gelirli tüketicilerin tüketim maddeleri ihtiyaçlarını en ucuza sağlamaktadırlar (Şen ve Çoban 2008).

KAYNAKLAR

- Aydın, Ö. 2010. İdare Hukuku. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi Ders Notları.
- Başaran, A. S., Karabıyık, H. Ç. ve Yılmaz, A., 2018. Kooperatif İşletmeleri Reklam Filmlerinin Tüketici Algısı Üzerindeki Etkisi ve Farklılaşması: Konuya İlinde Bir Araştırma. KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 20(35): 50-58.
- Borzaga, C., Depedri, S. and Bodini, R., 2010. Cooperatives: The Italian experience 6(10): 1-12).
- Can, M. E. 2007. Kooperatif Ortaklığından Çıkma ve Çıkan Kişinin Hakları. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 11(1): 71-95.
- Çağlayan, R., 2016. Hukukumuzda Kamu Tüzel Kişiliği Kavramı ve Kısıtları. Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi, 7: 373-398.
- Demirci, S., 2018. Sigorta Kooperatifçiliği: Türkiye Uygulaması. İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 9(1): 387-418.
- Fasal, A. 2019. Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri İçin Kurumsal Performans Karnesi Önerisi. Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü, İşletme ABD Doktora Tezi, Sakarya.
- GTB, 2016. Türkiye Kooperatifçilik Raporu. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Yayınları. <https://ticaret.gov.tr/data/5d41e45e13b87639ac9e02dc/15fb10a-7fe0bba07482ac9da277b5d35.pdf>.
- 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.
- ICA, 2021. International Cooperative Alliance. <https://www.ica.coop/en/about-us/international-cooperative-alliance>.
- Keskin, M. F. ve Sarioğlu, H. İ., 2010. Hukukun Temel Kavramları. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi Ders Notları. <http://auzefkitap.istanbul.edu.tr/kitap/kok/hukukuntemelkavramlariu143.pdf>.
- Kılıç, S., 2014. Kooperatiflerde Sık Karşılaşılan Yolsuzluklar, Bunların Başlıca Nedenleri ve Cezaları. Denetişim, (13): 48-54.
- Mevzuat, 1969. Kooperatifler Kanunu. Birinci Madde Açıklamaları <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.1163.pdf>.
- Mülayim, Z. G. 1992. Kooperatifçilik, Yetkin Yayınları, 1. Baskı, Ankara.
- Mülayim, Z. G. 2019. Kooperatifçilik, Yetkin Yayınları, 8. Baskı, Ankara.
- Oğuz, C. ve Bayramoğlu, Z. 2015. Tarım Ekonomisi Kitabı. Atlas Akademi.

- Örki, A., 2016. Ekonomik Kalkınmada Kooperatiflerin Öneminin Örneklerle Değerlendirilmesi. Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 3(2): 13-22.
- Özüdoğru, H., 2010. Kooperatiflerde Pazarlama. Ziraat Mühendisliği, (354): 58-64.
- Pakdemirli, B., 2019. Tarımsal Kooperatiflerin Dünya ve Türkiye’de Mevcut Durumunun Karşılaştırılması. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 29(2): 177-187.
- Şen, M. ve Çoban, Ş., 2008. Tarımsal Kooperatifçilik. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayınları.
- TOB, 2020. Örnek Kooperatifler Ana Sözleşmeleri. <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Link/24/Kooperatif-Ana-Sozlesmeleri>.
- Uzundumlu, A.S. , 2020. Tarım Ekonomisi Ders Notları. Atatürk Üniversitesi Akademik Veri Yönetim Sistemi, Verilen Dersler. <https://avesis.atauni.edu.tr/asuzsemi/deneyim>.

Bölüm 5

TUZA TOLERANSLI RİZOBAKTERİLERİN BİTKİ GELİŞİMİNDEKİ ROLÜ

Çiğdem KÜÇÜK¹

¹ Prof. Dr., Harran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye, E-mail: ckucuk@harran.edu.tr, Orcid No: 0000-0001-5688-5440

GİRİŞ

Sıcaklık, tuzluluk, kuraklık, pestisitler ve gübre uygulaması, toprak pH'ı ve ağır metal kirliliği gibi bir dizi abiyotik faktör bitki verimliliğini olumsuz etkilemektedir (Arora, 2019; Li ve ark., 2021). Bunların arasında, ekilebilir arazilerin tuzlanması tarımsal üretim için gerçek bir tehdit olarak görülmektedir. Toprak tuzluluğu, dünya çapında bitkisel verimliliği etkileyen en büyük sorunlardan biri olarak ortaya çıkmıştır. Son yıllarda da, antropojenik faaliyetler toprakların tuzlanma oranını arttırmıştır (Bargaz ve ark., 2018).

Tuzluluk düzeyi yüksek olan topraklar, bitkilerin fizyolojik süreçlerini de olumsuz etkilemektedir (Kashyap ve ark., 2019; Shultana ve ark., 2020). Yüksek tuz konsantrasyonu; toprakta solunum, ayrışma oranı, pH, besin bileşimi, nitrifikasyon, denitrifikasyon, su mevcudiyeti, toprak biyoçeşitliliği ve mikrobiyal aktivite gibi önemli toprak süreçlerini olumsuz etkilemiştir (Schirawski ve Perlin, 2018). Topraklara gübre girişinin çok fazla olduğu yerlerde, tuzluluk artmakta, bu da ürün verimini düşürmektedir (Rütting ve ark., 2018). Tuzlu topraklarda tarım uygulamalarının da bitkisel üretimi etkilediği gözlemlenmiştir. Bu gibi durumlarda, toprağı daha derine sürmek, suyun toprak yüzeyinden buharlaşmasını artırmakta ve daha fazla tuzun birikmesine neden olmaktadır. Bunun dışında sulama suyunda bulunan tuzlar da toprak tuzluluğunu artırarak verimlilik kaybına neden olabilmektedir (Arora ve ark., 2018). Ancak uzun zamandan beri tuzlu toprakların ıslahı; fiziksel ve kimyasal işlemlerle yapılmaktadır. Fiziksel bir işlemde kök bölgesindeki çözünabilir tuzlar; kazıma, yıkama ve liç yöntemleri ile uzaklaştırılır (Ayyam ve ark., 2019). Verimliliği etkileyecek oranda tuzları içeren toprak tuzdan etkilenmiş toprak olarak tanımlanmaktadır (Shi ve Wang, 2005). Toprakta tuzlar iyon olarak oluşur. İyonlar, toprakta ıslanan minerallerden serbest kalır, gübreler, sulama suları veya zemin suyunun etkisi ile toprağın üst kısımlarına taşınırlar (Shi ve Wang, 2005). Topraklarda biriken tuzlar, bitki tarafından alınmakla birlikte bitkide aşırı birikme bitki gelişimini bastırır (Shi ve Wang, 2005).

Büyüme ortamında NaCl'nin artan konsantrasyonu köklerde ve sürgünlerde hemen hemen tüm mikro ve makro besin içerikleri azaltır. Saleem ve ark. (2007), büyüme ortamında yüksek tuz konsantrasyonuna maruz kalan buğday bitkilerinin farklı organlarında sınırlı besin alımı olduğunu bildirmiştir. Bozulmuş besin ilişkileri olan bitkiler, farklı patojenik mikroorganizmaların istilasına maruz kalmakta, fizyolojik işlevleri bozulmakta, yenilebilir kısımları azaldığı gibi, meyve boyutunun değiştiği, raf ömrünün kısaldığı, üniform olmayan meyve şeklinin oluştuğu ve vitamin içeriğinin azaldığı açıklanmıştır (Romic ve ark., 2008). Tuzlu topraklara arpa ve kanola gibi tuza dayanıklı bitki çeşitlerinin ekilmesi yaygın bir uygulamadır (Fita ve ark., 2015). Bununla birlikte, bu ürünler

orta veya yüksek elektrik iletkenlik (EC) seviyelerine sahip topraklarda kullanılamamaktadır. Tuz stresinin şiddetli etkisi verim kaybı açısından görülebilmektedir (Kashyap ve ark., 2019). Ürün verimi ile ilgili birincil etkiler, aşırı tuzlu koşullarda azalan veya bazen de çimlenmenin durmasına neden olabilmektedir. Ali Khan ve ark. (2012) tuzlu koşullarda darının çimlenme yüzdesi, bitki boyu, yaprak alanı, toplam biyokütle ve tane verimi açısından olumsuz etkilendiğini belirlemişlerdir. Tuzluluğun bezelyede gelişim, verimi ve biyokütleli olumsuz etkilediği tespit edilmiştir (Farooq ve ark., 2017). Farooq ve ark. (2017) tuz stresinin etkilerini çeşitli baklagiller üzerinde incelemiş ve farklı baklagillerde tuzluluğun ürün verimini %12-100 oranında azaltabileceğini açıklamışlardır. Çörek otunun (*Nigella sativa* L.) tuza toleransı, tohum çıkışı, çimlenme ve verim üzerine etkisi Faravani ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada araştırılmış, 0.3-9 dS/m arasındaki tuzluluk seviyesinin tohum ve biyolojik verimi azalttığını tespit etmişlerdir. Topraktaki yüksek konsantrasyondaki tuzlar ayrıca toprak süreçlerini ve toprağın mekanik mukavemetini etkileyen toprağın değişim kompleksindeki sodyum seviyesini de bozar. Bununla birlikte, tuzların zararlı etkileri birçok faktöre bağlıdır (Abbas ve ark., 2019). Toprak tuzluluğundaki artışın çözüm bulunması gerekmektedir. Dünya nüfusu hızla artmaktan olduğundan tuzdan etkilenen alan ekilemeyecek ve bu da kıtlığa yol açacaktır. Bu nedenle, bitki gelişiminde tuzluluğun zararlı etkilerini azaltmak için birçok strateji geliştirilmiştir (Li ve ark., 2021). Son yıllarda bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler, yüksek tuzun toksik etkilerinden bitkileri korumada kullanılmaktadır (Yan ve ark., 2015; Fita ve ark., 2015). Bu yararlı rizobakteriler, bitkilerin rizosfer bölgelerine kolonize olarak direk veya dolaylı mekanizmaları ile bitkilerin gelişimini iletirler (Yan ve ark., 2015).

Tuza toleranslı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin uygulanması; çeşitli fizyolojik ve moleküler mekanizmaların ortaya çıkarılması yoluyla bitkilerde tuz stresini hafifletme potansiyeline sahiptir. Bu organizmalar, kök sistemlerinin modifikasyonu, ekzopolisakkaritlerin (EPS) ve sideroforların üretimini, fitohormonların üretimi, ozmolitlerin sentezini, minerallerin alımını ve fitopatojenlerin kontrolünü sağlarlar. Bu bölümde, tuzluluk stresıyla karşı karşıya kalan bitkilerin üretkenliğinin arttırılmasında tuza toleranslı bitki gelişimini arttıran rizobakterilerin kullanımı ile ilgili çalışmalar özetlenmiştir.

TUZA TOLERANSLI RİZOBAKTERİLERİN ÇEŞİTLİLİĞİ

Toprak, farklı bakteri, mantar ve arkae gruplarına ait çok yönlü mikroorganizmalara sahiptir (Kumar ve ark., 2019). Mikroorganizmalar arasında bazıları, farklı tuz konsantrasyonlarını tolere etme ve aynı zamanda bitki büyümesini teşvik etme konusundaki doğal yetenekleriyle dikkat çekmektedir (Kumar ve ark., 2019). Tuza toleranslı bitkiye yararlı mik-

roorganizmalar tarımda büyük öneme sahiptir (Kumar ve ark., 2019). Bu rizobakterilerin, kurak ve yarı kurak bölgelerde bitki verimliliğini artırma potansiyelleri belirlenmiştir (Niu ve ark., 2018). Bitki gelişimini destekleyen tuza toleranslı rizobakteriler bitkilerin rizosferini kolonize eder ve büyümeyi destekler ve aynı zamanda stresli topraklarda da çalışır (Diby ve ark., 2005). Bu nedenle, bitkilerde tuz stresinin olumsuz etkilerini hafifletmek için verimli bir strateji, tohumların tuza toleranslı farklı rizobakteri türleri ile birlikte aşılması olabilir (Paul ve Lade, 2014).

Pseudomonas, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Agrobacterium*, *Streptomyces*, *Klebsiella*, *Acetobacter*, *Rhizobium* ve *Ochromobacter* cinsleri; tuzlu koşullar altında çeşitli mahsullerin verimliliğini artırmada etkili rol oynamışlardır (Chatterjee ve ark., 2017; Chu ve ark., 2019; Sharma ve ark., 2016; Sarkar ve ark., 2018). Fu ve ark. (2010) tarafından yapılan bir araştırmada; artan tuz konsantrasyonu ile patlıcanın büyümesinin kademeli olarak inhibe edildiğini, ancak bitkilere tuza toleranslı olan bir rizobakter *Pseudomonas* sp. DW1 ile aşılamanın, patlıcan gelişimini arttırdığı gibi patlıcanın ağırlığının da arttığını belirlemişlerdir. Bu sonuçlar, rizobakterinin tuz stresinin olumsuz etkilerini hafifletmedeki yararlı rolünü göstermiştir. Bitki gelişimini teşvik eden tuza toleranslı rizobakterilerin stresli topraklarda tohum çimlenmesine yardımcı olduğu rapor edilmiştir ve Barassi ve ark. (2006), tuz stresi altında *Azospirillum* ile aşılansmış marul tohumlarının tuzdan etkilenmediği sonucuna varmıştır.

Zhang ve ark. (2018) tarafından yapılan araştırmada; çeltik rizosferinden izole edilen tuza dayanıklı rizobakterilerin çeşitliliği araştırılmıştır. Araştırmacılar 305 bakteri izolatu izole etmişler ve bakterilerden 162'nin 150 g/l NaCl konsantrasyonuna toleranslı olduğunu tespit etmişlerdir. Tuza toleranslı olan bu izolatların 74'ünün filogenik analizi yapılmış, sonuçlar bunların Bacillales (%72), Actinomycetales (%22), Rhizobiales (%1) ve Oceanospirillales (%4) takımlarına ait olduğunu göstermiştir. İzolatların çoğu, tuz stres koşulları altında, büyüme ve çeltik verimini iyileştirme potansiyelleri de göstermiştir. Çin'in tuzlu-alkali topraklarında yetişen krizantem bitkilerinden izole edilen tuza toleranslı *Bacillus licheniformis* SA03, krizantem'de artan tuza karşı toleransı sağladığı gibi gelişmeyi de arttırmıştır (Zhou ve ark., 2017). Çok yıllık kserohalofit olan *Haloxylon ammodendron*'un rizosferinden izole edilen *Pseudomonas* sp. M30-35'in, bitki gelişimini teşvik eden özellikleri ve abiyotik stres toleransı ile ilişkili belirli genlerle homolojiye sahip 34 gen içerdiği bulunmuştur (He ve ark., 2018).

Buğdayın rizosferinden izole edilen *Klebsiella* sp. IG3, %20'ye kadar tuza tolerans göstermiş, tuz stresi koşulları altında rbcL (ribuloz-1,5-bisfosfat karboksilaz/oksijenaz RuBisCo için kodlar) ve WRKY1 (bitkilerin biyotik strese tepkisiyle ilgilenen transkripsiyon faktörü) genlerinin eks-

presyon profilini pozitif olarak modüle etmiştir (Sapre ve ark., 2018). Halo-tolerant bir bitki gelişimini teşvik eden *Klebsiella* sp.'nin; fosfat çözünürlüğü, IAA biyosentezi, asetoin ve 2,3-bütandiol sentezi, siderofor üretimi, N₂ fiksasyonu dahil olmak üzere çeşitli pH değerlerinde toleranslılık, bitki gelişimini teşvik eden özelliklerine ilave olarak tuza tolerans genlerini de içerdiği belirlenmiştir (Meena ve ark., 2017; Sapre ve ark., 2018). *Pseudomonas putida* ve *Novosphingobium* sp. ile aşılamanın bitkide absisik asit ve salisilik asit seviyesini düşürdüğü, fotosistem II'nin (Fv/Fm) etkinliğini azalttığı, yaprakta IAA birikimini artırarak tuz stresi sırasında kökte klorür ve prolin birikimi azalttığı belirlenmiştir (Vives-Peris ve ark., 2018).

TUZ STRESİNE TOLERANSLI RHİZOBAKTERİLERİN ETKİ MEKANİZMALARI

Tuza toleranslı ve bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler, bitkilerde tuz stresinin iyileştirilmesinde doğrudan veya dolaylı olarak yer alan bir dizi mekanizmayı kullanır (Hashem ve ark., 2016). Çalışmalar, bu rizobakterilerin; oksin, giberellin, sitokinin gibi çeşitli fitohormonlar ürettiği (Dodd ve ark., 2010), ACC deaminazı sentezlediğini (Glick ve ark., 2007), ekzopolisakkarit gibi ikincil bileşikler ürettiğini doğrulamıştır (Tewari ve ark., 2014). Ayrıca rizobakterilerin tuz stresi altında bitki savunma sistemlerini düzenleyerek bitkinin antioksidan enzimlerini aktive ettikleri bildirilmiştir (Hashem ve ark., 2016).

Tuza toleranslı ve bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler tarafından üretilen fitohormonlar, tuz stresi altında bitki fizyolojisinin modülasyonunda önemli bir rol oynar (Egamberdieva ve Kucharova, 2009). Bu rizobakteriler, tuz stresi altında hücre için gerekli olan IAA'yı üretir. Tuz stresi altında indol asetik asit (IAA) üreten en iyi bilinen tuza toleranslı ve bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerden *Azotobacter*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Stenotrophomonas* ve *Rahnella* izolatlarının yaygın kullanıldığı belirtilmiştir (Abd-Allah ve ark., 2017). Çalışmalar, bitkilerde tuz stresi altında verim kaybının fitohormon üreten tuza toleranslı ve bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin uygulanmasıyla en aza indirilebileceğini doğrulamıştır. Tuzlu koşullar altında, *P.putida* bitki dokusunda IAA sentezini modüle etmiş, pamuğun gelişimini arttırmıştır (Yao ve ark., 2010). Ayrıca tuza toleranslı ve bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler ile aşılamanın bitkilerin mineral alımının arttığı, bitkileri iyon toksisitesinden koruduğu, tuzlu koşullarda kök ve sürgün büyümesinin arttığı da gözlemlenmiştir (Egamberdieva ve ark., 2017). Sadeghi ve ark. (2012); IAA üretme kabiliyetine sahip tuza toleranslı *Streptomyces* izolatlarının, tuz stresi altında buğdayın kök sistemini iyileştirdiğini bildirmiştir. Ilangumaran ve ark. (2017), *Leclercia adecarboxylata* MO1 tarafından üretilen IAA'nın; domateste şeker sentezi, organik asit üretimi ve pigment üretimi ile bağlantılı olduğunu bildirmiştir. Oksinlerin yanı

sıra diğer fitohormonların da bitkilerde tuz stresinin etkisini hafiflettiği bildirilmektedir. Örneğin tuza dayanıklı *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Halomonas*, *Azospirillum* ve *Pseudomonas* türlerinde çoğalma ve farklılaşma için önemli olan sitokinlerin üretimi rapor edilmiştir (TrParray ve ark., 2016). Patel ve Saraf (2017), *Coleus* rizosferinden izole edilen *Pseudomonas stutzeri*, *Stenotrophomonas maltophilia* ve *P.putida*'nın tuzlu koşullarda IAA, gibberellik asit ve sitokin ürettiğini bildirmişlerdir.

Tuza toleranslı faydalı rizobakterlerde ACC deaminaz aktivitesinin varlığı, özellikle yüksek tuz stresine maruz kaldığında ortaya çıkmaktadır. ACC deaminaz enzimi, ACC'yi bakteriler tarafından azot ve karbon kaynakları olarak tüketilen amonyak ve α -ketobutirata ayırır (Glick, 2014). Bu faydalı bakterilerin varlığı, etilen seviyesini önemli ölçüde düşürür ve etilenin neden olduğu bitki stresinde yer alan genlerin inhibisyonunu önler, bitki büyümesinde yer alan genleri regüle eder (Glick ve ark., 2007). Tuza toleranslı bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler tarafından ACC deaminaz aktivitesinin sadece tuzlu topraklarda bitkinin hayatta kalmasını iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda üretkenliği de arttırdığına dair çalışmalar mevcuttur. *Stenotrophomonas rhizophila*, ACC deaminazı sentezlemiş, tuzlu toprakta hıyar gelişimini uyarmıştır (Egamberdieva, 2011). Ali ve ark. (2014), ACC deaminaz üreten *P.fluorescens* ve *Pseudomonas migulae* ile aşılamanın tuz stresi altındaki bitkilerin fizyolojik özelliklerini iyileştirdiğini açıklamışlardır. Halotolerant rizobakteriler; *Brachy bacterium saurashtrense* (JG-06), *Brevibacterium casei* (JG-08) ve *Haerero halobacter* (JG-11), ACC deaminaz üreterek tuzlu topraklarda yetiştirilen yer fıstığında verimi arttırmışlardır (Sharma ve ark., 2016). ACC deaminaz üreten rizobakterilerin, kuraklık ve tuz stresi altında membran stabilitesi, biyoyoumlu solüt oluşumu ve fotosentetik pigment üretimi dahil olmak üzere bitki hücresinin diğer biyokimyasal özellikleri üzerinde etkileri olduğu bulunmuştur (Tiwari ve ark., 2018). Aslam ve Ali (2018) halofit çalı bitkisi olan *Suaeda fruticosa*'nın rizosferinden izole ettikleri; *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Brevibacterium*, *Gracilibacillus*, *Virgibacillus*, *Salinicoccus*, *Pseudomonas*, *Exiguobacterium*'un ACC deaminaz aktiviteye sahip olduklarını bildirmişler, tuzlu toprak koşullarında bu rizobakteriler ile aşılamanın mısır gelişiminin stimüle olduğunu belirtmişlerdir.

Bakteriler ayrıca, toprağın yapısını iyileştirmek için tuzluluk ve su basıncına karşı hafifletici etkiler gösteren ekzopolisakkaritler (EPS) üretirler (Abbas ve ark., 2019). Ekzopolisakkarit (EPS) veya yüzey polisakkaritlerinin üretimi, bazı rizosfer bakterilerinin genel bir özelliğidir. Farklı rizobakteri izolatlarında EPS'nin bileşimi ve miktarı değişebilmekle birlikte, olumsuz koşullarda bol miktarda EPS oluşmaktadır (Tewari ve Arora, 2014; Khan ve Bano, 2019). EPS, köklerin etrafında fiziksel bir bariyer görevi görür ve yüksek tuzluluk stresinde bitki büyümesini destek-

lemiştir (Vaishnav ve ark., 2016). EPS üreten rizobakteriler ile aşılama; bitkilerde K^+ , Na^+ ve Ca^{+2} alımı üzerinde iyileştirici etkiler göstermiştir (Qurashi ve Sabri, 2012a). Qurashi ve Sabri (2012a), EPS üreten tuza toleranslı *Halomonas variabilis* ve *P.rifietoensis*'in nohut gelişimini teşvik ettiği, tuzluluk altında toprağın yapı ve agregasyonunun stabilizasyonunu iyileştirdiğini göstermiştir. EPS üreten tuza toleranslı rizobakteriler kök kolonizasyonu üzerinde olumlu etkilere sahiptir (Qurashi ve Sabri, 2012b). Verimi iyileştirme bağlamında, EPS üreten tuza toleranslı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin rolü, tohumların çimlenmesini artırmaya yardımcı oldukları için de önemlidir (Mishra ve ark., 2018). Atouei ve ark. (2019), tuza dayanıklı EPS üreten *B.subtilis* subsp. *inaquosorum* ve *Marinobacter lipolyticus* ile aşılu buğdayda tuzluluk ve kuraklık streslerinin olumsuz etkilerinin azaldığını incelemişlerdir. Isfahani ve ark. (2019) silikon nanopartikülleri, bakteriyel EPS ve bakteriyel inokulumdan oluşan kombinasyonun çeşitli tuzluluk seviyelerinde (0.3, 2, 4, 6 ve 8 dS/m) yetiştirilen domates gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar uyguladıkları kombinasyonun bitkinin kök ve sürgün uzunluğunu, taze ve kuru ağırlığını 8 dS/m tuzluluk düzeyine kadar arttırdığını saptamışlardır. *Pseudomonas fluorescens* D11, DR7, *Enterobacter hormaechei* DR16 tarafından üretilen EPS, kök tüylerinde bakteri kolonizasyonunu arttırmış ve kuraklık stresi altında darının gelişmesini desteklemiştir (Niu ve ark., 2018). Ayrıca EPS'nin jel benzeri yapısından dolayı, köklere daha yüksek toprak yapışması nedeniyle toprak/kök doku oranının arttığını bildirmişlerdir.

Tuza toleranslı olan rizobakterilerin, stres koşullarında EPS üreterek toprak yapısını ve agregasyonunu iyileştirdiği, böylece mikro agregatlar (<250 mm) ile makro agregatların (250 mm'den büyük) oluşumuna neden olduğu, dolayısıyla besin ve su moleküllerinin tutulduğu açıklanmıştır (Arora ve ark., 2020). Tuzluluk stresine karşı ortamda uyumlu EPS-toprak kompleksinin oluşumu, rizosferdeki hem bitkilerin hem de rizobakterilerin popülasyonunun korunmasına yardımcı olmuştur (Arora ve ark., 2020).

Tuza toleranslı rizobakterilerin bitkileri çeşitli patojenlerin neden olduğu hastalıklara karşı da koruduğu yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir (Paul ve Nair, 2008; Triky-Dotan ve ark., 2005). Egamberdieva (2012) tuzlu topraklarda tuza dayanıklı *P.chlororaphis* suşu ile aşılamanın *F.solanii*'nin neden olduğu hıyar ve domates kök çürüklüğünü baskıladığını bildirmiştir.

ÜRÜN VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRAN RHİZOBAKTERİLER

Bitki gelişimini teşvik eden tuza toleranslı rizobakterilerin topraktaki yüksek konsantrasyondaki tuzlarla başa çıkma kabiliyetine sahip olduğu artık yaygın olarak kabul edilmektedir (Kumar ve ark., 2019; Rima ve

ark., 2018). Topraktaki varlıkları bitkilere doğrudan fayda sağlar. Biyo-inokulantlar/biyoformülasyonlar biçiminde uygulanmaları sadece ürün verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda aşırı tuzlu koşullarda bitkilerin hayatta kalmasını da kolaylaştırır (Kumar ve ark., 2019; Raj ve ark., 2011).

Tuza toleranslı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tuzdan etkilenen topraklara uygulanmasının sadece mahsulün hayatta kalmasına yardımcı olmadığı, aynı zamanda verimi arttırdığı da açıklanmıştır (Singh ve Jha, 2016). Tuza toleranslı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerden olan *B.subtilis*, tuzdan etkilenen toprakta (EC 5.2 dS/m) buğday verimini yaklaşık % 18 artırmıştır (Upadhyay ve Singh, 2015). Araştırmalar, tuza toleranslı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin çeltik ile aşılamanın; çimlenmeyi artırabileceğini, fide büyümesini teşvik edebileceğini, ROS'a karşı antioksidan enzimleri indükleyebileceğini, ozmolit birikimini destekleyebileceğini ve tuz stresi ile ilgili genlerin ifadesini modüle edebileceğini göstermektedir (Rima ve ark., 2018; Sarkar ve ark., 2018). Sodik topraklarda yetiştirilen tuza dayanıklı çeltik ve buğdayın verimliliğini arttırmada çeşitli rizobakterilerin etkisi, Damodaran ve ark. (2019) tarafından araştırılmış; *Lysinibacillus* sp. ile aşılamanın tuzluluğun olumsuz etkisini azaltmada etkili olduğu rapor edilmiştir. Tuza toleranslı ve bitki gelişimini teşvik eden *Enterobacter* sp. MN17 ve *Bacillus* sp. MN54'in *Chenopodium quinoa* ile aşılama sonucu tuzlu yetiştirme ortamında *Chenopodium quino*'nın su alımını arttırmıştır (Yang ve ark., 2016).

Yapılan çalışmalarda, tuzluluğun soya fasulyesi, bezelye, fasulye, maş fasulyesi, yerfıstığı gibi baklagiller üzerindeki olumsuz etkilerinin, tuza dayanıklı rizobakterilerin uygulanmasıyla en aza indirilebileceğini göstermiştir (Meena ve ark., 2017; Yasin ve ark., 2018). Ahmad ve ark. (2011), tuz stresi koşullarında maş fasulyesinin verimliliğini artırmak için tuza dayanıklı *Rhizobium* ve *Pseudomonas*'ın kombine uygulamasını değerlendirmiştir. Birlikte aşılamanın tohum verimi dahil tüm büyüme parametrelerini; aşılama kontrolle oranla % 150 arttırdığını bulmuşlardır. Floresan *Pseudomonas*, tuzlu koşullar altında ayçiçeğinin kök ve sürgün uzunluğunu, *Klebsiella*, *Agrobacterium*, *Pseudomonas* ve *Ochrobactrum* ise yerfıstığı gelişimini stimüle etmiş verimi arttırmıştır (Sharma ve ark., 2016; Tewari ve Arora, 2016). Peng ve ark. (2021) *Pseudomonas* sp. P8, *Peribacillus* sp. P10 ve *Streptomyces* sp. X52'i içeren konsortium ile aşılamanın mısır gelişimini arttırdığı, mısır rizosferinde bakteri popülasyonunu düzenlediğini açıklamışlardır.

Van Oosten ve ark. (2018), domates bitkilerinin hem orta (50 mM NaCl) hem de şiddetli (100 mM NaCl) tuz stresleri altında *A.chroococcum* 76A ile aşılamanın, kontrolle karşılaştırıldığında sürgün kuru ağırlı-

ğı, taze meyve ağırlığı ve meyve sayısı gibi büyüme parametrelerini artırdığını bildirmiştir. Ge ve Zhang (2019), tuz stresi altında (% 3 NaCl), *Rhodopseudomonas palustris* G5'in hıyar fidelerinin sürgün boyunu, kök uzunluğunu, bitki yaş ve kuru ağırlığını, toplam klorofil içeriğini ve çözümlü şeker içeriğini arttırdığını incelemiştir. Tahir ve ark. (2019), tuza dayanıklı *Bacillus* suşları konsorsiyumunun, normal ve tuzdan etkilenen topraklarda oksin, antioksidan enzimler üreterek, Na⁺, K⁺ ve Ca⁺² alımını düzenleyerek patates verimini arttırdığını bildirmiştir.

Kumar ve ark. (2019), yerel saha koşullarına kolayca adapte olabildikleri için biyoinokulant geliştirmede tuza toleranslı bitkinin gelişimini teşvik eden yerli rizobakter izolatlarının kullanılmasının tercih edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde, tuzlu topraklar için özel olarak geliştirilmiş tuza toleranslı rizobakteri bazlı biyoinokulantın, çeşitli ürünlerde verimlilik kaybının önlenmesinde etkili bir yaklaşım olabileceği vurgulanmıştır (Mishra ve ark., 2018). Konsorsiyum bazlı biyoinokulantlar son zamanlarda önem kazanmıştır, çünkü çeşitli rizobakterileri dahil ederek sadece tuzluluk stresi yönetilmez, aynı zamanda fitopatogenler de kontrol edilebilir ve besinlerin de aynı anda asimile edilebileceği açıklanmıştır (Li ve ark., 2019; Zhang ve ark., 2018). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler, mikoriza ve endosimbiontlar gibi çeşitli mikroorganizmaların konsorsiyum formülasyonlarında kullanılmasının bitkilerde stresle mücadele için çok umut verici bir strateji olabileceği de öne sürülmüştür (Ilangumaran ve Smith, 2017).

Bununla birlikte, tuza toleranslı rizobakteri suşları (konsorsiyumlar dahil) ile birlikte metabolitler (osmolitler, biyosümfaktanlar, fitohormonların öncüsü ve stres enzimleri) sağlayan verimli yeni biyoinokulantların geliştirilmesiyle ilgili gelecekteki araştırmalara ilişkin beklentiler de artmaktadır. Halihazırda, tuzlu tarımsal ekosistemlerde spesifik kullanım için tuza toleranslı rizobakterilerden hazırlanan ürünler bulunmamaktadır ve mevcut biyoinokulantlar bu koşullarda çalışmamaktadır. EPS gibi metabolitlerin kullanımı bazı biyoürünlerde önerilmiş ve araştırılmıştır (Arora, 2019; Tewari ve Arora, 2014). EPS, laboratuvar ve endüstriyel seviyelerde ucuza üretilmekte, tuzlu topraklar için hazırlanan biyoinokulantlara eklenebilmektedir. Ayrıca hem aşılama hem de bitki için koruyucu görevi görebilmektedir (Arora, 2019). Yapılan çalışmalarda, tarımda biyopolimerlerin ve rizobakterilerin beraber kullanımı tasarlanmıştır (Raj ve ark., 2011; Sharif ve ark., 2018; Peng ve ark., 2021). Kitosan ile muameleli *Methylobacterium oryzae* CBMB20, tuz stresi koşullarında domatesin gelişimi üzerine biyoinokulant olarak etkisi araştırılmıştır (Chanratana ve ark., 2019). Li ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada; bir polimerin *Paenibacillus beijingensis* BJ-18 ve *Bacillus* sp. ile birlikte kullanımının buğday ve hıyarda tuzluluk stresini azalttığı belirlenmiştir.

Tuzlu toprakların üretkenliğinin arttırılması, yalnızca gıda güvenliği- nin sağlanmasına yardımcı olmakla kalmayacak, aynı zamanda beslenme açısından zayıf olan bu tarımsal sistemlerde toprak organik maddesinin içeriğinin ve kalitesinin artmasıyla da sonuçlanacaktır. Bu, karbon ayak izini azaltmaya ve iklim değişikliğiyle mücadelede de yardımcı olabilir (Arora, 2019).

SONUÇ

Toprak tuzluluğunun etkileri tarım, biyolojik çeşitlilik ve çevre üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilmektedir. Tarım kapsamındaki tuzlu alanlar dünya genelinde her yıl arttığından, bu durum endişe yaratmaktadır. Tuzlu toprakların bitkilerin büyümesini baskıladığı bilinmektedir. Bitki büyümesini teşvik eden tuza dayanıklı rizobakteriler, tuzluluk stresiyle bitkinin başa çıkması için çeşitli mekanizmalar geliştirmiştir. Tuzluluk stresi altında hücre bütünlüğünün ve bitki-mikroorganizma etkileşimlerinin korunmasında çeşitli genler ve metabolitler rol oynar. Tuza toleranslı ve bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler üzerine yapılan araştırmalar, tuzluluk sorunu olan tarımsal ekosistemlerin iyileştirilmesi ve üretkenliğinin arttırılması konusundaki büyük potansiyellerini de göstermektedir. Tuzlu ortamlarda mahsul büyümesini ve verimi artırmak için mikrobiyal aşılama yöntemlerinin ticari uygulaması, tuzlu toprakların tarımı için potansiyel bir stratejidir. Büyümeyi teşvik eden, patojenleri kontrol eden, patojenlere karşı sistemik direnci indükleyen veya en az bir mekanizma yoluyla stres toleransının azaltılmasını sağlayan şu anda ticari olarak satılan birkaç rizobakteri aşılama vardır. Potansiyel rizobakteri izolatları, katı veya sıvı fermantasyon teknolojileri yoluyla farklı organik ve inorganik taşıyıcılar kullanılarak formüle edilir. Toprak tuzluluğu tehdidiyle mücadele etmek için yeni biyoinokulantlar geliştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Bununla birlikte, tuzluluk stresi altında bitki büyümesinin desteklenmesinde yer alan tuza toleranslı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin gen ekspresyonunu ve fonksiyonel özelliklerini hedefleyen çalışmalar, dünya çapında her geçen gün artan tuzlu toprak sistemleri için özel biyofarmakoloji tasarlamak için yapılmalıdır. Hem bakteri hem de bitki hücresi üzerinde çok boyutlu etkileri olan tuzluluk stresi altında tuza toleranslı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin kendilerini ve simbiyotik ortaklarını nasıl desteklediğine dair moleküler ve biyokimyasal düzeyde çok şey keşfedilmeyi beklemektedir

KAYNAKÇA

- Abbas, R., Rasul, S., Aslam, K., Baber, M., Shahid, M., Mubeen, F., Naqqash, T. (2019). Halotolerant PGPR: A hop efor cultivation of saline soils. *Journal of King Saud University-Science*. 31: 1195-1201.
- Abd-Allah, E. F., Alqarawi, A. A., Hashem, A., Radhakrishnan, R., Al-Huqail, A. A., Al-Otibi, F. A. (2017). Endophytic bacterium *Bacillus subtilis* (BERA 71) improves salt tolerance in chickpea plants by regulating the plant defense mechanisms. *J. Plant Interact*. 3: 37–44.
- Ahmad, M., Zahir, Z. A., Asghar, H. N., Asghar, M. (2011). Inducing salt tolerance in mung bean through coinoculation with rhizobia and plant-growth-promoting rhizobacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase. *Can. J. Microbiol*. 57: 578–589.
- Ali, S., Charles, T. C., Glick, B. R. (2014). Amelioration of high salinity stress damage by plant growth-promoting bacterial endophytes that contain ACC deaminase. *Plant Physiol. Biochem*. 80: 160–167.
- Ali Khan, M., Shahid Shaukat, S., Shahzad, A., Arif, H. (2012). Growth and yield responses of pearl millet (*Pennisetum glaucum* [L.] R.Br.) irrigated with treated effluent from waste stabilization ponds. *Pak. J. Bot*. 46: 1011–1018.
- Arora, N.K., Fatima, T., Mishra, I., Verma, S. (2020). Microbe-based inoculants: role in nextgreen revolution. In: Shukla V, Kumar N, editors. *Environmental Concernsand Sustainable Development*. Singapore: Springer; p. 191–246.
- Arora, N.K. (2019). Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. *Environmental Sust*. 2: 95–96.
- Arora, N.K., Fatima, T., Mishra, I., Verma, M., Mishra, J., Mishra, V. (2018). Environmental sustainability: challenges and viable solutions. *Environ. Sust*. 1: 309–340.
- Aslam, F., Ali, B. (2018). Halotolerant bacterial diversity associated with *Suaeda fruticosa* (L.) forssk. improved growth of maize under salinity stress. *Agronomy* 8:131
- Atouei, M. T., Pourbabae, A. A., Shorafa, M. (2019). Alleviation of salinity stress on some growth parameters of wheat by exopolysaccharide-producing bacteria. *Ir. J. Sci. Technol. Trans. A*. 43: 2725–2733.
- Ayyam, V., Palanivel, S., Chandrakasan, S. (2019). Approaches in land degradation management for productivity enhancement, in *Coastal Ecosystems of the Tropics– Adaptive Management*, eds V. Ayyam, S. Palanivel, and S. Chandrakasan (Singapore: Springer).
- Barassi, C.A., Ayrault, G., Creus, C.M., Sueldo, R.J., Sobrero, M.T. (2006). Seed inoculation with *Azospirillum* mitigates NaCl effects on lettuce. *Sci Hortic-Amst*. 109 (1):8–14.

- Bargaz, A., Lyamlouli, K., Chtouki, M., Zeroual, Y., Dhiba, D. (2018). Soil micro-bial resources for improving fertilizers efficiency in an integrated plant nutrient management system. *Front. Microbiol.* 9: 1-25.
- Chanratana, M., Joe, M. M., Choudhury, A. R., Anandham, R., Krishnamoorthy, R., Kim, K., (2019). Physiological response of tomato plant to chitosan-immobilized aggregated *Methylobacterium oryzae* CBMB20 inoculation under salinity stress. *Biotechnolgy* 9:397.
- Chatterjee, P., Samaddar, S., Anandham, R., Kang, Y., Kim, K., Selvakumar, G. (2017). Beneficial soil bacterium *Pseudomonas frederiksbergensis* OS261 augments salt tolerance and promotes red pepper plant growth. *Front Plant Sci.* 8:1-9
- Chu, T.N., Tran, B.T., Bui, L.T., Hoang, M.T.T. (2019). Plant growth-promoting rhizobacterium *Pseudomonas* PS01 induces salt tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *BMC Res. Notes.* 12: 1-7.
- Damodaran, T., Mishra, V. K., Jha, S. K., Pankaj, U., Gupta, G., Gopal, R. (2019). Identification of rhizosphere bacterial diversity with promising salt tolerance, PGP traits and their exploitation for seed germination enhancement in sodic soil. *J. Agric. Res.* 8: 36-43.
- Diby, P., Bharathkumar, S., Sudha, N. (2005). Osmotolerance in biocontrol strain of *pseudomonas pseudoalcaligenes* MSP-538: a study using osmolyte, protein and gene expression profiling. *Ann Microbiol* 55(4):243-47
- Dodd, I. C., Zinovkina, N. Y., Safronova, V. I., Belimov, A. A. (2010). Rhizobacterial mediation of plant hormone status. *Ann Appl. Biol.* 157: 361-379.
- Egamberdieva, D. (2011). Survival of *Pseudomonas extremorientalis* TSAU20 and *P. chlororaphis* TSAU13 in the rhizosphere of common bean (*Phaseolus vulgaris*) under saline conditions. *Plant Soil Environ.* 57: 122-127.
- Egamberdieva, D., Kucharova, Z. (2009). Selection for root colonising bacteria stimulating wheat growth in saline soils. *Biol. Fertil. Soils* 45: 563-571.
- Egamberdieva, D. (2012). *Pseudomonas chlororaphis*: a salt-tolerant bacterial inoculant for plant growth stimulation under saline soil conditions. *Acta Physiol Plant* 34:751-56.
- Egamberdieva, D., Wirth, S., Jabborova, D., Rasanen, L. A., Liao, H. (2017). Coordination between *Bradyrhizobium* and *Pseudomonas* alleviates salt stress in soybean through altering root system architecture. *J. Plant Interact.* 12: 100-107.
- Faravani, M., Emami, S. D., Gholami, B. A., Faravani, A. (2013). The effect of salinity on germination, emergence, seed yield and biomass of black cumin. *J. Agric. Sci.* 58: 41-49.
- Farooq, M., Gogoi, N., Hussain, M., Barthakur, S., Paul, S., Bharadwaj, N. (2017). Effects, tolerance mechanisms and management of salt stress in grain legumes. *Plant Physiol. Biochem.* 118: 199-217.

- Fita, A., Rodri guez-Burruezo, A., Boscaiu, M., Prohens, J., Vicente, O. (2015). Breeding and domesticating crops adapted to drought and salinity: a new paradigm for increasing food production. *Front. Plant Sci.* 6:978.
- Fu, Q.L., Liu, C., Ding, N.F., Lin, Y.C., Guo, B. (2010). Ameliorative effects of inoculation with the plant growth-promoting rhizobacterium *Pseudomonas* sp. DW1 on growth of eggplant (*Solanum melongena* L.) seedlings under salt stress. *Agr Water Manag.* 97:1994–2000.
- Ge, H., Zhang, F. (2019). Growth-Promoting Ability of *Rhodopseudomonas palustris* G5 and its effect on induced resistance in cucumber against salt stress. *J. Plant Growth Regul.* 38: 180–188.
- Glick, B.R. (2014). Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the world. *Microbiol. Res.* 169: 30–39.
- Glick, B.R., Todorovic, B., Czarny, J., Cheng, Z., Duan, J., McConkey, B. (2007). Promotion of plant growth by bacterial ACC deaminase. *Crit. Rev. Plant. Sci.* 26: 227–242.
- Hashem, A., Abd-Allah, E. F., Alqarawi, A. A., Al-Huqail, A. A., Wirth, S., Egamberdieva, D. (2016). The interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and endophytic bacteria enhances plant growth of *Acacia gerrardii* under salt stress. *Front. Microbiol.* 7:1089.
- He, A. L., Niu, S. Q., Zhao, Q., Li, Y.S., Gou, J.Y., Gao, H.J. (2018). Induced salt tolerance of perennial ryegrass by a novel bacterium strain from the rhizosphere of a desert shrub *Haloxylon ammodendron*. *Int. J. Mol. Sci.* 19:469.
- Ilangumaran, G., Smith, D. L. (2017). Plant growth promoting rhizobacteria in amelioration of Salinity stress: a systems biology perspective. *Front. Plant Sci.* 8:1768.
- Isfahani, F.M., Tahmourespour, A., Hoodaji, M., Ataabadi, M., Mohammadi, A. (2019). Influence of Exopolysaccharide-Producing Bacteria and SiO₂ Nanoparticles on Proline Content and Antioxidant Enzyme Activities of Tomato Seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) under Salinity Stress, *Pol. J. Environ. Stud.* 28:153-163.
- Kashyap, B.K., Ara, R., Singh, A., Kastwar, M., Aayshar, S., Mathew, J., Solanki, M.K. (2019). Halotolerant PGPR bacteria: Amelioration for salinity stress. *Microbial Interventions in Agriculture and Environment: Volume 1 : Research Trends, Priorities and Prospects.* p. 509-530
- Khan, N., Bano, A. (2019). Exopolysaccharide producing rhizobacteria and their impact on growth and drought tolerance of wheat grown under rainfed conditions. *PLoS One* 14:e0222302.
- Kumar, A., Patel, J.S., Meena, V.S., Srivastava, R. (2019). Recent advances of PGPR based approaches for stress tolerance in plants for sustainable agriculture. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 20:101271.

- Li, Y., Shi, H., Zhang, H., Chen, S. (2019). Amelioration of drought effects in wheat and cucumber by the combined application of super absorbent polymer and potential biofertilizer. *Peer J.* 7:e6073
- Li, H., La., S., Gao, L., Tian, Y. 2021. Salt induced recruitment of specific root-associated bacterial consortium capable of enhancing plant adaptability to salt stress. *The ISME Journal* 15: 2865-2882
- Meena, K.K., Sorty, A.M., Bitla, U.M., Choudhary, K., Gupta, P., Pareek, A. (2017). Abiotic stress responses and microbe-mediated mitigation in plants: the omics strategies. *Front. Plant Sci.* 8:172.
- Mishra, J., Fatima, T., Arora, N.K. (2018). “Role of secondary metabolites from plant growth-promoting rhizobacteria in combating salinity stress,” in *Plant Microbiome: Stress Response*, eds P. Ahmad, and D. Egamberdieva (Singapore: Springer), p.127–163.
- Niu, X., Song, L., Xiao, Y., Ge, W. (2018). Drought-tolerant plant growth-promoting rhizobacteria associated with foxtail millet in a semi-arid agroecosystem and their potential in alleviating drought stress. *Front. Microbiol.* 8:2580.
- Paul, D., Lade, H. (2014). Plant growth promoting rhizobacteria to improve crop growth in saline soils: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 34:737-752.
- Paul, D., Nair, S. (2008). Stress adaptations in a plant growth promoting rhizobacterium (PGPR) with increasing salinity in the coastal agricultural soils. *J Basic Microbiol.* 48:378–84.
- Patel, T., Saraf, M. (2017). Biosynthesis of phytohormones from novel rhizobacterial isolates and their in vitro plant growth-promoting efficacy. *J. Plant Interact.* 12: 480–487.
- Peng, J., Ma, J., Wei, X., Hu, D., Wang, Z. (2021). Accumulation of beneficial bacteria in the rhizosphere of maize (*Zea mays* L.) grown in a saline soil in responding to a consortium of plant growth promoting rhizobacteria. *Annals of Microbiol.* 71, 1-12
- Qurashi, A. W., Sabri, A. N. (2012a). Bacterial exopolysaccharide and biofilm formation stimulate chickpea growth and soil aggregation under salt stress. *Braz. J. Microbiol.* 43: 1183–1191
- Qurashi, A. W., Sabri, A. N. (2012b). Biofilm formation in moderately halophilic bacteria is influenced by varying salinity levels. *J. Basic Microbiol.* 52: 566–572.
- Raj, S. N., Lavanya, S. N., Sudisha, J., Shetty, H. S. (2011). “Applications of biopolymers in agriculture with special reference to role of plant derived biopolymers in crop protection,” in *Biopolymers: Biomédical and Environmental Applications*, eds S. Kalia, and L. Averous (Hoboken, NJ: Wiley Publishing LLC), p. 461–481.

- Rima, F. S., Biswas, S., Sarker, P. K., Islam, M. R., Seraj, Z. I. (2018). Bacteria endemic to saline coastal belt and their ability to mitigate the effects of salt stress on rice growth and yields. *Ann. Microbiol.* 68: 525–535.
- Romic, D., Ondrasek, G., Romic, M., Josip, B., Vranjes, M., Petosic, D. (2008). Salinity and irrigation method affect crop yield and soil quality in watermelon (*Citrullus lanatus* L.) growing. *Irrig Drain* 57(4):463– 9
- Rütting, T., Aronsson, H., Delin, S. (2018). Efficient use of nitrogen in agriculture. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 110: 1–5.
- Sadeghi, A., Karimi, E., Dahaji, P.A., Javid, M.G., Dalvand, Y., Askari, H. (2012). Plant growth promoting activity of an auxin and siderophore producing isolate of *Streptomyces* under saline soil conditions. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 28: 1503–1509.
- Saleem, M., Arshad, M., Hussain, S., Bhatti, A.S. (2007) Perspective of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) containing ACC deaminase in stress agriculture. *J Ind Microbiol Biot* 34(10):635–48
- Sapre, S., Gontia-Mishra, I., Tiwari, S. (2018). Klebsiella sp. confers enhanced tolerance to salinity and plant growth promotion in oat seedlings (*Avena sativa*). *Microbiol. Res.* 206: 25–32.
- Sarkar, A., Ghosh, P.K., Pramanik, K., Mitra, S., Soren, T., Pandey, S. (2018). A halotolerant *Enterobacter* sp. displaying ACC deaminase activity promotes rice seedling growth under salt stress. *Microbiol. Res.* 169: 20–32.
- Schirawski, J., Perlin, M.H. (2018). Plant–microbe interaction 2017-the good, the bad and the diverse. *Int. J. Mol. Sci.* 19:1374.
- Sharif, R., Mujtaba, M., Ur Rahman, M., Shalmani, A., Ahmad, H., Anwar, T. (2018). The multifunctional role of chitosan in horticultural crops; a review. *Molecules* 23:872.
- Sharma, S., Kulkarni, J., Jha, B. (2016). Halotolerant rhizobacteria promote growth and enhance salinity tolerance in peanut. *Front. Microbiol.* 7:1600.
- Shultana, R., Zuan, A.T.K., Yusop, M.R., Saud, H.M. (2020). Characterization of salt-tolerant plant growthpromoting rhizobacteria and the effect on growth and yield of saline-affected rice. *PLoS One* 15(9): e0238537.
- Singh, R.P., Jha, P.N. (2016). The multifarious PGPR *Serratia marcescens* CDP-13 augments induced systemic resistance and enhanced salinity tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). *PLoS One* 11:e0155026.
- Shi, D.C., Wang, D.L. (2005). Effects of various salt alkaline mixed stress on *Aneurolepidium chinense* (Trin.) Kitag. *Plant and Soilless*, 241: 15-26.
- Tahir, M., Ahmad, I., Shahid, M., Shah, G. M., Farooq, A. B. U., Akram, M. (2019). Regulation of antioxidant production, ion uptake and productivity in potato (*Solanum tuberosum* L.) plant inoculated with growth promoting salt tolerant *Bacillus* strains. *Ecotox. Environ. Safe* 178: 33–42.

- Tewari, S., Arora, N.K. (2014). Multifunctional exopolysaccharides from *Pseudomonas aeruginosa* PF23 involved in plant growth stimulation, biocontrol and stress amelioration in sunflower under saline conditions. *Curr. Microbiol.* 69: 484–494.
- Tewari, S., Arora, N. K. (2016). Fluorescent *Pseudomonas* sp. PF17 as an efficient plant growth regulator and biocontrol agent for sunflower crop under saline conditions. *Symbiosis* 68: 99–108.
- Tiwari, G., Duraivadivel, P., Sharma, S., Hariprasad, P. (2018). 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase producing beneficial rhizobacteria ameliorate the biomass characters of *Panicum maximum* Jacq. by mitigating drought and salt stress. *Sci. Rep.* 8:17513
- Triky –Dotan, S., Yermiyahu, U., Katan, J., Gamliel, A. (2005). Development of crown and root rot disease of tomato under irrigation with saline water. *Phytopathol.* 95:1438–1444.
- TrParray, A. P., Jan, S., Kamili, A. N., Qadri, R. A., Egamberdieva, D., Ahmad, P. (2016). Current perspectives on plant growth promoting rhizobacteria. *Plant Growth Regul.* 35: 877–902.
- Upadhyay, S. K., Singh, D. P. (2015). Effect of salt-tolerant plant growth-promoting rhizobacteria on wheat plants and soil health in a saline environment. *Plant Biol.* 17: 288–293.
- Vaishnav, A., Kumari, S., Jain, S., Varma, A., Tuteja, N., Choudhary, D.K. (2016). PGPR-mediated expression of salt tolerance gene in soybean through volatiles under sodium nitroprusside. *J. Basic Microbiol.* 56: 1274–1288.
- Van Oosten, M. J., Di Stasio, E., Cirillo, V., Silletti, S., Ventorino, V., Pepe, O. (2018). Root inoculation with *Azotobacter chroococcum* 76A enhances tomato plants adaptation to salt stress under low N conditions. *BMC Plant Biol.* 18:205.
- Vives-Peris, V., Gomez-Cadenas, A., Perez-Clemente, R. M. (2018). Salt stress alleviation in citrus plants by plant growth-promoting rhizobacteria *Pseudomonas putida* and *Novosphingobium* sp. *Plant Cell Rep.* 37: 1557–1569.
- Yao, L., Wu, Z., Zheng, Y., Kaleem, I., Li, C. (2010). Growth promotion and protection against salt stress by *Pseudomonas putida* Rs-198 on cotton. *Eur. J. Soil Biol.* 46: 49–54.
- Yasin, N. A., Khan, W. U., Ahmad, S. R., Ali, A., Ahmad, A., Akram, W. (2018). Imperative roles of halotolerant plant growth-promoting rhizobacteria and kinetin in improving salt tolerance and growth of black gram (*Phaseolus mungo*). *Environ. Sci. Pollut. Res.* 25: 4491–4505.
- Yan, N., Marschner, P., Cao, W., Zuo, C., Qin, W. (2015). Influence of salinity and water content on soil microorganisms. *International Soil and Water Conservation Research.* 3: 316–323.

- Yang, A., Akhtar, S.S., Iqbal, S., Amjad, M., Naveed, M., Zahir, Z.A. (2016). Enhancing salt tolerance in quinoa by halotolerant bacterial inoculation. *Funct. Plant Biol.* 43: 632–42
- Zhang, S., Fan, C., Wang, Y., Xia, Y., Xiao, W., Cui, X. (2018). Salt-tolerant and plant-growth-promoting bacteria isolated from high-yield paddy soil. *Can. J. Microbiol.* 64: 968–978.
- Zhou, C., Zhu, L., Xie, Y., Li, F., Xiao, X., Ma, Z. (2017). *Bacillus licheniformis* SA03 confers increased saline-alkaline tolerance in *Chrysanthemum* plants by induction of abscisic acid accumulation. *Front. Plant Sci.* 8:1143–1143.

Bölüm 6

ÇILDIR GÖLÜ'NDEKİ KEREVİTİN (*ASTACUS LEPTODACTYLUS*) PİGMENTASYON ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Filiz KUTLUYER KOCABAŞ¹

Önder AKSU²

Başar ALTINTERİM³

1 Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Tunceli, Türkiye, filizkutluyer@hotmail.com
tel:+904282131794-2439, Doi: 0000-0001-8334-5802

2 Munzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Tunceli, Türkiye, onderaksu@munzur.edu.tr
tel:+904282131794-2439, Doi: 0000-0003-3735-6732

3 Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Doğanşehir Vahap Küçük Meslek Yüksek Okulu Su Ürünleri Bölümü, Doğanşehir, Malatya, Türkiye. basar.altinterim@ozal.edu.tr, tel: +90 422 846 12 65, Doi: 0000-0003-4544-2163

GİRİŞ

Karapaks rengi, kerevit ticareti (tüketim, akvaryum yetiştiriciliği) için önemli bir kalite faktörüdür (Kaldre ve ark., 2014). Ürün kalitesi ve tazeliğinin yanında, renk tüketiciler tarafından dikkat edilen bir özelliktir (Boonyaratpalin ve ark., 2001). Kerevitlerde, türlere ve diyet, çevre ve genetik gibi faktörlere bağlı olarak çok çeşitli renk kombinasyonları ortaya çıkabilmektedir (Thacker ve ark. 1993; Ghidalia 1985; Wade 2010).

Beslenme, renklenmeyi etkileyen önemli bir faktördür (Altıntirim ve Aksu, 2019a,b). Karotenoidler, özellikle astaksantin, krustasealarda kabuk rengini etkileyen başlıca pigmentlerdir (Wade ve ark. 2005). Canlı kabukluların dış iskeletinde, astaksantin turuncu kırmızı rengi, karotenoprotein komplekslerinin oluşumuyla kahverengi, mor, yeşil veya mavi olarak modifiye edilebilir (Boonyaratpalin ve ark. 2001). Pişirilmiş kabukluların kırmızı rengi, pişirme ısı ile denatüre edildiğinde karotenoid prostetik grubun (astaksantin) karotenoproteinlerden salınmasıyla üretilir (Ponce-Palafox ve ark. 2006). Hayvanlar bu pigmentleri sentezleyemediklerinden bu pigmentleri diyet yoluyla biriktirmeleri gerekmektedir (Lee 1977; Shahidi ve ark. 1994; Negre-Sadargues ve ark. 2000; Velu ve ark. 2003). Karotenoid pigmentler büyük ölçüde hem bitkisel hem de hayvan krallıklarında temsil edilmektedir (Petit ve ark. 1997). Karotenoidlerin biyosentezi bitkiler, algler ve bakteriler tarafından yapılabilir de, bu tür doğal pigmentler, doğal ortamda yaşayan balıklar ve kabuklu gibi hayvanlarda da bulunur (Rodriguez ve ark. 1973).

Kerevit (*A.leptodactylus*), doğal ortamında genellikle yeşilimsi kahverengi renktedir. Nadir durumlarda, renklenmede farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Bununla birlikte, mavi, kahverengi ve yeşil tonlarının bazıları genetik olabilir veya başka faktörlerin etkisinde de olabilirler. Bazı durumlarda daha açık/koyu renkler, diyet, güneş ışığı ve alt tiplerden etkilenebilir. Bu çalışmada, Çıldır Gölü'nden avlanan kerevitlerin (*A. leptodactylus*) pigmentasyonundaki farklılıkların belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Kerevitler ($n_{dişi}$:315, n_{erkek} :216) Çıldır Gölü'nden (Ardahan, Türkiye) pinterlerle avlanılmıştır. Örneklerde 0,1 g duyarlı terazide total ağırlıkları (W) tartılmış ve kumpasla karapaks uzunluğu (KU), karapaks genişliği (KG), abdomen uzunluğu (AU),abdomen genişliği (AG), total boy (TL), kısıkaç uzunluğu (KsU), kısıkaç ayak uzunluğu (KsaU) ve kısıkaç genişliği (KsG) gibi morfometrik ölçümleri yapılmıştır. Boy-ağırlık ilişkilerinin belirlenmesinde her bireyin total boyunun ve total ağırlığının logaritmaları alınarak regresyon analizi uygulanmış ve doğrusal ($\ln W=a+b*\ln L$) ve üssel olarak ($W=a*L^b$) incelenmiştir (W: total ağırlık; L: total boy; a ve

b: regresyon parametre ifadesi) (Sparre ve Venema 1992). Regrasyon analizinden elde edilen “b” değeri organizmanın allometrik veya isometrik büyümesini göstermektedir. Kabuk rengi, plastik bir kutuda su ile bir arka plan olarak beyaz bir kağıt tabakası ile görsel olarak incelenmiştir. Sekiz renk varyasyonu belirlenmiştir: mavi renk, mavi renk-lekeli, petrol yeşili rengi, petrol yeşili rengi-lekeli, bal rengi, bal rengi-lekeli, açık yeşil kahverengi ve açık yeşil kahverengi-lekeli (Şekil 1).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çıldır Gölü’nden avlanan kerevit popülasyonundaki bireylere ait linear regresyon analizi ile logaritmik olarak belirlenen boy-ağırlık ilişkileri Şekil 1,2 ve 3’de sunulmuştur. Regresyon denklemlerinde “b” değerinin erkek ve dişi bireyler ile tüm popülasyonda ise 3’ün altında kaldığı belirlenmiştir. Avlanan erkek bireylerdeki karapaks boy ortalaması $54,02 \pm 7,84$ mm, dişi bireylerdeki karapaks boy ortalaması $51,87 \pm 7,43$ mm, tüm bireylerdeki karapaks boy ortalaması $52,94 \pm 7,69$ mm olarak bulunmuştur. Canlı ağırlık değerleri ise erkek bireylerde $41,03 \pm 17,27$ g, dişi bireylerde $36,75 \pm 14,68$ g, tüm bireylerde $38,89 \pm 16,13$ g olduğu belirlenmiştir. Kısaç uzunluk ve genişlik değerleri ise erkek bireylerde $37,73 \pm 9,54$ mm ve $14,69 \pm 3,90$ mm, dişi bireylerde $29,96 \pm 7,32$ ve $12,88 \pm 2,59$ mm, tüm bireylerde $33,84 \pm 9,33$ ve $13,79 \pm 3,44$ mm olduğu belirlenmiştir. Abdomen genişliği erkek bireylerde $22,96 \pm 3,40$ mm, dişi bireylerde $26,28 \pm 4,79$ mm, tüm bireylerde $24,62 \pm 4,46$ mm olarak bulunmuştur. Çalışmada elde edilen değerler önceki çalışmalardan farklıdır. Habitat ve avlanma dönemi bu farklılıkların sebebi olabilir (Güner ve Balık, 2002; Harlıoğlu ve Harlıoğlu, 2005; Berber ve Balık, 2006; Kaya, 2015).

Farklı kerevit türleri kendi türlerine özgü farklı tipte barınak oluşturmaktadır. Diğer taraftan bazı kerevit türleri ise barınak oluşturmamakta ve ortamdaki hazır barınakları kullanmakta veya çeşitli nesnelerin altına saklanmaktadır (Aksu ve Harlıoğlu, 2015). Krustasealar, türlere ve genetik faktörlere, kabuk değiştirme aşamasına, yaşa, diyet, ışık rejimi ve arka plan rengi gibi çevresel faktörlere bağlı olarak çok çeşitli renk varyasyonları gösterirler (Thacker ve ark., 1993; Ghidalia, 1985; Aiken ve Waddy, 1987; Parisenti ve ark., 2011; You ve ark., 2006; Beingesser ve Copp, 1985). Şimdiye kadar, farklı kerevit türlerinde beslenme ve genetik faktörlerin renklenme üzerindeki etkileriyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bazı çalışmalar, Kuzey Amerika’daki çeşitli tatlı su kerevit türlerinde renk varyasyonu için genetik bir temel ortaya koymuştur (Volpe ve Penn, 1957) ve normal renkten kolayca ayırt edilebilen mavi fenotip tespit etmişlerdir. Yeni serbest bırakılan yavru kerevitlerde (*Cherax destructor*) fenotip, otozomal resesif kalıtsal bir özellik olarak kalmıştır (Walker ve ark., 2000). Bunun yanında, beslenmenin renklenme üzerindeki etkisini ortaya koyan çalışmalar da gerçekleştirilmiştir. Noverian ve ark.

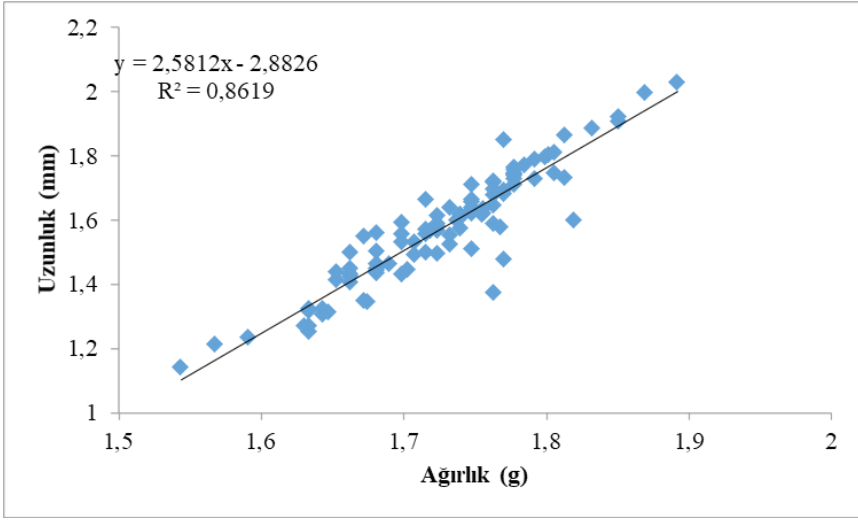
(2011) *A. leptodactylus* türündeki yaptıkları çalışmada kerevit yemlerine sentetik astaksantin farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 75 ve 100 mg.kg⁻¹) ilave etmişler ve 60 gün sonunda astaksantin içeren yemlerle beslenen kerevitlerde kahverengiden yeşilimsi renge kadar farklı renklenmelerin olduğu ancak bazal diyetle beslenen bireylerde dış görünüşün siyah olduğunu bildirmişlerdir. Kaldre ve ark. (2014) *Procambarus fallax* f. *virginalis* türünde yaptıkları çalışmada kerevitleri astaksantin içeren ve içermeyen yemlerle beslemişler besin tipinin renklenmede farklılıklara neden olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma alanı olan Çıldır Gölü'nde Bacillaroophyta, Cholorophyta, Cyanopyta, Dinophyta ve Euglonophyta gruplarına ait fitoplankton türlerinin ve 24 zooplankton türünün varlığı bildirilmiştir (URL-1, 2018). Fitoplankton ve zooplankton türlerindeki zenginlik göldeki kerevitlerin renklenmelerindeki farklılıkların nedeni olabilir.

Çıldır Gölü'nden yakalanan kerevitlerin cinsiyete göre renk dağılımları Tablo 1'de sunulmuştur. Çalışma sonucunda avlanan kerevitlerde 8 farklı renk kombinasyonu belirlenmiştir (Şekil 4). Erkek bireylerde, mavi renk, mavi renk-lekeli, petrol yeşili rengi, petrol yeşili rengi-lekeli, bal rengi, bal rengi-lekeli, açık yeşil kahverengi ve açık yeşil kahverengi-lekeli kerevitlerin yüzdelerinin sırasıyla %0,4, %0, %1,8, %0, %45,83, %14,81, %27,31 ve %16,66, dişi bireylerde ise sırasıyla %2,85, %0,63, %3,17, %0,63, %34,28, %5,71, %30,79 ve %21,90 olduğu belirlenmiştir.

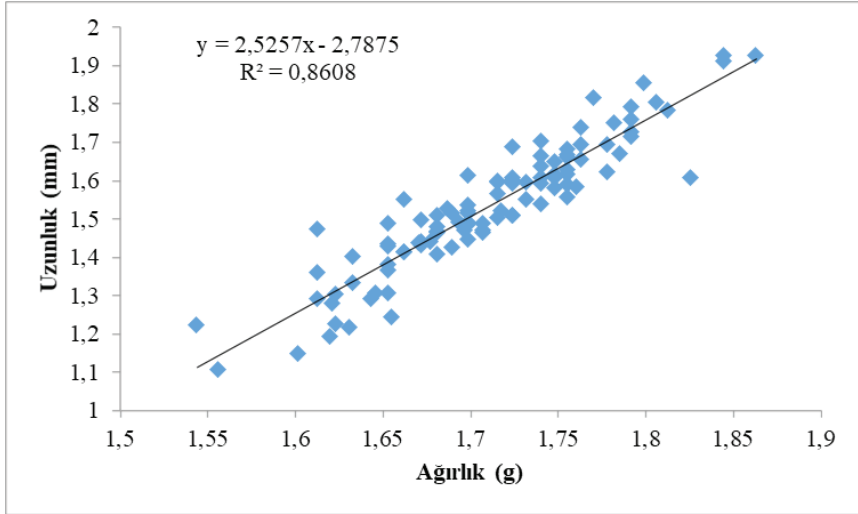
Tablo 1. Çıldır Gölü'nden avlanan kerevitlerin (*Astacus leptodactylus*) renk dağılımları

Renk	1		2		3		4		5		6		7		8	
Cinsiyet	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D
Birey sayısı	1	9	0	2	4	10	0	2	99	108	32	18	59	97	36	69
	10		2		14		2		197		50		156		105	
Toplam	531															

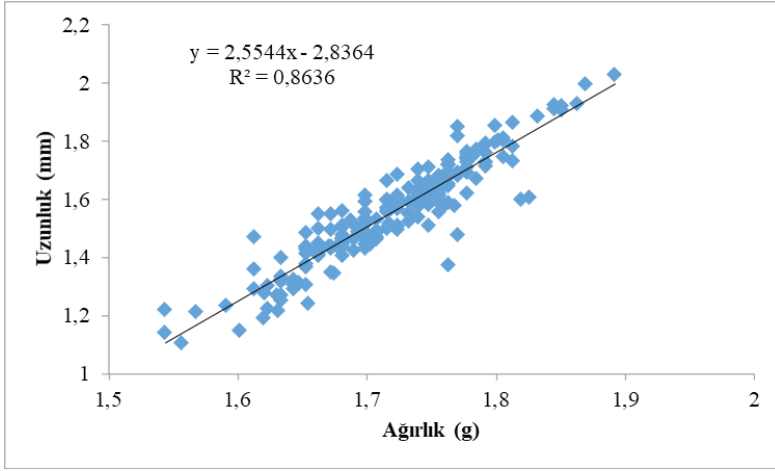
*1. Mavi renk, 2. Mavi renk-lekeli, 3. Petrol yeşili rengi, 4. Petrol yeşili rengi-lekeli, 5. Bal rengi, 6. Bal rengi-lekeli, 7. Açık yeşil kahverengi, 8. Açık yeşil kahverengi-lekeli.



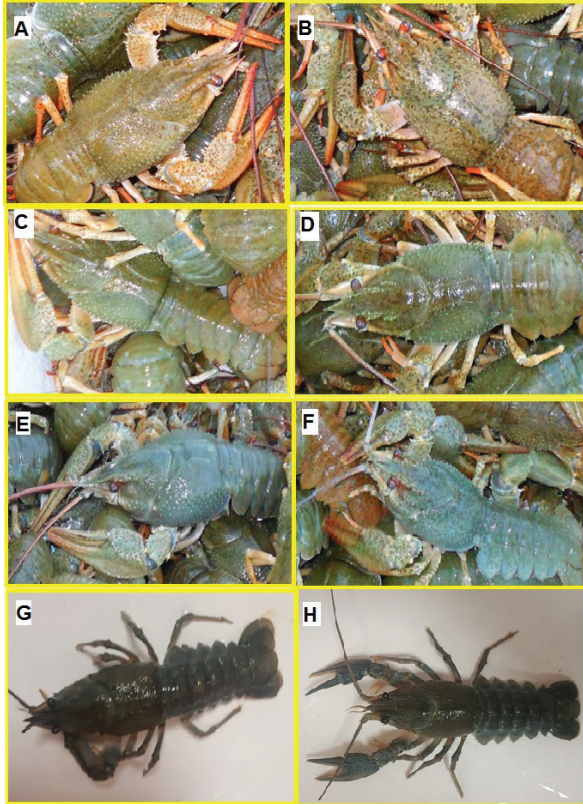
Şekil 1. Çıldır Gölü'nden avlanan erkek bireylerin boy-ağırlık ilişkisi.



Şekil 2. Çıldır Gölü'nden avlanan dişi bireylerin boy-ağırlık ilişkisi.



Şekil 3. Çıldır Gölü'nden avlanan tüm bireylerin boy-ağırlık ilişkisi.



Şekil 4. Çıldır Gölü'nden avlanan kerevitlerin (*Astacus leptodactylus*) renklenme, A) Bal rengi, B) Bal rengi-lekeli, C) Açık yeşil kahverengi, D) Açık yeşil kahverengi-lekeli, E) Mavi renk, F) Mavi renk-lekeli, G) Petrol yeşili rengi, H) Petrol yeşili rengi-lekeli.

Avlanan bireylerin çoğunlukla (%37,09) bal rengine sahip oldukları tespit edilmiştir. Yaşadıkları ortam ve beslenme, kerevitlerde renklenmeyi önemli ölçüde etkilemektedir. Sonuç olarak, bu çalışmada, avlanılan bölgenin bitki örtüsü ve taban yapısı detaylı olarak incelenmemesine rağmen, taban yapısı yoğun bir çamur yapısı ile kaplı olup gölün tabanında ışık ulaşan bölgelerde yüksek yapılı su bitkileri bulunmaktadır. Bunların yanında, Çıldır Gölü'nün volkanik patlamalar sonucu oluşan bir set gölü olması nedeniyle volkanik kayaların göl tabanında bulunması muhtemeldir. Kerevitlerin bu kadar çeşitli renklerde bulunmasının nedeninin bu farklı taban yapılarında yaşamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazar/ Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması bildirmemektedir.

ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ BEYANI

Yazar/Yazarlar bu çalışmanın araştırma ve yayın etiğine uygun olduğunu beyan eder.

KAYNAKLAR

- Aksu, Ö. ve Harlıoğlu, M.M. (2015). Kerevitlerin Barınak Çeşitleri ve Barınak Kullanımları. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 1, 53-63.
- Altınterim, B. ve Aksu, Ö. (2019a). Influence of macerated and cold press wheat germ (*Triticum vulgare*) oils added at different rates to trout feed on the feed rate (FCR), haematology parameters and NBT (Nitroblue tetrazolium) values of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 5(2),72-77.
- Altınterim, B. ve Aksu, Ö. (2019b). Effect of macerated tomato (*Lycopersicon esculentum*) and carrot (*Daucus carota*) oils on hematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) at high stocking density. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 5(2), 85-90.
- Aiken, D. E. ve Waddy, S. L. (1987). Molting and growth in crayfish: a review. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1587(3), 34.
- Beingesser, K. ve Copp, N. H. (1985). Differential diurnal distribution of juvenile and adult crayfish (*Procambarus clarkii*) and possible adaptive values of color differences between them. *Crustaceana*, 49, 164–172.
- Berber, S. ve Balık, S. (2006). Manyas gölü (Balıkesir) tatlısu istakozunun (*Astacua leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) bazı büyüme ve morfometrik özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-2), 83-91.
- Boonyaratpalin, M., Thongrod, S., Supamattaya, K., Britton, G. ve Schilipalius, L. E. (2001). Effects of b-carotene source, *Dunaliella salina*, and astaxanthin on pigmentation, growth, survival and health of *Penaeus monodon*. *Aquaculture Research Oxford*, 32, 182–190.
- Ghidalia, W. (1985). Structural and biological aspects of pigments. In: Bliss DE, Mantel LH (eds) *The biology of Crustacea: integument, pigments and hormonal processes*, vol 9. Academic Press, New York, pp 301–394.
- Güner, U. ve Balık, S. (2002). Işıklı Gölü (Çivril-Denizli) tatlı su kerevitlerinde (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) yumurta verimliğinin boy ve ağırlıkla ilişkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 19(1/2), 109–113.
- Harlıoğlu, M. M. ve Harlıoğlu, A. G. (2005). Eğirdir, İznik Gölleri ve Hirfanlı Baraj Gölünden avlanan tatlı su istakozu *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)'un morfometrik analizleri ile et verimlerinin karşılaştırılması. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 412-423.
- Kaldre, K., Haugjarv, K., Liiva, M., ve Gross, R. (2014). The effect of two different feeds on growth, carapace colour, maturation and mortality in marb-

- led crayfish (*Procambarus fallax* f. *virginalis*). Aquacult International, DOI: 10.1007/s10499-014-9807-1.
- Kaya, M. A. (2015). Eğirdir Gölü kerevitlerinde (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) büyüme ve üreme özelliklerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Lee, W. L. (1977). Carotenoproteins in animal coloration. Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg.
- Negre-Sadargues, G., Castillo, R. ve Segonzac, M. (2000). Carotenoid pigments and trophic behaviour of deep-sea shrimps (Crustacea, Decapoda, Alvinocarididae) from a hydrothermal area of the mid-Atlantic ridge. Comparative Biochemistry and Physiology, 127, 293–300.
- Noverian, H., Vayghan A. H. ve Valipour, A. R. (2011). Effect of different levels of astaxanthin on shell color and growth indices of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823). World Journal of Fish and Marine Sciences, 3(4), 269-274.
- Parisenti, J., Beirao, L. H., Mourino, J. L., Vieira, F. N., Buglione, C. C. ve Maraschim, M. (2011). Effect of background color on shrimp pigmentation. Boletim do Instituto de Pesca, 37(2), 177–182
- Petit, H., Negre-Sadargues, G., Castillo, R. ve Trilles, J. P. (1997). The effects of dietary astaxanthin on growth and moulting cycle of postlarval stages of the prawn, *Penaeus japonicus* (Crustacea, Decapoda). Comparative Biochemistry and Physiology, 117A(4), 539–544.
- Ponce-Palafox, J. T., Arredondo-Figueroa, J. L. ve Vernon-Carter, E. J. (2006). Carotenoids from plants used in diets for the culture of the pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Revista Mexicana de Ing Qui'm, 5, 157–165.
- Rodriguez, D. B., Simpson, K. L. ve Chichester, C. O. (1973). The biosynthesis of astaxanthin. XVIII intermediates in the conversion of b-carotene. International Journal of Biochemistry, 4, 213–222
- Shahidi, F., Synowiecki, J. ve Penney, R. W. (1994). Chemical nature of xanthophylls in flesh and skin of cultured Arctic char (*Salvelinus alpinus* L.). Food Chemistry, 51(1), 1–4.
- Sparre, P. ve Venema, S. C. (1992). Introduction to tropical fish stock assessment, FAO Fisheries Technical Paper 306/1, Rev., 137 p.
- Thacker, R., Hazlett, B., Esman, L., Stafford, C. ve Keller, T. (1993). Color morphs of the crayfish *Orconectes virilis*. The American Midland Naturalist Journal, 129, 182–199.
- URL-1. Çıldır Gölü stok tayini. http://www.aquast.org/uploads/pdf_410.pdf. Erişim tarihi: 04.10.2018.
- Velu, C. S., Czczuga, B. Ve Munuswamy, N. (2003). Carotenoprotein complexes in entomostracan crustaceans (*Streptocephalus dichotomus* and *Moina*

micrura). comparative biochemistry and physiology. Part B Biochemical Molecular Biology, 135:35–42.

Volpe, E. P. ve Penn, G. H. (1957). Dimorphism of chromatophore patterns in the dwarf crayfish. *Journal of Heredity*, 48, 90–96.

Wade, N. M. (2010). Genetics, environment define crustacean color. *Global Aquaculture Advocate*, 13(1), 24–26.

Wade, N. M., Goulter, K. C., Wilson, K. J., Hall, M.R., Degnan, B. M. (2005). Esterified astaxanthin levels in lobster epithelia correlate with shell colour intensity: potential role in crustacean shell colour formation. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 141B, 307–313.

Walker, M. L., Austin, C. M. ve Meewan, M. (2000). Evidence for the inheritance of a blue variant of the Australian fresh-water crayfish *Cherax destructor* (Decapoda: Parastacidae) as an autosomal recessive. *Journal of Crustacean Biology*, 20(1), 25–30

You, K., Yang, H., Liu, Y., Liu, S., Zhou, Y. ve Zhang, T. (2006). Effects of different light sources and illumination methods on growth and body color of shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 252, 557–565.

Bölüm 7

KUM KÜLTÜRÜ ORTAMINDA TOKSİK DEMİRİN BAZI ÇELTİK ÇEŞİTLERİNDE PROLİN, MALONDİALDEHİT VE YAPRAK NİSBİ NEM KAPSAMINA ETKİSİ¹

Güney AKINOĞLU^{a}*

Ahmet KORKMAZ^a

Ayhan HORUZ^a

İlkay ÇOKA^b

1 ^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, TÜRKİYE

^bMersin 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 Akinoğlu'nun doktora tezinden üretilmiştir.

Doktora tezi: Bazı çeltik (*Oryza 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

Demir (Fe) toksisitesi, alçak tava çeltik yetiştiriciliğinde en sık görülen sorunlardan biridir. Toprak solüsyonundaki aşırı miktarda demir iyonu, başta çeltik bitkisi olmak üzere ekinlerin büyümesini olumsuz etkileyerek, mineral elementlerde bir dengesizliğe neden olur. Çeltik çeşidine, toprakta demir konsantrasyonuna ve çeltik bitkisinin gelişim aşamalarına bağlı olarak Fe toksisitesi ile ilgili ürün kayıplarının % 12-100 arasında olabileceği rapor edilmiştir (Audebert ve Fofana, 2009).

Oksitlenmiş topraklarda demir genellikle ferrik (Fe^{+3}) formda olup, oksitler ve hidroksioksitler şeklinde bağlandığı için toprak çözeltisinde Fe^{+3} çözünürlüğü oldukça düşüktür. Bununla birlikte, bitkilerin başlıca demir alımı ferröz demir (Fe^{+2}) şeklinde gerçekleşir (Lindsay ve Schwab, 1982). Dolayısıyla, toprakta demirin bitkiler tarafından alınabilir formu için demirin Fe^{+3} formundan Fe^{+2} formuna indirgenmesi gerekir. Aksi takdirde, Fe^{+3} formunun alımı ve kullanımı için köklerin içindeki şelatlama ajanları tarafından şelatlanarak (Fe -şelat) taşınması gerekir. Bu nedenle, bitki büyüme ortamındaki Fe alımı ile ilgili olumsuzluğa cevaben bitkilerin geliştirdiği iki mekanizma vardır. (Römheld ve Marschner, 1986; Rogers ve Guerinot, 2002; Epstein ve Bloom, 2005). Bu mekanizmalardan birincisi protonların (H^+) bitki kökleri tarafından salınmasını takiben rizosferin pH değerinin düşmesidir. Rizosferdeki düşük pH düzeyi demiri çözebilir (Fe^{+3} iyonunu Fe^{+2} formuna indirgeyebilir). Daha sonra indirgenmiş demir formu ise bitkide Fe^{+2} spesifik taşıma sistemi sayesinde plazma zarı boyunca taşınır. Bu mekanizma türü esas olarak dikotiledon bitkilerde ve otsu monokotiledonlarda gerçekleşir (Epstein ve Bloom, 2005). Bitkilerin demir alımı için indüklediği ikinci mekanizma ise bitki kökleri tarafından fitosideroforların (demir taşıyıcıları) salınmasıdır. Bu fitosideroforlar Fe^{+3} iyonunu Fe^{+2} iyonuna indirgemeden Fe^{+3} ile bir kompleks oluşturur ve bu Fe^{+3} -siderofor kompleksi daha sonra bitkinin kök hücre plazma membranları boyunca taşınır (Epstein ve Bloom, 2005).

Suya boğulu indirgen toprak şartlarında yetişen çeltik bitkisi kökleri vasıtasıyla aşırı miktarda Fe^{+2} iyonu alır. Alınan demir iyonları bitkide transpirasyon yoluyla diğer organlara taşınır. Serbest Fe^{+2} iyonları, kloroplast ve mitokondrilerin de dahil olduğu çeşitli hücre bileşenlerinde üretilen hidrojen peroksit (H_2O_2) ile reaksiyona girer (Becana ve ark., 1998). Hidroksil radikalleri son derece reaktiftir ve bitki antioksidanları tarafından atılamazlar (Apel ve Hirt, 2004). Bu nedenle, serbest reaktif radikalleri; lipidleri, proteinlere ve nükleotidlere geri dönüşümü olmayan zarar vermesi nedeniyle hücre ölümlerine sebebiyet verir (Quinet ve ark., 2012).

Bitkilerin stres faktörlerine karşı olan toleransları farklıdır. Bunda bitkinin türü, stres faktörü, strese maruz kalma süresi ve strese maruz

kalan doku veya organın yapısı etkilidir. Bitkilerin bu ağır metallere karşı hangi tepkiler verdiğini ve hangi savunma mekanizmaları geliştirdiğini belirlemek oldukça önemlidir (Koç ve İşlek., 2015).

Organik asitler, antioksidant enzimler, prolin birikimi, metallotiyo-neinler, alternatif oksidaz yolu ve stres proteinleri bitkilerde ağır metal toleransı mekanizmalarının bileşenleri olarak önemlidir ve toksik metal-lerin detoksifikasyonu ile ilişkilidir. Bitkilerde ağır metallere tolerans, bir genotip ve çevresi arasındaki etkileşim ile belirlenen ağır metal alımında-ki azalma veya içsel alıkoyma ile ilişkilidir. Ağır metallerin detoksifikas-yonunda potansiyel mekanizmalara sahip olan bazı bitkiler ağır metallere toleranslı olarak ifade edilmektedir. Ağır metallere karşı bitkiler tarafın-dan geliştirilen korunma mekanizmaları familya, cins, tür, alttür ve çe-şit seviyesinde farklılıklar gösterebilmektedir. Ağır metal toksisitesinden korunmak için bitkilerin geliştirdiği içsel savunma mekanizmaları henüz tam olarak anlaşılamamakla beraber, bu mekanizmalar arasında vakuoler kompartmanlaşma, sıcaklık şoku proteinleri, enzimatik ve non-enzimatik antioksidant sistemleri, metallotiyo-neinler gibi metal bağlayıcı ligandlar gösterilmektedir (Yıldız ve ark., 2011).

Şelatlama özelliği ile prolinin metal iyonlarını bağlayabilmesi, bit-kilerin ağır metal stresi altında hayat döngülerini tamamlayabilmesine katkıda bulunmaktadır (Sinha ve Saxena, 2006). Prolinin, proteinlerin yapısını stabilize eden moleküler şaperonlar olarak fonksiyon gördüğü ve prolin birikiminin sitosolik pH'yı ve hücrenin redoks durumunu dengede tutabildiği düşünülmektedir (Ashraf ve Foolad, 2007). Bitkilerde tuzlu-luk, kuraklık, yüksek ve düşük sıcaklık, ağır metal, patojen enfeksiyonu, besin kıtlığı, atmosferik kirlenme ve UV ışıma gibi stres durumlarında genellikle prolin birikiminin arttığı bildirilmiştir (Vernay ve ark., 2008; Verbruggen ve Hermans, 2008; Demirevska ve ark., 2010). Prolinin, ağır metal stresi sonucu oluşan reaktif oksijen türlerinin detoksifikasyonunda fonksiyon görerek stresi azalttığı rapor edilmiştir (Siripornadulsil ve ark., 2002).

Abiyotik stres faktörleri, bitkilerde reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumunu tetikler. ROS ise bitkilerde lipid, protein ve nükleik asitler gibi biyomoleküllerin üretimine zarar verebilir. Membran lipitinin peroksidas-yonu, ROS'un önemli bir zararlı etkisidir. Genellikle bitkilerde membran lipid peroksidasyonu, malondialdehit (MDA) ölçülerek tespit edilir. MDA, çevresel stresin neden olduğu oksidatif lipid hasarının yaygın olarak kul-lanılan bir belirteçidir (Kong ve ark., 2016). Ek olarak, MDA, hücre zarı hasara uğradığında açığa çıktığından; yüksek miktarda bulunması hücre zararının tahrip olduğunu, düşük miktarda olması ise hücre zarı yapısının sağlam olduğunu göstermektedir (Dhindsa ve Mathowe, 1981a). Şiddetli stres, antioksidanların zararına; Pro-oksidanlar lehine hücresel bir denge-

sizliğe neden olabilir, bu da oksidatif stresi tetikler. Demir sülfat veya demir klorür fazlalığı şartlarında yetiştirilen çeltik bitkisinin yapraklarında yüksek konsantrasyonda MDA seviyesi rapor edilmiştir (Müller ve ark., 2015). Bu nedenle, içsel antioksidan savunma sistemleri toksisiteye karşı dirençte de önemli faktörler olabilir (Suh ve ark., 2002).

Nisbi su içeriği, bitkinin su durumunun bir göstergesi olarak kullanılabilen yaygın bir parametredir (Hsiao, 1973). Bununla birlikte, yaprak nisbi nem içeriği (YNNİ), bir bitkinin fizyolojik aktiviteleri ve toprak suyu durumu ile yakından ilişkilidir (Munne-Bosch ve Penuelas, 2004; Ozkur ve ark., 2009). Dufey ve ark., (2009), şiddetli demir toksisitesi ortam koşulları altında yetiştirdiği çeltik bitkilerinde su içeriğinin azaldığını; buna karşın, stoma direncinin arttığını belirtmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının taze yapraklarda prolin ve malondialdehit kapsamları ile yaprak nisbi nem içeriğine etkisini belirlemektir.

2. MATERYAL VE METOT

Kum kültüründe sera şartlarında yetiştirilen çeltik çeşitleri Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Bu çeşitler: Biga İncisi, Osmancık-97, Hamzadere, Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitleridir.

2.1. Deneme

Çeltik tohumları % 5.0'lık (v/v) sodyum hipoklorit çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilerek, tohumların sterilizasyonu sağlanmıştır. Daha sonra çeltik tohumları deiyonize su ile yıkanıp nemli bez torbalarda çimlendirildi. Çimlenen tohumlar, içerisinde perlit bulunan 40x25x5 cm boyutundaki beyaz plastik küvetlere aktararak 10 gün içinde çeltik fideleri haline gelmesi sağlandı. Çeltik fideleri 1 kg kuvars kumu dolu plastik saksılara (12x12 cm) her saksıda 10 bitki olacak şekilde dikilmiştir.

Çeltik çeşitlerine demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) formunda; i) 0 (kontrol), ii) 45 μM Fe (yeterli Fe), iii) 3.50 mM Fe (toksik Fe), iv) 3.50 mM Fe (toksik Fe + %10 bentonit ilavesi) şeklinde olmak üzere dört farklı muamele uygulanmıştır.

Denemede saksılardaki kum yüzeyinden itibaren 3 cm su katmanı olacak şekilde besin çözeltisi 5 farklı çeltik çeşidine eşit hacimlerde ilave edilmiştir. Bitki besin çözeltisinin pH'sı seyreltik HCl ya da KOH çözeltisi kullanılarak 5.5'e ayarlanmıştır.

Deneme 50 gün sürmüştür. Denemede Zhang ve ark., (1998) tarafından bildirilen ve demir içermeyen aşağıdaki konsantrasyonlarda mutlak gerekli besin maddelerini içeren bitki besin çözeltisi kullanılmıştır.

500 μM NH_4NO_3 ; 60 μM $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$; 230 μM K_2SO_4 ; 210 μM CaCl_2 ; 160 μM $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 2.5 μM MnCl_2 ; 0.75 μM $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$; 3.2 μM H_3BO_3 ; 0.1 μM CuSO_4 ; 2.0 μM $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Çeltik çeşitlerinin taze yapraklarında, prolin miktarının belirlenmesi Bates ve ark. (1973); malondialdet içeriğinin belirlenmesi Ananieva ve ark. (2002); nisbi nem içeriği Dhanda ve Sethi (1998) tarafından bildirilen metotlara göre belirlenmiştir.

2.2. İstatistiksel Analizler

Faktöriyel deneme deseni 5×4 olup, varyans analizi SPSS 17.0 paket programı ile yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bazı çeltik çeşitlerinde toksik demirin taze yaprakta prolin kapsamı üzerine etkisi

Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta prolin kapsamına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta prolin kapsamına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları								
Özellik	Demir sülfat dozu		Çeşit		Demir sülfat dozu $\times$ çeşit		Hata	
	SD	KO	SD	KO	interaksiyonu		SD	KO
Prolin	3	77.79**	4	3.641**	12	10.630**	40	0.015

** $p < 0.01$; * $p < 0.05$; SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması

Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta prolin kapsamına etkisine ilişkin değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta prolin kapsamına etkisi

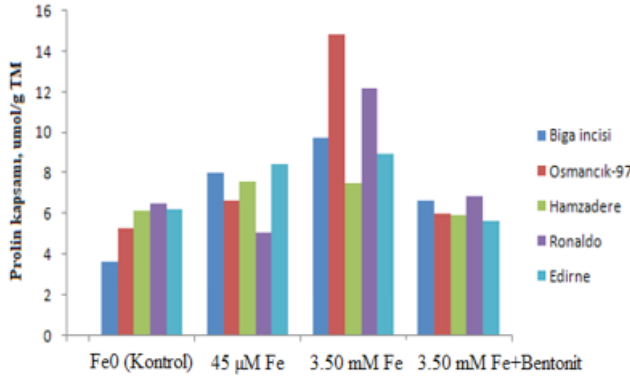
Çeltik çeşidi	Prolin kapsamı, ($\mu\text{mol g}^{-1}$ taze madde)				Ortalama
	Fe 0 (Kontrol)	45 μM Fe	3.50 mM Fe	3.50 mM Fe + % 10 Bentonit	
Biga İncisi	3.633m	8.000f	9.733c	6.666h	6.9818D
Osmancık-97	5.266l	6.666h	14.833a	6.000j	8.1746A
Hamzadere	6.100ij	7.566g	7.500g	5.933j	6.7808E
Ronaldo	6.500h	5.066l	12.166b	6.833h	7.6243B
Edirne	6.233i	8.466e	8.933d	5.600k	7.3076C
Ortalama	5.5150D	7.1467B	10.6390A	6.1945C	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Çizelge 1 ve 2'nin incelenmesinden anlaşılabacağı üzere demir dozunun, çeşidin, demir dozu×çeşit etkileşiminin taze yaprakta prolin kapsamına etkisi $p<0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yeterli ve toksik düzeyde demir sülfatlı besin çözeltisi uygulaması, kontrole kıyasla çeltik bitkisinin taze yapraklarında prolin kapsamını önemli derecede arttırmıştır. Bununla birlikte, bentonit ilaveli kum ortamına toksik düzeyde demir içeren (3.50 mM Fe + % 10 Bentonit) demir sülfatlı besin çözeltisi uygulaması, kontrole (Fe0) kıyasla çeltik bitkisinin taze yapraklarında prolin kapsamını arttırmıştır. Toksik demir dozu (3.50 mM Fe) içeren demir sülfatlı besin çözeltisi ile yetiştirilen çeşitlerin taze yapraklarında prolin kapsamı, diğer demir dozu uygulamalarına kıyasla en yüksek seviyede bulunmuştur. Genel ortalamalar dikkate alındığında, çeltik çeşitleri taze yapraklarında prolin kapsamı bakımından büyükten küçüğe doğru sırasıyla; Osmancık-97 > Ronaldo > Edirne > Biga İncisi > Hamzadere şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 2).

Toksik konsantrasyonda demirli besin çözeltisi uygulaması Biga İncisi, Osmancık-97, Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitlerinde prolin kapsamını önemli derecede arttırmış; fakat Hamzadere çeltik çeşidinde toksik konsantrasyonda demir uygulamasının prolin kapsamına etkisi önemsiz bulunmuştur.

Kontrol, yeterli demir seviyesi, toksik demir seviyesi (bentonitsiz ve bentonit ilaveli kum ortamında) uygulamalarında yetiştirilen çeltik çeşitlerinin taze yapraklarında prolin kapsamı farklı bulunmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta prolin kapsamına etkisi

Şekil 1'in incelenmesinden anlaşılabacağı üzere toksik düzeyde demir içeren demir sülfatlı besin çözeltisi uygulaması, kontrole kıyasla bütün çeltik çeşitlerinin taze yapraklarında prolin kapsamını arttırmış olup, bu artış oranlarına göre çeltik çeşitleri büyükten küçüğe doğru sırasıyla; Osmancık-97 > Ronaldo > Edirne > Biga İncisi > Hamzadere şeklinde sıralanmıştır. Demir noksanlığı şartlarında (Fe0) yetiştirilen çeltik çeşitleri arasında taze yaprakta prolin kapsamı en yüksek çeşidin Ronaldo çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük çeşidin ise Biga İncisi çeltik çeşidi olduğu görülmektedir. Yeterli demir düzeyinde (45 µM Fe) yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta prolin kapsamı en yüksek çeşidin Edirne çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük çeşidin ise Ronaldo çeltik çeşidi olduğu görülmektedir. Toksik demir düzeyinde (3.50 mM Fe) yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta prolin kapsamı en yüksek çeşidin Osmancık-97 çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük çeşidin ise Hamzadere çeltik çeşidi olduğu görülmektedir.

Bentonit ilaveli kum ortamında toksik demir düzeyinde (3.50 mM Fe + % 10 Bentonit) yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta prolin kapsamı en yüksek çeşidin Ronaldo çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük çeşidin ise Edirne çeltik çeşidi olduğu görülmektedir. Şelatlama özelliği ile prolinin metal iyonlarını bağlayabilmesi, bitkilerin ağır metal stresi altında hayat döngülerini tamamlayabilmesine katkıda bulunmaktadır (Sinha ve Saxena, 2006). Prolinin, proteinlerin yapısını stabilize eden moleküler şaperonlar olarak fonksiyon gördüğü ve prolin birikiminin sitosolik pH'yı ve hücrenin redoks durumunu dengede tutabildiği düşünülmektedir (Ashraf ve Foolad, 2007). Bitkilerde tuzluluk, kuraklık, yüksek ve düşük sıcaklık, ağır metal, patojen enfeksiyonu, besin kıtlığı, atmosferik kirlenme ve UV ışınma gibi stres durumlarında genellikle prolin birikiminin arttığı bildirilmiştir (Vernay ve ark., 2008; Verbruggen ve Hermans, 2008; De-

mirevska ve ark., 2010). Prolinin, ağır metal stresi sonucu oluşan reaktif oksijen türlerinin detoksifikasyonunda fonksiyon görerek stresi azalttığı rapor edilmiştir (Siripornadulsil ve ark., 2002).

3.2. Bazı çeltik çeşitlerinde toksik demirin taze yaprakta malondialdehit kapsamı üzerine etkisi

Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta malondialdehit kapsamına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta malondialdehit kapsamına etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları								
Özellik	Demir sülfat dozu		Çeşit		Demir sülfat dozu × çeşit interaksyonu		Hata	
	SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
Malondialdehit	3	94.60**	4	108.67**	12	64.832**	40	0.010

**p<0.01; *p<0.05 SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması

Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta malondialdehit içeriğine etkisine ilişkin değerler Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta malondialdehit içeriğine etkisi

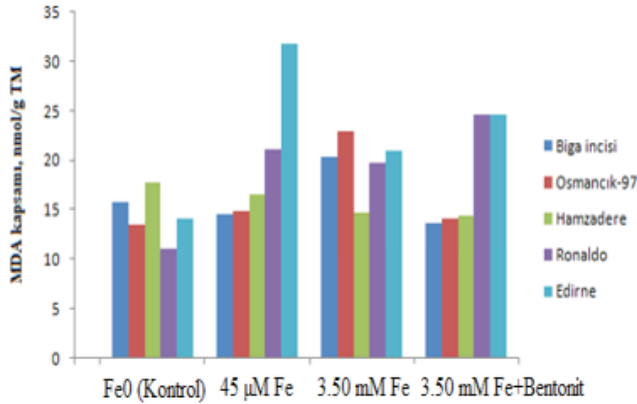
Malondialdehit (MDA) içeriği (nmol / g taze madde)					
Çeltik çeşidi	Fe 0 (Kontrol)	45 µM Fe	3.50 mM Fe	3.50 mM Fe + % 10 Bentonit	Ortalama
Biga İncisi	15.70i	14.50k	20.27e	13.67n	16.05D
Osmancık-97	13.40o	14.86j	22.86c	14.10m	16.30C
Hamzadere	17.76f	16.50h	14.70j	14.30l	15.81E
Ronaldo	11.06p	21.06d	19.70f	24.60b	19.10B
Edirne	14.10m	31.80a	20.96d	24.56b	22.85A
Ortalama	14.40C	19.74A	19.70A	18.26B	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Çizelge 3 ve 4'ün incelenmesinden anlaşılaacağı üzere demir dozunun, çeşidin, demir dozu×çeşit interaksyonunun taze yaprakta malondialdehit (MDA) içeriği üzerine etkisi $p<0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yeterli ($45 \mu\text{M Fe}$) ve toksik düzeyde (3.50 mM Fe) demir içeren demir sülfatlı besin çözeltisi uygulamaları (bentonitsiz ve bentonit ilaveli kum ortamında) ile yetiştirilen çeltik bitkisinin taze yapraklarında MDA içeriği, kontrole kıyasla önemli derecede artmıştır. Genel ortalamalar dikkate alındığında, yeterli ve toksik düzeyde demir içeren uygulamalarda yetiştirilen çeltik bitkilerinin taze yapraklarında MDA içeriği benzer bulunmuştur. Ek olarak, toksik düzeyde demir içeren demir sülfatlı besin çözeltisi uygulanan bentonit ilaveli kum ortamında yetiştirilen bitkilerin taze yapraklarında MDA içerikleri bentonitin etkisiyle, bentonitsiz kum ortamı koşullarında yetiştirilen çeşitlerinkine göre azalma göstermiştir. Genel ortalamalar dikkate alındığında, çeltik çeşitleri taze yapraklarında MDA içerikleri bakımından birbirlerinden farklıdır (Çizelge 4).

Toksik konsantrasyonda demirli besin çözeltisi uygulaması Biga İncisi ve Osmancık-97, Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitlerinde malondialdehit kapsamını önemli derecede arttırmış; fakat diğer çeltik çeşitlerinde toksik konsantrasyonda demir uygulaması malondialdehit kapsamını azaltmıştır.

Değişik konsantrasyonlarda demir içeren demir sülfatlı besin çözeltileri ile yetiştirilen çeltik çeşitlerinin taze yapraklarında MDA içeriklerinin farklı olduğu görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının malondialdehit kapsamına etkisi

Demir noksanlığı (Fe_0) şartlarında yetiştirilen çeltik çeşitleri arasında taze yaprakta MDA içeriği en yüksek çeşidin Hamzadere çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük çeşidin ise Ronaldo çeltik çeşidi olduğu görülmektedir. Yeterli demir düzeyinde ($45 \mu\text{M Fe}$) yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta MDA içeriği en yüksek çeşidin Edirne çeşidi olduğu; buna

karşın, en düşük çeşidin ise Biga İncisi çeltik çeşidi olduğu görülmektedir. Toksik demir düzeyinde (3,50 mM Fe) yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta MDA içeriği en yüksek çeşidin Osmancık-97 çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük çeşidin ise Hamzadere çeltik çeşidi olduğu görülmektedir. Bentonit ilaveli kum ortamında toksik demir düzeyinde (3,50 mM Fe + % 10 Bentonit) yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta MDA içeriği en yüksek çeşitlerin Ronaldo ve Edirne çeşitleri oldukları; buna karşın, en düşük çeşidin ise Biga İncisi çeltik çeşidi olduğu görülmektedir.

Şiddetli stres, antioksidanların zararına; Pro-oksidanlar lehine hücrel bir dengesizliğe neden olabilir, bu da oksidatif stresi tetikler. Demir sülfat veya demir klorür fazlalığı şartlarında yetiştirilen çeltik bitkisinin yapraklarında yüksek konsantrasyonda MDA seviyesi rapor edilmiştir (Müller ve ark., 2015). Bu nedenle, içsel antioksidan savunma sistemleri toksisiteye karşı dirençte de önemli faktörler olabilir (Suh ve ark., 2002). Yapılan araştırmalar, hem bakliyat türleri hem de diğer bitki türleri arasında toprakta düşük Fe mevcudiyeti karşısında bitki tepkilerinde genotipik-bağımlı değişkenliğin varlığını göstermiştir (Jiménez ve ark., 2009). Çeşitli çevresel koşulların bitkilerde oksidatif strese yol açtığı bildirilmektedir (Foyer ve ark., 1997). Daha önceki çalışmalar, diğer abiyotik stresler dışında, Fe noksanlığı koşullarında yetiştirilen ayçiçeği (Ranieri ve ark., 2003), şeftali (Molassiotis ve ark., 2006b) ve mısır (Tewari ve ark., 2005) bitkilerinde MDA içeriğinin (lipit peroksidasyonunu) arttığını rapor etmiştir.

3.3. Bazı çeltik çeşitlerinde toksik demirin taze yaprakta nisbi nem içeriği üzerine etkisi

Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltilisi uygulamasının yaprak nisbi nem içeriğine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltilisi uygulamasının yaprak nisbi nem içeriğine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları								
Özellik	Demir sülfat dozu		Çeşit		Demir sülfat dozu × çeşit interaksyonu		Hata	
	SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
Yaprak nisbi nem içeriği	3	68.044**	4	85.542**	12	43.919**	40	5.067

**p<0.01; *p<0.05; SD: Serbestlik derecesi; KO: Kareler ortalaması

Çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının yaprak nisbi nem içeriğine etkisine ilişkin değerler Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. *Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının yaprak nisbi nem içeriğine etkisi*

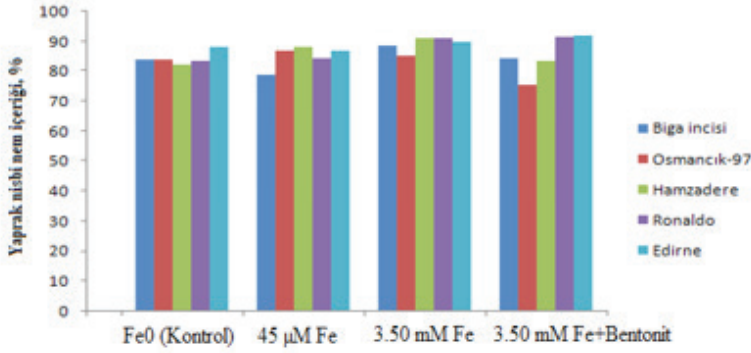
Çeltik çeşidi	Yaprak nisbi nem içeriği (%)				
	Fe 0 (Kontrol)	45 µM Fe	3.50 mM Fe	3.50 mM Fe + % 10 Bentonit	Ortalama
Biga İncisi	84.00def	79.00gh	88.67abc	84.33def	84.00C
Osmancık-97	84.00def	86.67bcde	85.00cdef	75.33h	82.75C
Hamzadere	82.00fg	88.33abc	91.00a	83.67ef	86.25B
Ronaldo	83.67ef	84.33def	91.00a	91.67a	87.66AB
Edirne	88.33abc	87.00bcd	90.00ab	92.00a	89.33A
Ortalama	84.40B	85.06B	89.13A	85.40B	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Çizelge 5 ve 6'nın incelenmesinden anlaşılabileceği üzere demir dozunun, çeşidin, demir dozu×çeşit interaksiyonunun yaprak nisbi nem içeriği (YNNİ) üzerine etkisi $p<0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Toksik düzeyde demir içeren demir sülfatlı besin çözeltisi uygulaması, kontrole (Fe0) kıyasla yaprak nisbi nem içeriğini arttırmıştır. Genel ortalamalar dikkate alındığında, YNNİ bakımından çeltik çeşitleri büyükten küçüğe doğru sırasıyla; Edirne > Ronaldo > Hamzadere > Biga İncisi > Osmancık-97 şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 6).

Değişik demir konsantrasyonlarında demir sülfatlı besin çözeltileri ile yetiştirilen çeltik çeşitlerinin yapraklarındaki YNNİ çeşitlere bağlı olarak farklı bulunmuştur (Şekil 3).

Toksik düzeyde demir içeren besin çözeltisi uygulaması ile yetiştirilen Hamzadere, Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitleri yaprakta nisbi nem içerikleri bakımından benzer ve yüksek oldukları görülmüş; buna karşın, yaprakta nisbi nem içeriği en düşük çeşidin Osmancık-97 çeşidi olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. Bazı çeltik çeşitlerinde toksik düzeyde demir içerikli tam besin çözeltisi uygulamasının yaprak nisbi nem içeriğine etkisi

Nisbi su içeriği, bitkinin su durumunun bir göstergesi olarak kullanılabilen yaygın bir parametredir (Hsiao, 1973). Bununla birlikte, yaprak nisbi nem içeriği (YNNİ), bir bitkinin fizyolojik aktiviteleri ve toprak suyu durumu ile yakından ilişkilidir (Munne-Bosch ve Penuelas, 2004; Özkur ve ark., 2009). Dufey ve ark., (2009), şiddetli demir toksisitesi ortam koşulları altında yetiştirdiği çeltik bitkilerinde su içeriğinin azaldığını; buna karşın, stoma direncinin arttığını belirtmişlerdir.

4. SONUÇLAR

Toksik demir düzeyinde (3.50 mM Fe) yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta prolin kapsamı en yüksek çeşidin Osmancık-97 çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük çeşidin ise Hamzadere çeltik çeşidi olduğu görülmektedir. Toksik konsantrasyonda demirli besin çözeltisi uygulaması Biga İncisi, Osmancık-97, Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitlerinde prolin kapsamını önemli derecede arttırmış; fakat Hamzadere çeltik çeşidinde toksik konsantrasyonda demir uygulamasının prolin kapsamına etkisi önemsiz bulunmuştur.

Toksik demir düzeyinde (3,50 mM Fe) yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta MDA içeriği en yüksek çeşidin Osmancık-97 çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük çeşidin ise Hamzadere çeltik çeşidi olduğu görülmektedir.

Toksik konsantrasyonda demirli besin çözeltisi uygulaması Biga İncisi ve Osmancık-97, Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitlerinde malondialdehit kapsamını önemli derecede arttırmış; fakat diğer çeltik çeşitlerinde toksik konsantrasyonda demir uygulaması malondialdehit kapsamını azaltmıştır.

Toksik düzeyde demir içeren besin çözeltisi uygulaması ile yetiştirilen Hamzadere, Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitleri yaprakta nisbi nem içerikleri bakımından benzer ve yüksek oldukları görülmüş; buna karşın, yaprakta nisbi nem içeriği en düşük çeşidin Osmancık-97 çeşidi olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Ananieva E. A., Alexieva, V. S. & Popova, L. P. (2002). Treatment with salicylic acid decreases the effects of paraquat on photosynthesis. *Journal of Plant Physiology*, 159, 685-693.
- Apel, K.H. & Hirt, H., (2004). Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology*, 55, 373-399.
- Ashraf, M. & Foolad, M. R. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance, *Environmental and Experimental Botany*, 59, 206-216.
- Audebert, A. & Fofana, M. (2009). Rice yield gap due to iron toxicity in West Africa. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195, 66-76.
- Bates, L., Waldren, R. P. & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.
- Becana, M., Moran, J.F., Iturbe-Ormaetxe, I. & Escuredo, P.R. (1998). Iron-dependent oxygen free radical generation in plants subjected to environmental stress: toxicity and antioxidant protection. *Plant Soil*, 201(1), 137-147. doi: 10.1023/A:1004375732137
- Demirevska, K., Simova-Stoilova, L., Fedina, I., Georgieva, K. & Kunert, K. (2010). Response of oryzacystatin I transformed tobacco plants to drought, heat and light stress, *Journal of Agronomy Crop Science*, 196, 90-99.
- Dhanda, S. S. & Sethi, G. S. (1998). Inheritance of excised-leaf water loss and relative water content in bread wheat (*Triticum Aestivum*). *Euphytica*, 104, 39-47.
- Dhindsa, R. S. & Mathowe, W. (1981a). Drought tolerance in two mosses: correlated with enzymatic defence against lipid peroxidation. *Journal of Experimental Botany*, 32(1), 79-91.
- Dufey, I., Hakizimana, P., Draye, X.; Lutts, S. & Bertin, P. (2009). QTL mapping for biomass and physiological parameters linked to resistance mechanisms to ferrous iron toxicity in rice. *Euphytica*, 167, 143-160.
- Epstein, E. & Bloom, A.J. (2005). Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives, 2nd Edn. Sunderland, MA: Sinauer.
- Foyer, C. H., Lopez-Delgado, H., Dat, J. F. & Scott, I. M. (1997). Hydrogen peroxide- and glutathione-associated mechanisms of acclimatory stress tolerance and signalling. *Physiol Plant*, 100, 241-254.
- Hsiao, T. C. (1973). Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology*, 24, 519-570.
- Jiménez, S., Morales, F., Abadia, A., Abadia, J., Moreno, M. A. & Gogorcena, Y. (2009). Elemental 2-D mapping and changes in leaf iron and chlorophyll in response to iron re-supply in iron-deficient GF peach-almond hybrid. *Plant Soil*, 315, 93-106.

- Koç, E. & İşlek, C. (2015). Kadmiyumun biber (*Capsicum annuum* L.) fidelerinde fenilalanin amonyum liyaz aktivitesi ve lipid peroksidasyonu üzerine etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(1): 50-54.
- Kong, W., Liu, F., Zhang, C., Zhang, J. & Feng, H. (2016). Non-destructive determination of Malondialdehyde (MDA) distribution in oilseed rape leaves by laboratory scale NIR hyperspectral imaging. *Scientific Reports*. 6, Article number: 35393.
- Lindsay, W.L. & Schwab, A.P. (1982). The Chemistry of iron in soils and its availability to plants. *Journal of Plant Nutrition*, 5, 821-840.
- Molassiotis, A., Tanou, G., Diamantidis, G., Patakas, A. & Therios, L. (2006b). Effects of 4-month Fe deficiency exposure on Fe reduction mechanism, photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and antioxidant defense in two peach rootstocks differing in Fe deficiency tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 163, 176-185.
- Munné-Bosch, S. & Peñuelas, J. (2004). Drought-induced oxidative stress in strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) growing in Mediterranean field conditions. *Plant Science*, 166, 1105-1110.
- Müller, C., Kuki, K., Pinheiro, D., de Souza, L., Siqueira-Silva, A., Loureiro, M., Oliva, M. & Almeida, A. (2015). Differential physiological responses in rice upon exposure to excess distinct iron forms. *Plant and Soil*, 391, 123-138.
- Özkur, O., Özdemir, F., Bor, M. & Türkan, I. (2009). Physiochemical and antioxidant responses of the perennial xerophyte *Capparis ovata* Desf. to drought. *Environmental and Experimental Botany*, 66, 487-492.
- Quinet, M., Vromman, D., Clippe, A., Bertin, P., Lequeux, H., Dufey, I., Lutts, S. & Lefevre, I. (2012). Combined transcriptomic and physiological approaches reveal strong differences between short-and long-term response of rice (*Oryza sativa*) to iron toxicity. *Plant Cell & Environment*, 35, 1837-1859.
- Ranieri, A., Castagna, A., Baldan, B., Sebastiani, L. & Soldatini, G. F. (2003). H₂O₂ Accumulation in sunflower leaves as a consequence of iron deprivation. *Journal of Plant Nutrition*, 26(10-11), 2187-2196.
- Rogers, E.E. & Gueriot, M.L. (2002). FRD3, a member of the multidrug and toxin efflux family, controls iron deficiency responses in Arabidopsis. *Plant Cell* 14: 1787-1799.
- Römheld, V. & Marschner, H. (1986). Evidence for a specific uptake system for iron phytosiderophore in roots of grasses. *Plant Physiol* 80: 175-180
- Sinha, S. & Saxena, R. (2006). Effect of iron on lipid peroxidation, and enzymatic and non-enzymatic antioxidants and bacoside, A Content in Medicinal Plant *Bacopa monnieri* L., *Chemosphere*, 62, 1340-1350.

- Siripornadulsil, S., Traina, S., Verma D. P. & Sayre, R. T. (2002). Molecular mechanisms of proline-mediated tolerance to toxic heavy metals in transgenic microalgae, *Plant Cell*, 14, 2837-2847.
- Suh, H. J., Kim, C. S., Lee, J. Y. & Jung, J. (2002). Photodynamic effect of iron excess on photosystem II function in pea plants. *Photochemistry and Photobiology*, 75, 513-518.
- Tewari, R. K., Kumar, P., Neetu, & Sharma, P. N. (2005). Signs of oxidative stress in the chlorotic leaves of iron starved plants. *Plant Science*, 169, 1037-1045.
- Verbruggen, N. & Hermans, C. (2008). Proline Accumulation in Plants: A Review, *Amino Acids*, 35, 753-759.
- Vernay, P., Gauthier-Moussard, C., Jean, L., Bordas, F., Faure, O., Ledoigt, G. & Hitmi, A. (2008). Effect of chromium species on phytochemical and physiological parameters in *Datura innoxia*, *Chemosphere*, 72, 763-771.
- Yıldız, M., Terzi, H. & Uruşak, B. (2011). Bitkilerde krom toksisitesi ve hücresel cevaplar. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(2): 163-176
- Zhang, X., Zhang, F. & Mao, D. (1998). Effect of Fe plaque outside roots on nutrient uptake by rice (*Oryza sativa* L.): zinc uptake. *Plant and Soil*, 202, 33-39.

Bölüm 8

ORMAN YANGINLARI VE TOPLUM İLİŞKİSİNDE ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN ROLÜ

Ufuk COŞGUN¹

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

1-Giriş

Ülke yüz ölçümünün (78.456.200 ha) yaklaşık %29,3'ü orman alanlarıyla kaplıdır. Türkiye'nin orman alanları varlığı 22,9 milyon (22.933.000 ha) ha'dır. Bu orman alanları varlığının yaklaşık %58'i verimli iken (13.264.429 ha), %42'si ise bozuk orman alanıdır (9.668.571 ha.) (Anonim, 2020). Bu veriler ülkemiz orman alanlarının ne denli büyük bir alan kapladığının yanısıra nasıl bir nitelik taşıdığını da göstermektedir. OGM'nin 285 sayılı **“Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları”** konulu tebliğde yangına hassas orman alanları tanımlanmıştır. Bu tanımlamada yangın açısından hassaslık **“Sınıflandırma İşletme Müdürlüğü bazında yapılacaktır. İşletme Müdürlüklerinin yangına hassaslık derecelerinin tespiti için önce İşletme Müdürlüğü ormanlarında son 20 yılda çıkan orman yangınlarının yıllık yangın adedi ve yanan alan ortalaması dikkate alınarak hesaplanacaktır. Hesaplanan miktar aşağıda açıklanan 5 tehlike sınıfından hangisine giriyor ise, söz konusu İşletme Müdürlüğü yangına hassaslık bakımından o guruba dahil edilecektir. Tespitte ayrıca ağaç türü, yükseklik, nispi nem, rüzgâr hızı, yağış durumu da dikkate alınacaktır.”** şeklinde ifade edilmiştir. Bir alandaki 20 yıllık yangın çıkma ortalaması 10,1'den fazla ise bu alan **“Yangına I. Derecede Hassas”** alan olarak sınıflandırılmıştır. 20 yıllık yangın ortalama 6,0-10,0 arasında gerçekleşmiş ise bu alan **“Yangına II: Derece Hassas”** alan olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre Orman Yangınları bakımından I. Derecede Yangına Hassas Alanlar varlığı yaklaşık olarak 8 milyon ha, II. Derecede Yangına Hassas Alanlar varlığı yaklaşık olarak 5 milyon olmak üzere toplam 13 milyon ha alan orman yangınları açısından hassas alanlar içerisinde yer almaktadır. Bu alanların orman alanları içerisindeki payı ise %57'dir (Anonim, 2020). Bu veriler orman alanlarının büyüklüğü ve bu alanlar içerisinde yangın açısından öne çıkan alanlar miktarının azımsanmayacak düzeyde olduğunu göstermektedir.

Ülkemiz 2021 yılı itibariyle temmuz ve ağustos aylarında ilk defa beklenmedik bir düzeyde orman yangınları ile karşı karşıya kalmıştır. Yaklaşık 20 günlük bir sürede çeşitli illerimizde 300 orman yangını yaşamıştır. Bu yangınların 16 tanesi ise büyük nitelikteki yangınlardır. Antalya Manavgat yangınında üç Orman İşletme Müdürlüğünde toplam 59.913 ha orman alanı zarar görmüştür. i) Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü 43.950 ha, ii) Taşagıl Orman İşletme Müdürlüğü 9.988 ha ve iii) Akseki Orman İşletme Müdürlüğü 5.975 ha'dır (Anonim, 2021).

Yangınların oluşmasında iklim koşullarının yanısıra insan aktivitele-
rinin de önemli bir payı olduğu bilinmektedir. Oksijen ile yanıcı maddenin varlığı ek olarak yanma ısısının oluşması yangın çıkmasındaki bileşenlerdir. Orman alanlarındaki yanıcı yükleri hava sıcaklığı ve nisbi nemin

azalmasıyla daha büyük risk oluşturmaktadır veya riski oldukça önemli oranda artırmaktadır. Ancak yangın için üçüncü gerekli unsur olarak tutuşturucu sıcaklığın olup olmaması yangının ortaya çıkıp çıkmayacağını belirlemektedir. Havadaki ısının 45-50 °C’lerde gerçekleşmesi yanıcı maddelerin tutuşmasını sağlayacak nitelikteki sıcaklıklar değildir. Yanmanın başlaması için bir başka sıcaklık kaynağı gereklidir. İşte bu noktada **“İnsan”** devreye girmektedir. Her türlü insan aktivitesi, yanmak için fırsat kollayan bir ortamın tamamlayıcı ögesi olmaktadır. Yıldırım kaynaklı orman yangınları ayrı tutulduğunda, orman yangınlarının çıkmasında %90 oranda veya yüksek oranda çıkış nedeni insandır. Bu gerçek OGM’nün çalışmalarının dikkat çekici bir düzeyde insan kaynaklı çalışmalara yönelmesi gereğini ortaya çıkarmaktadır. OGM’nin orman yangınları ile ilgili uygulanan çalışmaları yangın öncesi, yangın sürecindeki çalışmalar ve yangın sonrası çalışmalar olmak üzere üç aşamada değerlendirebiliriz. Bu kapsamda çalışmaların ağırlıkla yangın süreci ve sonrasına yönelik olarak yoğunlaştığı görülmektedir. Önleme yani yangın öncesi döneme ilişkin çalışmalar oldukça yetersiz kalmaktadır. Bu durumda OGM’nin orman yangınları Toplum İlişkileri konusunda ciddi eksiklikler içerisinde olduğunu göstermektedir.

2- Materyal ve Yöntem

Çalışmadaki birincil verileri konu ile ilgili üretilmiş olan makaleler oluşturmaktadır. Orman yangınları ve toplum ilişkisi çerçevesinde yasal süreçlerin irdelenmesi ve değerlendirilmesi diğer veri grubunu oluşturmaktadır. Orman yangın toplum ilişkileri konusunda meslek yaşamında deneyimli olan orman mühendisleri ile yapılan odak grup toplantılarından elde verilerin, değerlendirilmesi ve yorumlanmasında çalışmadaki diğer önemli veri grubunu oluşturmuştur.

3- Bulgular ve Tartışma

Orman yangınları ve toplum ilişkisi çerçevesinde OGM’nin çalışmalarını “İç Paydaş” ve “Dış Paydaş” gruplarına yönelik olmak üzere iki temel bazda değerlendirmek mümkündür.

3.1. Orman Yangınları ve İç Paydaş

3.1.1. OGM Personeli

Orman yangınları tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de bütün şiddetiyle kendisini hissettirmektedir. 2021 yılında yaşadığımız orman yangınları ve bu yangınların kısa zamanda büyümesi, bugüne kadar yaşamadığımız kadar büyük yanan alanların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu durum beraberinde birçok tartışmayı da beraberinde getirmiştir. Yangınlarda hava araçlarından etkin bir şekilde yararlanılamaması, sayılarının yangın dönemi olmasına rağmen yeterli görülmemesi vb gibi çeşitli

tartışmalar ortaya çıkmıştır.

Orman yangınlarıyla mücadelede bulunmuş orman mühendislerinin çok bildiği bir şey de yangınların hava araçlarıyla söndürülemeyeceği gerçeğidir. Hava araçları, yangın çıktıktan kısa süre sonra yangına müdahale edildiğinde etkinlik kazanmaktadır. Hava koşullarının da etkisiyle (bağıl nemin düşük olması, rüzgâr hızının yüksek olması gibi) başladıktan sonra hız kazanan yangınlar çok kısa bir sürede büyümektedir. Ancak cepheden göğüs göğüse mücadele ile kontrol altına alınabilmektedir. Burada da etkinlik, yangının şiddetine göre belirli bir noktadan mücadeleyi başlatıp ilerleme durumuna göre önlem noktalarını iyi hesaplamaktan geçmektedir. Bu ise zamanla kazanılan bir deneyimdir. Yangının çıktığı havzanın özelliklerinin iyi bilinmesini gerektirmektedir. Gün içerisinde rüzgârın yön değişikliği, yangınla ortaya çıkan büyük enerji boşalımının oluşturduğu ortamın özellikleri bu noktada önem kazanmaktadır. Cepheden mücadele edecek ekiplerin ve yangın yöneticilerinin deneyimleriyle etkili bir yangın mücadelesi ortaya konabilecektir.

Orman Genel Müdürlüğü (OGM) 2013 yılından itibaren rotasyon uygulamasıyla birçok yöredeki yetişmiş ve deneyimli çalışanlarını kaybetmiştir. Bu da etkin yangın yönetimini sekteye uğratmıştır. Yıllar itibariyle yangın sayılarının dikkate alınarak daha etkin müdahale için önlemlerin geliştirilememesi de bir başka önemli etkeni oluşturmaktadır.

Orman yangınları toplum ilişkisi çerçevesinde ilk olarak orman yangınları çıkmadan önce alınması gerekli iş ve işlemler akla gelmektedir. Bu kapsamda orman yangınlarıyla ilişkili olan ilgi gruplarının iyi bir şekilde analizinin yapılması gerekmektedir. Sonra bu ilgi gruplarına yönelik çeşitli uygulamaların planlanması gereklidir. Orman yangınlarının çıkmasından önceki süreçle ilgili olarak eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları yanı sıra yöre, bölge ve ülke genelinde orman yangınlarına neden olan sosyo-ekonomik nedenlerin irdelenmesi de önemli görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında ülkemizde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların büyük bir çoğunluğu da OGM'ye bağlı Ormancılık Araştırma Enstitülerince ortaya konulmuştur. Hatta TÜBİTAK 7. Çerçeve Projesi kapsamında Uluslararası bir proje de yine Ormancılık Araştırma Enstitüsü çalışanlarının katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Bunlardan başlıcaları;

1. Büyük Orman Yangınlarının Meteorolojik Veriler Işığında İncelenmesi,
2. Yangın Söndürme Planı Temel Esaslarının Belirlenmesi (Manavgat Örneği),
3. Orman Yangınları Yönetiminin Bütünleyici Karmaşıklık Yöntemiyle Değerlendirilmesi,

4. Antalya Orman Bölge Müdürlüğünde Orman Yangınlarına Neden Olan Sosyo-Ekonomik Faktörlerin Belirlenmesi,
5. Farklı Toplum Kesimlerinin Orman Yangınları Yönetimine Yönelik Bilgi, Görüş ve Deneyimlerinin Belirlenmesi, Mersin İli Örneği,
6. Orman İçi ve Kenarı Yerleşimlerde Orman Yangınları Tehlike Oranlaması Modeli: Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Örneği,
7. Forest Fire Under Climate, Social and Economic Changes in Europe, The Mediranean and Other Fire-Affected Areas on the Wrold (FUME)
8. Orman Yangını İnsan İlişkisi,
9. Serik ve Taşağıl Yangını Sonrası Kriz Yönetiminde Üretim ve Pazarlamanın İrdelenmesi,
10. Türkiye ve Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Orman Yangın Rejim Verilerinin Değerlendirilmesi,
11. Factors Explaining Forest Fires in the Serik and Taşağıl Forest Provinces (SW Anatolia-Turkey),

şeklinde sıralanabilir. Orman yangınlarında yanıcı madde yükleri, similasyon çalışmaları bir başka boyut olduğu için burada örneklendirilmemiştir. Bu konuda da çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Görüldüğü gibi OGM kendi bünyesinde gerçekleştirdiği çalışmalara ne yazık ki sahip çıkamamıştır. Orman yangınları çıkmadan önceki önlemler reaktif çalışmalardır. Süreç içerisinde oldukça önemli sonuçlar elde edilebilmektedir. Burada iyi bir planlama ve organizasyon oluşturulması gerekmektedir.

OGM'nin "2019 Orman Yangınlarıyla Mücadele Eylem Planı" incelendiğinde, "Yangın Öncesi Hazırlıklar Eğitim ve Bilinçlendirme Faaliyetleri" kapsamında konuya yer verildiği görülmektedir. Fakat buradaki değerlendirmelerin yetersizliği hemen dikkat çekmektedir.

3.2. Orman Yangınları ve Dış Paydaş

3.2.1. Orman Yangınlarında Orman Köylüsü Mükellefiyetli

Dış paydaşlar açısından en önemli grubu orman köylüleri oluşturmaktadır. Orman yangınları toplum ilişkisi denildiğinde gündeme gelen konulardan birisini de orman köylüsünün yangınlarla mücadelede mükellef olarak yer almasıdır. Bu uygulama 6831 sayılı yasada madde 69 olarak yer almıştır (Anonim, 1956). Yasadaki madde, "*Madde 69 — Orman yangınlarında yangına civar köy ve kasabaların 18 yaşını bitirip 50 yaşını doldurmamış bütün erkek nüfusu beraberlerinde mevcut balta, kürek, kaz-*

ma, testere gibi yangın söndürmeye yarayacak aletleriyle yangın yerine gitmeye ve yangını söndürmeye mecburdurlar.” şeklindedir.

Bu yasa 28 Nisan 2018 tarih ve 30405 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan 7139 sayılı yasa “Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünün Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun ile Bazı Kanunlarda ve Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamede Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” ile değiştirilmiştir. Yapılan değişiklik, “**MADDE 14-** 6831 sayılı Kanunun 69 uncu maddesi aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir. “**MADDE 69-** Orman idaresi, orman yangınlarını önlemek ve söndürmek maksadıyla her türlü hizmeti yapar veya yaptırır.

Orman sayılan alanlar dışındaki yangınlarda ormana sirayet etme riski bulunan kırsal alan yangınlarının söndürülmesine imkânlar ölçüsünde katkı sağlanır. Bu maksatla görevlendirilen personel hakkında 71 inci madde hükümleri uygulanır.

Orman yangınlarını önlemek maksadıyla, orman yangını öncesinde ve yangın esnasında orman idaresi ile diğer kamu kurum ve kuruluşları arasındaki koordinasyonu, mahallin en büyük mülki idare amiri sağlar. Kamu kurum ve kuruluşları, mahallin en büyük mülki idare amirin verdiği talimatları yerine getirmek ve her türlü desteği sağlamakla yükümlüdür.

Yangın söndürme çalışmalarına fiilen katılan resmi ve özel her türlü aracın akaryakıt giderleri Orman Genel Müdürlüğünce karşılanır.

Orman yangınlarıyla mücadelede gönüllülerden de faydalanılır. Gönüllülerin yangına ulaşımı ile yangın söndürmeye yarayacak aletleri ve giyecekleri, Devlet ormanlarında orman idaresi, diğer ormanlarda ise sahipleri tarafından karşılanır. Yangına katılan personel ve gönüllülerin iase giderleri yangın söndürme faaliyetleri süresince orman idaresi tarafından karşılanır.

Bu Kanuna göre izne konu edilen Devlet ormanlarında izin sahipleri, hususi ve hükmü şahsiyeti haiz amme müessesesine ait ormanlarda ise sahipleri, orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesi ile ilgili her türlü tedbiri almakla yükümlüdürler.” şeklinde değiştirilmiştir (Anonim, 2018). Böylece orman yangınları ve toplum ilişkileri denince yeni bir ilgi grubu daha oluşmuştur. Ancak OGM’nin 2019 tarihli Eylem Planı kapsamında bu ilgi grubuna yer verilmemiştir.

3.2.2. Orman Yangınlarında Orman Köylüsü ve Otlatma Yönetmeliği

Ülkemizde 2021 yılında yaşanan orman yangınları oldukça büyük alanları kapsamaktadır. Son 20 yılda yanan toplam orman alanı kadar bir

alan 2021 yılında geçtiğimiz günlerde iki ay gibi bir sürede gerçekleşmiştir. Bu durum orman toplum ilişkileri kapsamında bir başka ilgi grubunu da ortaya çıkarmaktadır. Bu grup, yanan orman alanlarındaki orman köylerinde yaşayan ve geçimini hayvancılıkla **“Keçi Yetiştiriciliği”** ile gerçekleştiren orman köylüleridir. Yangın döneminde büyük çoğunluğu yaylalarda olan keçi yetiştiricileri ekim ayı içerisinde veya sonunda köylerine dönecektir. Daha önceden kullandıkları alanlar yangın gördüğü için bu alanlarda gerçekleştirilecek gençleştirme çalışmaları nedeniyle ve otlatma yönetmeliği gereği söz konusu alanlar otlatmaya kısıtlı alanlar olacaktır. Bu yörelerdeki yüzlerce keçi yetiştiricilerinin ve binlerce keçinin yaklaşık beş ay boyunca nerede hangi koşullarda yaşayacakları da belirsizlik içerisinde. Yanan alanların önceki meşçere tipleri dikkate alınarak bozuk nitelikteki ve maki formasyonundaki alanlar ile keçi yetiştiricilerinin önceki konaklama alanları dikkate alınarak uyumlu bir planlama yapılması gerekmektedir.

Günlük yaşam etkinlikleri orman alanlarıyla iç içe olan orman köylüsü doğal olarak orman alanlarına yönelik yapılan uygulamalardan doğrudan etkilenmektedirler. Bu anlamda orman yangınları da orman köylüsünü doğrudan etkileyen başlıca unsurlardan birisidir.

Ülkemiz ormanlarında yaşanan orman yangınları bakımından 2021 yılı tarihi bir değer taşımaktadır. Cumhuriyet tarihi boyunca bir yıl içerisinde yaşanan orman yangın sayısı ve yanan alan bakımından 2021 rekor değerlere sahip olmuştur.

Antalya ili Manavgat ilçesinde başlayarak günlerce süren orman yangını da yanan alan bakımından ender bir durum olarak karşımıza çıkmıştır. Bu süreçte birçok orman köyü ve bu köylerdeki vatandaşlarımız oldukça olumsuz etkilenmiştir. Yöredeki orman köylülerimizin yaşadıkları konutları, eşyaları, ahırları, hayvanları ve hayvanlar için kullandıkları ağılları vb. çeşitli düzeylerde zarar görmüştür. Günlerce süren yangın sona erdiğinde tablonun önemi ve ciddiyeti daha da ağır bir şekilde ortaya çıkmıştır.

Bu felaketten zarar gören orman köylüsünün kayıpları belirlenerek yaraları sarılmaya çalışılmaktadır. Bir taraftan yanan orman alanlarındaki rehabilitasyon/restorasyon çalışmaları, diğer taraftan zarar gören orman içi köylülerimizin zararlarının tazmin edilmesi iş ve işlemleri hızla sürdürülmektedir. Ancak bu süreç içerisinde gözlerden kaçan ve/veya üzerinde yeterince durulmayan bir nokta daha vardır. Bu da, küçük baş hayvan yetiştiriciliği ile yaşamlarını sürdüren orman köylülerimizin kış aylarında yararlandıkları kışlak alanların artık bulunmaması tehlikesidir.

Yöredeki küçük baş hayvan yetiştiricisi orman köylüsü yaz aylarında hayvanlarını yukarı bölgelerdeki yaylak alanlara taşımakta, tüm yazı bu

alanlarda geçirmektedir. Yaz sonu son baharda eylül-ekim aylarında ise aşağıya köylerine dönmektedirler. Köylerinde kaldıkları yaklaşık 5-6 ay (150-180 gün) boyunca köylerinin sınırları içerisindeki orman alanları içerisinde yer alan ağaçlarını kullanmaktadırlar. Ancak 2021 yılı sonbaharında bu olanaklardan yararlanamayacaklardır. Çünkü yaşanan büyük yangın birçok köyü etkilemiştir. Bu köyler sınırları içerisinde yer alan orman alanları yangın gördüğü için artık bu alanlarda restorasyon/rehabilitasyon çalışmaları gerçekleştirilmek zorunluluğu bulunmaktadır.

11 Temmuz 2012 tarih ve 28350 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren ***“Ormanlarda ve Orman İçinde Bulunan Otlak, Yaylak ve Kışlaklarda Hayvan Otlatılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik”*** orman alanlarında yapılacak otlatmayı planlama yoluyla düzenleme getirmiştir.

Yönetmeliğin ***“Temel ilkeler”*** bölümünde yer alan madde 4/1 fıkrası ***“Otlatma izni verilmeyecek alanları”*** belirtilmiştir. Madde 4/1 fıkrasının “a” bendi ise; ***“a) Yangın görmüş ve ormanların yenilenmesini veya erozyon tedbirlerinin alınmasını gerektiren alanlar.”*** şeklindedir. Burada belirtilenler öncelikle orman yangı görmüş alanları işaret etmektedir. Bu alanlarda otlatmanın yapılamayacağını işaret etmektedir.

Manavgat ilçesi orman köylerindeki orman köylülerinden hayvanları yaylaklarda olan küçük baş hayvancılıkla geçimini sürdüren orman köylüleri için eylül-ekim aylarında orman içlerinde yer alan ağaçlarına köylerine hayvanlarını getirdiklerinde asıl sorunlar ortaya çıkacaktır. 6831 sayılı orman yasasının otlatmayı düzenleyen 19. ve 20. uyarınca çıkarılan yönetmelik uygulamalarıyla karşı karşıya kalacaklardır. Bu vatandaşlarımız için yeni bir yangın bu andan itibaren başlayacaktır. Çünkü otlamaya ilişkin yönetmelik hükümleri açık ve nettir. Bu alanlar yangın gördüğü ve bu alanlarda restorasyon/rehabilitasyon çalışmaları yürütüleceği için bu alanlar otlatmaya kapatılacaktır. Burada önemli bir sorun yangından etkilenen orman köylerindeki küçük baş hayvan yetiştiriciliği ile yaşamlarını sürdüren köylülerimiz için bu işletmeler için nasıl bir düzenleme yapılacağıdır. Daha doğrusu bu durumda olan vatandaşlarımız için bir düzenleme yapılıp yapılamayacağıdır.

Antalya ili Manavgat ilçesinin sahip olduğu 118 köyün %26,3’ü orman yangınından etkilenmiştir. Antalya ilindeki 1,4 milyon küçük baş hayvan varlığının (1.404.910) %19’u Manavgat ilçesinde bulunmaktadır. Küçükbaş hayvan yetiştiricisi işletmeler olarak irdelendiğinde ise Antalya ilindeki yaklaşık 5 bin işletmenin %21,4’ü Manavgat ilçesinde yer almaktadır. Antalya ilindeki yaklaşık her dört işletmeden birisi angından en çok etkilenen Manavgat ilçesinde yer almaktadır. ***Manavgat ilçesindeki her dört köyden birisi orman yangınından etkilenmiştir. Manavgat, ilçesi-***

de küçük baş hayvancılıkla geçimlerini sürdüren 1.065 işletmenin (438 işletme) %41,13'ü, toplam 263 bin küçük baş hayvanın yaklaşık %43'ü (111.672 küçük baş hayvan) orman yangını nedeniyle şimdi beklenmedik bir etkiyle karşı karşıyadır.

Bu veriler bize yörede bir düzenleme gerekliliğini göstermektedir. Yöredeki orman köylüsünün geçim kaynağı olan küçükbaş hayvancılık yetiştiriciliğinin sürdürülebilmesi için mutlaka bir planlamanın gerekliliğini ve bunun kısa bir sürede çeşitli modeller şeklinde ortaya konulmasını zorunlu kılmaktadır.

Yörede yaklaşık 112 bin küçükbaş hayvan kışlak alan kullanımından etkilenecektir. Bu miktar hayvan varlığının yetiştiriciliğinin sürdürülebilmesi için en azından 150 gün boyunca dışarıdan yem takviyesi ile beslenmesinin sağlanması ön görülmelidir. Bu durumda da bir küçükbaş hayvan için günlük 1 kg kesif yem ihtiyacının sağlanması gerekmektedir. Bu durumda günlük 112 bin kg yem miktarına ve dolayısıyla 16,8 milyon kg/dönem yem ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. 50 kg/torba olan yemlerden 336 bin torba yem ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu da 33,6 TL/dönem (50 kg olan bir torba yemin 100 TL olması durumunda 33.600.000 TL) şeklinde bir maliyeti ortaya çıkarmaktadır.

Antalya ili Manavgat ilçesindeki köylerde yaşayan ve küçük baş hayvan yetiştiriciliği ile geçimini sağlayan orman köylülerinin kışlak olarak yeni ve belirli büyüklükteki alanlarda **“Yarı Kapalı Otlatma Sistemi”** şeklinde hayvanların gezinebileceği optimum alan ve bu alanlarda bitki olmadığı için dışardan yem takviyesi ile küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin sağlanabilmesi için gereken ekonomik kaynak miktarı 33,6 milyon TL/dönem olarak ortaya çıkmaktadır.

Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü bünyesinde yer alan ORKÖY Daire Başkanlığı 2020 yılı için orman köylülerine 249,7 milyon TL sosyal ve ekonomik amaçlı kredilendirmelerde bulunmuştur. Bu miktarın %7,64'ü sosyal amaçlı, %92,36'sı ekonomik amaçlıdır. Ekonomik amaçlı yapılan (162,8 milyon TL) kredilendirme çalışmalarının %70,6'sı hayvancılık konusundaki kredilendirme destekleridir. Dolayısıyla birkaç yıl süreyle ORKÖY kaynaklarıyla bile Manavgat İlçesindeki yangından etkilenen orman köylerindeki orman köylüsünün sürdürülebilir küçük baş hayvan yetiştiriciliğinin sağlanabilme imkânı ve koşulları bulunmaktadır.

Orman köylerindeki küçük baş hayvan yetiştiriciliğinin sürdürülebilmesi, orman alanlarında yarı kapalı otlatmacılık sistemiyle kış aylarında dışarıdan yem takviyesinin sağlanmasıyla mümkün olabilecektir. Böylece bu miktar maliyet bir yıl ödemesiz iki veya üç yılda ödemek üzere ve/veya bir kısmının karşılıksız kredi şeklinde geri kalan miktarın ilk yıl ödemesiz iki veya üç yılda ödemeli şeklinde kredilendirilmesi gerekmektedir.

Yapılacak yardımların ilk yıl ödemesiz olması, yetiştiricilerin yeni sistem için işletmelerinin gider-gelir durumlarını düzenlemek açısından önemli görülmektedir.

İşletmelerin hayvan varlıklarına göre destek miktarı belirlenebilecektir. Özellikle küçük işletmeler için daha yüksek destek miktarı ve daha uygun ödeme fırsatları belirlenmelidir. Çünkü küçük işletmelerin bu gibi kriz durumlarından etkilenmeleri daha fazla olacaktır. Bu nedenle bu işletmeler de kırılganlıklar da (işletmelerin iflası vb.) daha hızlı ortaya çıkabilecektir. Yöre halkının yaşam bütünlüğü ve barışını tehlikeye girmemesi için yem ihtiyacı karşılamak üzere çeşitli düzeylerde kredilendirme fırsatları oluşturulmalıdır. Yürürlükteki otlatma yönetmeliğinin ortaya çıkaracağı kısıtlamalardan yöredeki küçük baş hayvan yetiştiricilerinin etkilenmelerini kabul edilebilir bir düzeye indirgenmesi gereklidir. Bu nedenle yöredeki kamu birimleri ile yöre halkının birlik ve bütünlük içerisinde dayanışarak bu felaketin etkilerinden kısa sürede kurtarılması önem taşımaktadır.

Hedefler/Gerçekleştirilecek İş ve İşlemler:

1. Yörede orman yangınlarından zarar gören orman köylerinde yaşayan ve küçük baş hayvan yetiştiriciliği yaşamını sürdüren 438 işletmenin işletmelerinin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi açısından talep ve beklentilerinin belirlenmesi,

2. Orman yangınından zarar gördüğü belirlenen 31 köydeki küçük baş hayvan yetiştiricisi işletmelerin kışlak olarak yararlandıkları konaklama alanlarının ve zarar miktarının saptanması hedeflerde ikinci adım olmalıdır.

3. Bu belirlemelere göre zarar gören işletmelere tekrar konaklama imkânı sağlamak üzere zati yapacak odun verilmesi üçüncü sıradaki hedef olarak söylenebilir.

4. Yangın alanı içerisinde ve/veya kenarında kalan konaklama alanlarının yerlerinin koordinatları belirlenerek sayısal haritalar üzerine konumlandırılmasının yapılması,

5. Konumlandırılmaları yapılan konaklama kışlak alanlarının orman yangın geçirme durumlarının tespitinin yapılması,

6. Yangın geçirme durumu belirlenen kışlak konaklama alanlarını kullanan işletmelerin hayvan varlıklarının tespitinin gerçekleştirilmesi,

7. Yangın geçiren ve hayvan varlığı belirlenen işletmeler için hayvan varlığı büyüklüğüne göre potansiyel yararlanılabilecek alan büyüklüklerinin ve sınırlarının oluşturulması,

8. Bu alanların yangın öncesi orman amenajman planları meşçere

durumlarıyla karşılaştırılarak optimal yararlanılabilecek (çok bozuk bal-talık ve/veya “MAK” rumuzuyla belirlenmiş alanlar vb. gibi) yeni alanla-rın tespit edilmesi,

9. Bu alanların sahadaki uygunluklarının testlerinin yapılması,

10. Her işletme için iki ve/veya üç yıl boyunca kışlak alanlarda kulla-nacağı yem miktarlarının ve maliyetlerinin saptanması,

11. Tarım ve Orman Bakanlığı’nın tarım birimleri ve ORKÖY birim-leri ile yerel yönetimlerin olanakları ile belirlenen yem miktar ve maliyet-lerinin karşılanma yöntem ilke ve prensiplerinin oluşturulması,

12. Yaz aylarında bu işletmelerin yazlak alanlara taşıtlarla ulaşmasını sağlayacak en uygun güzergahların belirlenmesi,

13. Tüm bu çalışmaları yersel olabilirlikleri belirlenmiş bir planlama-ya kavuşturulması,

yapılacak çalışmalar için temel hedefler şeklinde özetlenebilir.

3.2.3. Orman Yangınlarında Orman Gönüllüsü

Orman yangınlarıyla mücadele sırasında yaşanacak yaralanmalar ile ölüm durumunda bir tazminat uygulaması söz konusu olmasına rağmen bu kişilere **“Şehitlik” aylığı bağlanmamaktadır**. Konu 03.11.1980 tarih ve 17152 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren 2330 sayılı **“Nakdi Tazminat ve Aylık Bağlanması Hakkında Kanun”** kapsamında değerlendirilmektedir.

Yasanın amacı madde 1’de, *“Amaç: Madde 1 – Bu kanunun amacı; barışta güven ve asayişin korumak, kaçakçılığı men, takip ve tahkikle , trafik ve yol güvenliğini veya tutuklu ve hükümlülerin sevk ve nakillerini sağlamakla görevli olanların ; Türk Silahlı Kuvvetleri, Jandarma Genel Komutanlığı, Sahil Güvenlik Komutanlığı ve Emniyet Teşkilatında bulun-an patlayıcı maddelerin incelenmesi, muhafazası, nakli, imha edilmesi ve zararsız hâle getirilmesi işlemlerinde görevlendirilenlerin bu görevlerin-den dolayı ya da görevleri sona ermiş olsa bile yaptıkları hizmet nedeniyle derhal veya bu yüzden maruz kaldıkları yaralanma veya hastalık sonucu ölmeleri veya engelli hâle gelmeleri halinde ödenecek nakdi tazminat ile birlikte bağlanacak aylığın ve bu yüzden yaralanmaları halinde ödenecek nakdi tazminatın esas ve yöntemlerinin düzenlenmesidir.”* şeklinde yer al-mıştır. Yine yasanın kapsamı madde 2 ile belirlenmiştir.

Buna göre; *“Kapsam: Madde 2–Bu kanun;*

a) İç güvenlik ve asayişin korunması veya kaçakçılığın men, takip ve tahkiki veya trafik ve yol güvenliğini sağlamak konularında görevlendi-rilen;

1. **(Değişik: 7/6/1990-3658/1 md.)** Jandarma Genel Komutanlığı, Emniyet Genel Müdürlüğü ve Sahil Güvenlik Komutanlığı personelinin,
2. Silahlı Kuvvetler mensuplarını,
3. Millî İstihbarat Teşkilâtı mensuplarını,
4. Çarşı, mahalle ve kır bekçilerini,

5. (Değişik: 7/6/1990-3658/1 md.) Orman memurları ve personeli ile Gümrük Muhafaza memurlarını,

b) Güven ve asayişin ihlal eden eylemlere ve kaçakçılığa ilişkin olayların soruşturma ve kovuşturma işlemlerini yürüten adli ve askeri hakimleri, Cumhuriyet savcı ve yardımcılarıyla askeri savcı ve yardımcılarını;

c) **(Değişik: 4/7/2012-6353/73 md.)** Güven ve asayişin ihlal eden eylemler ile kaçakçılığa ilişkin eylemlerin önlenmesine yönelik görev yapan mülki idare amirlerini;

d) Tutuklu ve hükümlülerin sevk ve nakilleri ile ceza ve tutukevlerinin iç ve dış güvenliğini sağlamakla görevli bulunan personeli; (1)

e) Güven ve asayişin korunmasında hizmetlerinden yararlanılması zorunlu olan ve yetkililerce kendilerine bu amaca yönelik görev verilen kamu görevlileri ve sivilleri;

f) **(Ek: 7/6/1990-3658/1 md.)** İç güvenlik ve asayişin korunmasında veya kaçakçılığın men, takip ve tahkiki ile ilgili olarak güvenlik kuvvetlerine kendiliklerinden yardımcı olmuş ve faydalı oldukları yetkililerce tevsik edilmiş şahısları;

g) **(Ek: 7/6/1990-3658/1 md.)** Devlet güçlerini sindirme amacına yönelik olarak yapılan saldırılara maruz kalan kamu görevlilerini;

h) **(Ek: 12/7/2013-6495/79 md.)** Türk Silahlı Kuvvetleri, Jandarma Genel Komutanlığı, Sahil Güvenlik Komutanlığı ve Emniyet Teşkilatında bulunan ve 24/2/2000 tarihli ve 4536 sayılı Denizlerde ve Yurt Yüzeyinde Görülen Patlayıcı Madde ve Şüpheli Cisimlere Uygulanacak Esaslara İlişkin Kanunda tanımlanan patlayıcı maddelerin incelenmesi, muhafazası, nakli, imha edilmesi ve zararsız hâle getirilmesi işlemlerinde görevlendirilenleri;

ı) **(Ek: 7/6/1990 - 3658/1 md.)** Yukarıdaki bentlerde sayılanların yaptıkları görevler veya yardımlar sebebiyle saldırıya maruz kalan eş, füru, ana, baba ve kardeşlerini; kapsar.” şeklinde belirlenmiştir.

Diğer yandan iş göremezlik nedeniyle engelli olan ve/veya ölüm durumları için aylık bağlanmasına ilişkin konular yasada madde 4’te yer almaktadır. Buna göre ise; “*Aylık bağlanması: **Madde 4 – Bu Kanun kapsa-***

mina girenlerden;

a) Engelli hâle gelerek bağlı oldukları sosyal güvenlik mevzuatına göre emekliye sevk edilenlere görev malullüğü aylığı bağlanır.

b) Emekli aylığı almakta iken engelli hâle gelenlerin almakta oldukları aylıkları görev malullüğü aylığına dönüştürülür.

c) Ölenlerin kendilerine bağlanması gereken görev malullüğü aylığı, dul ve yetimlerine intikal ettirilir.

Bu madde gereğince ilgili sosyal güvenlik kurumlarınca kendi mevzuatlarına göre bağlanan aylıklar, (...) %25 artırılarak ödenir.

d) Herhangi bir sosyal güvenlik kurumuna tabi olmayanların engelli hâle gelmeleri halinde, öğrenim durumlarına göre 657 sayılı Devlet Memurları Kanunu'nun değişik 36'ncı maddesi hükümlerine göre belirlenecek giriş derece ve kademeleri üzerinden (Öğrenimi bulunmayanların ilkokul mezunu gibi) kendilerine, ölümlerinde dul ve yetimlerine 5434 sayılı Kanun hükümlerine göre T.C. Emekli Sandığına görev malullüğü aylığı %25 artırılarak bağlanır.

(Değişik fıkra: 12/7/2013-6495/80 md.) Birinci fıkranın (a) ve (b) bentleri hükümleri uygulanarak aylık bağlananlara aylık bağlama tarihi itibarıyla sosyal güvenlik kurumlarınca kendi sigortalılığı nedeniyle ödenmekte olan gelir ve/veya aylıkların toplamı, 14/7/1965 tarihli ve 657 sayılı Devlet Memurları Kanununun 36'ncı maddesi gereğince öğrenim durumuna göre belirlenecek giriş derece ve kademesi ile 30 yıl fiili hizmet süresi esas alınarak mülga hükümleri de dahil 5434 sayılı Kanun hükümlerine göre hesaplanacak vazife malullüğü aylığının %25 artırımlı tutarından az olamaz ve bu şekilde belirlenen gelir ve/veya aylıklar ilgili sigortalılık hâlindeki aylık artışları dikkate alınarak artırılır. Birinci fıkranın (a) ve (b) bentleri kapsamına girenler, aylıklara ilişkin hükümler hariç olmak üzere (d) bendi kapsamına girenlerin malullük hâline bağlı olarak yararlandığı haklardan da aynı esas ve usuller çerçevesinde yararlandırılır. Bu Kanuna veya bu Kanun hükümleri uygulanarak aylık bağlanmasını gerektiren kanunlara göre aylık bağlanan maluller ile 5434 sayılı Kanunun 56'ncı ve mülga 64 üncü maddesi kapsamında aylık bağlanan malullerin, malul sayılmaları sebebiyle aylık bağlandığı tarihten önceki her türlü sigortalılık ve prim ödeme süreleri, iştirakçilik ve fiili hizmet süreleri ile bunların itibari ve fiili hizmet süresi zammı olarak değerlendirilen süreleri, malullük aylığı bağlanmasından sonra geçecek çalışma veya sigortalılık süreleriyle hiçbir sebeple birleştiremez. Bu şekilde aylık bağlanmasından önce geçen söz konusu süreler; malullük aylığı bağlanmasından sonra geçen sigortalılık ve çalışma sürelerinin tabi olacağı sigortalılık hâli ile mülga 2829 sayılı Kanun uygulaması yönünden dikkate alınmayacağı gibi, son-

radan geçen sigortalılık veya çalışma süreleri yaşlılık/emeklilik, malullük ya da ölüm/dul veya yetim aylığı bağlanmasında veya toptan ödeme yapılmasında ilgili mevzuatına göre ayrı bir çalışma veya sigortalılık süresi olarak değerlendirilir. Ancak, bu Kanuna göre aylık bağlandığı tarihten sonra çalışmaya başlayanlardan, aylık bağlandıktan sonraki çalışmaları 5510 sayılı Kanunun yürürlük tarihinden sonra olanlar için 5510 sayılı Kanunun geçici 4'üncü maddesi hükümleri uygulanamaz. Yukarıda belirtilen kanunlara göre malullük aylığı bağlanmasına esas alınmış hastalık ya da engellilik hâlleri ve bu hastalık ya da engellilik hallerindeki ilerlemeler, sonradan geçen çalışmalar sebebiyle yaşlılık aylığına hak kazanılması koşullarının belirlenmesinde dikkate alınmaz. **(Ek cümle:25/3/2020-7226/6 md.)** Ancak, bu kapsamdakiler aylık bağlandığı tarihten sonra geçen çalışmaları esas alındığında en az 20 yıldan beri sigortalı bulunmak ve en az 5000 gün malullük, yaşlılık ve ölüm sigortaları primi ödemiş olmak şartıyla talepleri halinde ayrıca yaşlılık aylığından yararlanırlar. **(Ek fıkra: 12/7/2013-6495/80 md.)** Bu madde hükümleri 5434 sayılı Kanunun 56'ncı maddesi kapsamındakiler ve harp malulleri hakkında da uygulanır" şeklindedir.

Özetle orman yangınlarında yaralanma dolayısıyla çeşitli düzeylerde iş göremezlik yaşayan engelli durumu oluşan ve/veya yaşamalarını yitirenlerin yakınlarına aylık bağlanması söz konusu değildir. Şehit olarak anılmasına rağmen tazminat dışında bir yararlanma bulunmamaktadır. Bu durumun da öncelikli olarak düzeltilmesi gerekmektedir.

Orman personeli ancak "İç güvenlik ve asayişin korunması veya kaçakçılığın men, takip ve tahkiki veya trafik ve yol güvenliğini sağlamak konularında" görev aldığında yaşayacakları yararlanma, engelli olma ve/veya ölümler durumunda aylık bağlanmaya hak kazanabilmektedir. Oysa orman yangınlarında bugüne kadar birçok şehit verilmiştir. Vatandaşlarımız ormanlarımızı yangından korurken hayatlarını kaybetmişlerdir. Geride kalan yakınlarına yönelik tazminat dışında aylık bağlanması gibi bir uygulama gerçekleştirilememiştir. Bu konu ivedilikle çözüme ulaştırılmalıdır.

Bilindiği gibi; 28 Nisan 2018 tarih ve 30405 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan 7139 sayılı yasa orman gönüllüğü konusunu düzenlemektedir. Bu yasa çıkmadan önce OGM tarafından 17-19 Ocak 2018 tarihinde "Uluslararası Akdeniz Bölgesi Orman Yangın Yönetim Çalıştayı" sonucunda **"Türkiye'de Orman yangınları için Toplum Katılımı ve Koordineli Müdahale"** başlığı altında;

"Antalya ilindeki Antalya Uluslararası Ormancılık Eğitim Merkezinde (UOEM) yürütülebilecek ortak eğitim programları ana başlıklar halinde"

de aşağıda sıralanmıştır:

1. Yöresel, bölgesel ve ulusal düzeyde medya ile aktif ilişki geliştirme ve bilinçlendirme programı,

2. Yerel düzeyde olmak üzere; işletmeler bazında yangın sayısının yüksek olduğu orman köylerindeki muhtar, kooperatif başkanı ve köy heyeti, imam ve öğretmenler ile köylerde yer alan kanaat önderi kişilere yönelik orman yangınları hakkında eğitim ve bilinçlendirme programı,

3. Orman işletmeleri bazında, yörelerinde yer alan sivil toplum kuruluşlarının yönetimleri ve üyelerine yönelik olarak orman yangınlarının nedenleri ve sonuçlarını değerlendiren eğitim programları,

4. Orman yangınlarının yoğun olduğu Orman işletmelerine bağlı orman köylerindeki okullarda çocuklara yönelik olmak üzere; ormanlar, ormancılık, orman yangınları ve sonuçları konularını kapsayan eğitim programı,

5. Orman yangınlarının yoğun olduğu Orman işletmelerine bağlı orman köylerindeki yetişkin kız ve erkeklere yönelik olarak; “orman gönüllüsü” eğitim programı

Yukarıda ana hatları çizilmiş olan somut konuları kapsayan eğitim programlarını ortak iş birliği çerçevesinde hazırlamak, geliştirmek ve Antalya Uluslararası Ormancılık Eğitim Merkezinde (UOEM) yürütmek, orman yangınlarının önlenmesine yönelik reaktif bir uygulama olarak tarafımızca önerilmiştir.” Ancak bu yaklaşıma herhangi olumlu ve/veya olumsuz bir yanıt alınamamıştır.

Gönüllülerin orman yangınları öncesi, orman yangınlarıyla mücadele ve yangın sonrası restorasyon ve/veya rehabilitasyon konularında ne tür görevler alabileceğine yöne yönelik analizler yapılarak görev tanımları geliştirilmelidir. Bu görev tanımlarına yönelik yasal altlıkların oluşturulması önemlidir. Oluşturulacak görev tanımları ile birlikte kurumsal kapasitenin geliştirilmesi sağlanmalıdır.

Belirtilen yasa sonrasında OGM tarafından bir gönüllülük yönergesi de yayımlanmıştır. “**Orman Yangınlarıyla Mücadelede Görev Yapan Gönüllüler Hakkında Yönetmelik**” adıyla 11 Eylül 2019 tarih ve 30885 sayılı Resmî Gazetede yayınlanmıştır. Yönetmeliğin 6. maddesi “**Gönüllülerin Eğitimi, Denetimi ve Çalışma Usulü**”, madde 7 “**Gönüllülerin Görevleri**” ve madde 8 ile de “**Gönüllülerin Hakları**” konularına yer vermektedir. Yönetmelikte orman yangınları sırasında hayatını kaybeden veya kaybedecek Gönüllüler için tazminat dışında bir husus yer almamıştır. 2330 sayılı “**Nakdi Tazminat ve Aylık Bağlanması Hakkında Kanun**” için saptadığımız sorunlar giderilmemiştir.

3.3. OGM Önleyici Tedbirler Yaklaşımları

Bu kapsamda OGM raporlarına yansıyan yaklaşımlar aşağıda verilmektedir (Anonim, 2020).

1) Köy desteği ile orman köylülerinin ekonomik durumlarının iyileştirilmesi, sosyal ormancılık faaliyetlerinin yaygınlaştırılması,

2) Düzensiz piknik sonucu çıkan yangınları önlemek için orman içi dinlenme yerlerinin sayılarının artırılması, giriş ücretlerinin mümkünse kaldırılması veya en aza indirilmesi,

3) Meteorolojik risk haritaları iyi takip edilerek, riskin yüksek olduğu bölgelerde gerekli tedbirlerin alınması,

4) Halkın eğitime devam edilmesi, bu amaçla tüm radyo ve televizyonlarda reytingin yüksek olduğu saatlerde bu eğitimlere etkin olarak katılımının sağlanması, bunu temin için radyo ve televizyon kuruluşlarına Tarım ve Orman Bakanlığı ile üniversiteler, meslek kuruluşları ve sivil toplum örgütleri tarafından profesyonel kuruluşlarca hazırlanacak spot eğitici CD'ler gönderilmesi,

5) Okullara yönelik olarak başlatılan dergi ve broşür dağıtımı ile tiyatro etkinliklerine kararlılıkla devam edilmesi,

6) Halkın eğitime ulusal yazılı basının da katılımının sağlanması,

7) Yangına yönelik eğitim ve tanıtım harcamalarına daha fazla kaynak aktarılması ve bu harcamaların yangın faslından yapılması,

8) Okullarda Ormancılık Derslerinin okutulması ve bu derslerde orman yangınları konusunun detaylı olarak işlenmesi,

9) İbrelili plantasyon ağırlıklı Milli Park sahalarımızda, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü ile yapılan protokol gereği teknik bakım uygulamalarına olanak sağlanması,

10) Ormana bitişik turistik tesislere, orman yangınlarına karşı önleme ve söndürme tedbirleri alma yükümlülüğü getirilmiş olup, bu tesislerin düzenli olarak denetlenmesi,

11) Karışık meşcere tesisine önem verilmesi, uygun yerlerde ibrelili tür plantasyonlarından yapraklıya dönüş yollarının aranması ve budama faaliyetlerinin yaygınlaştırılması.

12) Yangına hassas yörelerde uygun şartlarda **“denetimli yakma”** ve biyolojik bağımsızlığını kazanmış ağaçlandırma alanlarında ise, **“kontrollü otlatma”** tekniklerinin kullanılarak yanıcı madde miktarının azaltılması,

13) İlgili kuruluşlarca enerji nakil hatlarının bakımlı ve altlarının temiz tutulmasının sağlanması,

14) Mevcut yangın emniyet yollarından geniş olanlarının servi dikilerek rüzgâr perdelerine dönüştürülmesi,

15) YARDOP tamimi kapsamında çalışmalara devam edilmesi,

16) Ormana bitişik tarla sahiplerine, hububat hasadı sonrasında, sınıra 5 metre genişliğinde temiz bir bant yapma yükümlülüğü getirilmesi,

17) Avlanma mevsiminin yangın tehlike dönemi dışında olacak şekilde düzenlenmesi,

18) Çobanlara Çobanlık Belgesi verilmesi ve sorumluluk alanının belirlenmesinden sonra otlatma izni verilmesi,

19) Yangına sebebiyet veren kuruluşların ormanlık arazilerdeki imtiyazlarının iptal edilmesi,

Bu yaklaşımların daha teknik içeriklere kavuşturularak programlar haline getirilmesi gerekmektedir. Özellikle yangın öncesi sürece ilişkin “Gönüllü” oluşumu ve eğitimleri ile ilgili süreçlerin de teknik düzeyde ele alınarak değerlendirilmesi gereklidir.

4. Sonuç ve Öneriler

OGM, güncel ormancılık iş ve işlemleriyle yoğun bir şekilde uğraşan bir ormancılık örgütüdür. Etkin bir halkla iletişim biriminin merkezde ve taşrada yapılanmasının sağlanması gereklidir. Özellikle orman yangınları sonrası yapılan çalışmaların sonuçlarının yöresel, bölgesel ve ulusal yazılı ve görsel basınla paylaşılması son derecede önemlidir. Çünkü kamuoyu ön yargılara sahiptir. Bu ön yargıların giderilebilmesi için açık ve şeffaf bir şekilde yanan alan miktarları ve yangın sonrası gerçekleştirilen çalışmalar kamuoyu ile paylaşılmalıdır. Yanan alanların ormancılık dışı amaçlarla kullanımına yönelik ön yargılar oldukça açık bir şekilde toplumla paylaşılmalıdır.

Halen yürürlükte bulunan OGM 285 sayılı bu tebliğin gerçekten tekrar günün koşulları ve ekolojik bakış açılarını da içeren bir anlayışla tekrar değerlendirilmesi gerekmektedir. Orman yangınlarına hassas alanlar fiziki koşulların yanı sıra, ekolojik ve sosyo-ekonomik değişkenlerin de yer aldığı ölçütlerle tekrar düzenlenmelidir.

Orman yangınları toplum ilişkileri kapsamında OGM iç paydaşlarından sadece çalışanların rotasyon uygulamasıyla yer değiştirmeleri değil, yangınlarda çalışan ve/veya çalışacak diğer personel için de eğitim süreçlerini daha etkin bir yapıya kavuşturmak durumundadır.

İnsan kaynaklı orman yangınlarında en önemli payı “*Nedeni Bilinmeyen*” grup oluşturmaktadır. Bu durum insan kaynaklı orman yangınlarının çözümsüzlüğü gibi bir durum ortaya çıkarmaktadır. Bu çözümsüz-

lük orman yangını çıkarma eğilimini arttıran bir nitelik haline gelmektedir. Bu nedenle **“Orman Yangın Kriminolojisi”** konusunun hızla OGM gündemine alınarak ilgili bakanlıklar ve birimlerle sıkı iş birliği yapılmak suretiyle bu konuda personel kapasitelerinin geliştirilmesi sağlanmalıdır.

OGM orman yangın öncesi süreç analizlerini geniş katılımlı toplantılarla ortaya koymalıdır. Bu süreçlerin her birisine yönelik sosyal, ekonomik ve teknik nitelikli konular bazında alt çalışma grupları oluşturularak bir yol haritası belirlenmelidir.

Orman yangınları kapsamında orman köylüsü ile olan ilişkiler özellikle büyük yangınlarda daha ön plana çıkmaktadır. 6831 sayılı yasanın 69. maddesinde yapılan değişiklikle orman köylüsünün mükellefiyet durumunun kaldırılması yöre halkının ormanlara bakışlarında olumsuz yapıların oluşmasına neden olmaktadır. Diğer yandan, çeşitli bölgelerdeki orman köylerine ilişkin yapılan çeşitli çalışmalarda 15-64 yaş grubu olarak nitelenen çalışma işgücünde olan nüfus oranının ortalama %80 ve üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum orman köylüsünün orman yangınlarında rol almalarının başka düşüncelerle engellenmiş olabileceği şüphesini oluşturmaktadır. OGM bu ve benzeri yanlış algılamaları ve/veya ön yargıları gerekli bilgilendirmeleri yaparak aşmalıdır. Orman köylülerinin bulundukları yörelere göre orman alanlarından yararlanma biçimleri farklılıklar içerebilmektedir. Örneğin Antalya ilimiz yöresinde küçük baş hayvancılık öne çıkarken, Muğla ilimiz yöresinde bal işletmeciliği nedeniyle ormanlardan “Bal Ormanı” olarak yararlanma ön plana çıkmaktadır. Orman köylüsünün orman alanlarının önemli bir bileşeni ve/veya paydaşı olduğu/olacağı unutulmamalıdır. Bu nedenle de orman köylülerinin orman yangınları nedeniyle yaşamsal etkinliklerindeki kısıtlamalar için planlamalar gerçekleştirilmesi oldukça önemlidir.

Orman Yangınlarında “Gönüllü” uygulaması Orman Yangınları Toplum İlişkisinin en önemli parçası haline gelmiştir. Bu süreci iyi yönetilmesi gereklidir. Gönüllülük bağı ile çalışma isteğinde olan bireylerin çok tehlikeli sınıfta yer alan orman yangın söndürme süreçlerine doğrudan katılımlarının sağlanması doğru bulunmamaktadır. Verilen eğitimlerin yanı sıra belirli sürelerde yangınlarda geri cephede yer alarak yaşam deneyimi kazanılması da son derece önemlidir. Belirli bir süre bu deneyimi kazanmamış gönüllülerin yangınlarda cepheden müdahale içerisine girilmesi son derece tehlikelidir. Bu nedenle gönüllülerden yararlanmanın diğer süreçlerde gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır.

OGM gönüllülük sistemini işletirken kişilerin, dil, din, ırk ve inanç gibi kimi sosyal nitelikli özelliklerini dikkate alır yaklaşım içerisinde olmamalıdır. Benzer durum gönüllü olarak STK bünyesiyle yangınlarda yardım yapmak isteyen birimler için geçerli olmalıdır. Bu birimlerin akreditasyonları için uluslararası akreditasyon ölçütleri geçerli kılınmalı ve açık bir uygulama sergilenmelidir.

Kaynaklar

- Akkaş, E., Bucak, C., Eronat, H., Erkan, A., Boza, Z., Berekeci, A., Cebeci, C., 2008.** Büyük Orman Yangınlarının Meteorolojik Veriler Işında İncelenmesi, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 36, İzmir.
- Anonim, 1956.** 6831 Sayılı Orman Yasası, 08.Eylül 1956 tarih ve 9204 sayılı Resmî Gazete, Ankara.
- Anonim, 2018.** 28 Nisan 2018 tarih ve 30405 sayılı Resmî Gazetede, Ankara.
- Anonim, 2019.** 2019 Orman Yangınlarıyla Mücadele Eylem Planı, Ankara
- Anonim, 2020.** Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman Yangınlarıyla Mücadelesi Daire Başkanlığı, “2020 Yılı Orman Yangınlarıyla Mücadele Değerlendirme Raporu”, Ankara.
- Anonim, 2021.** Orman Genel Müdürlüğü, Antalya Orman Bölge Müdürlüğü, Antalya
- Başaran, M. A., Sarıbaşak, H., Cengiz, Y., 2004.** Yangın Söndürme Planı Temel Esaslarının Belirlenmesi (Manavgat Örneği), Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 18, Antalya.
- Coşgun, U., Çobanoğlu, A., 2009.** Serik ve Taşağıl Yangını Sonrası Kriz Yönetiminde Üretim ve Pazarlamanın İrdelenmesi, I. Orman Yangınları Sempozyumu, 07-10 Ocak, Antalya.
- Coşgun, U., Yolcu, İ., Tolunay, A., Orhan, K. H., 2010.** Antalya Orman Bölge Müdürlüğünde Orman Yangınlarına Neden Olan Sosyo-Ekonomik Faktörlerin Belirlenmesi, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik bülten No: 40, Antalya.
- Coşgun, U., Kavgacı, A., Güngöroğlu, C., 2013.** Türkiye ve Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Orman Yangın Rejim Verilerinin Değerlendirilmesi, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi, Sayı: 15, Cilt 2, Antalya.
- Coşgun, U., Cabán A. C., 2016.** Factors Explaining Forest Fires in the Serik and Taşağıl Forest Provinces (SW Anatolia-Turkey), Proceedings of the Fifth International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Ecosystem Services and Wildfires, USDA, GENERAL TECHNICAL REPORT PSW-GTR-261
- Özden, S., Kılıç, H., Ünal, E. H., Birben, Ü., 2012.** Orman Yangını İnsan İlişkisi, Türkiye Ormancılar Derneği, ISBN 978-9944-0048-7-9, Ankara.
- Yılmaz, E., Koçak, Z., Coşgun, U., Ay, Z., Bilgin, F., Şafak, İ., 2012.** Orman Yangınları Yönetiminin Bütünleyici Karmaşıklık Yöntemiyle Değerlendirilmesi,

Yılmaz, E., Topla, A., Keleş, H., 2012. Farklı Toplum Kesimlerinin Orman Yangınları Yönetimine Yönelik Bilgi, Görüş ve Deneyimlerinin Belirlenmesi, Mersin İli Örneği, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 42, Tarsus.

Yılmaz, E., Kayacan, A., Güler, K. H., 2017. Orman İçi ve Kenarı Yerleşimlerde Orman Yangınları Tehlike Oranlaması Modeli: Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Örneği. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Sonuçlanan Proje Sonuç Raporu, 285 s., Antalya.

Bölüm 9

BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİ BAKTERİLERİN (PGPR) SAPSIZ MEŞE (*QUERCUS PETRAEA* L.) FİDANLARININ TUTMA BAŞARISI ÜZERİNE ETKİSİ¹

Zafer ÖLMEZ²

Zekiye ODABAŞ³

1 Bu çalışma Zekiye ODABAŞ tarafından Prof. Dr. Zafer ÖLMEZ danışmanlığında yürütülen yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Zafer ÖLMEZ ORCID ORCID: 0000-0001-6199-6284, Zekiye ODABAŞ ORCID 0000-0001-7776-1199

2 Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin, zaferolmez@artvin.edu.tr

3 Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin

GİRİŞ

Son dönemlerde gerek Avrupa’da gerekse ülkemizde doğal geniş yapraklı türler ile yapılan çalışmalar önem kazanmıştır. Bu bağlamda Karadeniz Bölgesi ekosistemlerinde geniş yapraklı türlerin dikilmesi önerilmektedir. Bu bölgede geniş yapraklı ağaç türlerinin biyoçeşitlilik ve mevcut yayılış alanları açısından genişletilmesi son derece önemlidir (Eşen ve ark., 2005). Bunun yanı sıra mevcut ormanlık alanların rehabilitasyonu da önem arz eder. Ormanların rehabilitasyonu ve ağaçlandırma faaliyetleri oldukça emek, titizlik isteyen ve bu nedenle de yorucu ve pahalı yatırımlardır. Ağaçlandırma çalışmalarının tekrarlanmaması ve ekonomik açıdan maliyeti göz önünde bulundurulduğunda kaliteli fidan teminin önemi ortaya çıkmaktadır. Ağaçlandırma çalışmalarının başarısının değerlendirilmesinde fidanların sıklık çağına ulaşması için geçen süre baz alınır. Fidanların sıklık çağına ulaşmasındaki en önemli kriterler ise fidan boy ve çap artışıdır (Güner ve ark., 2008). Kaliteli fidan, yüksek tutma başarısına sahip, ilk yıllardaki artımı iyi olan ve aynı zamanda ekonomik olan fidandır (Tolay, 1983).

Yine son yıllarda yüksek biyolojik aktiviteye sahip, tohum çimlenmesi, bitki gelişimi ve çevresel streslere karşı olumlu etkilere sahip olduğu bildirilen bitki büyüme düzenleyicileri silvikültür çalışmalarında kullanılmaktadır (Allahverdiev, 1988; Tsatsakis ve ark., 1993; Rahman ve ark., 2006).

Türkiye tür zenginliği ve kapladığı alan açısından dünya üzerindeki sayılı meşe yayılış alanlarından birisidir. Ülkemizde meşe (*Quercus* L.) cinsinin 30’dan fazla taksonu bulunmaktadır. Geçmişe kıyasla yayılış alanları daralmış, durumları da bozulmuş olmakla beraber günümüzde toplam yayılış sahası günümüzde yaklaşık 6.5 milyon hektar civarındadır (Kayacık, 1977). Meşeler son derece kıymetli yakacak ve yapacak odun veren ağaçlardır. Kıymetli odunlarının yanı sıra son derece iyi bir hayvan yemi olan meyve ve yaprakları, tanen açısından zengin kabuk ve meyve kadehleri, patolojik bir oluşum olan meşe bazıları değerli yan ürünlerdendir (Yaltırık, 1984).

Bitki büyüme düzenleyicileri pratikte olgunlaşmanın hızlandırılması, çelikle çoğaltmanın sağlanması, tohumların çimlenme gücünün artırılması, çiçeklenmenin teşvik edilmesi ya da geciktirilmesi, tohum oluşumunun, meyve iriliğinin artırılması, meyve muhafaza süresinin uzatılması, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığın artırılması, yabancı ot kontrolünün sağlanması, doku kültürü çalışmalarında kök, sürgün ve yumru oluşumunun teşvik edilmesi gibi pek çok alanda kullanılmaktadır (Kumlay ve Eryiğit, 2011).

PGPR bakterileri diğer yararlı mikroorganizmalarla simbiyotik bir

ilişki oluşturarak nitrojen fiksasyonunu artırır ve birincil, ikincil ve mikro besinlerin arzını artırabilir. Pek çok bilim adamı, PGPR'nin büyümeyi teşvik edici rolünü raporlamıştır. Yapılan araştırmalarda, tehlikeli kimyasal gübrelelere karşı PGPR kullanımının çevreye zararsız ve sürdürülebilir tarım için bir alternatif olduğu gösterilmiştir (Mehmood ve ark., 2018).

Yukarıda belirtilen gerekçelerden yola çıkarak bu çalışmada, sapsız meşede (*Quercus petraea* L.) bitki büyüme düzenleyici bakterilerin (PGPR) ağaçlandırma sahasında dikim yapılan fidanların fidan boyu, kök boğazı çapı, fidan yaşama yüzdeleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada materyal olarak, Artvin orijinli sapsız meşe fidanları ve *Pseudomonas putida* KT2440 bakterisi kullanılmıştır. Zeytinlik Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan, Artvin İli, Oruçlu Köyünde bulunan bir ağaçlandırma ve erozyon kontrol sahasına 1+0 yaşında dikilen sapsız meşe fidanlarının gelişimi üzerine *Pseudomonas putida* bakterisinin etkileri araştırılmıştır.

Bakteri solüsyonunun belirli oranlarda sulandırılmasıyla (1/5, 1/10, 1/20 ve kontrol) 4 farklı grup oluşturulmuştur. Her grupta 50'şer adet fidan kullanılmıştır. Kontrol (sadece su) grubuyla birlikte bakterinin etkisinin belirlenebilmesi için dikimden sonra fidan köklerine belirtilen oranlarda hazırlanan 50 ml bakteri solüsyonu verilmiştir.

Fidan dikiminden sonraki ilk vejetasyon dönemi sonunda, *Pseudomonas putida* bakterisinin etkisini belirleyebilmek için fidanların boyu, kök boğazı çapı ölçülmüş, yaşama yüzdeleri belirlenmiştir.

Elde edilen verilerin analiz edilmesinde SPSS istatistik paket programı kullanılmıştır. Grup sayısının ikiden fazla olduğu durumlarda kullanılabilen Tek Faktörlü Varyans Analizi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farkı belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır ($p < 0.05$).

BULGULAR

Fidan Boyu

Fidan dikimi sırasında ölçülen fidan boylarına ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre fidan boyları arasında farklılık olduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda kontrol fidanlarının daha boyly olduğu (16.82 cm) görülmektedir (Tablo 1, Tablo 2).

Tablo 1. Fidan boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	648.644	3	216.215	7.412	0.000
Gruplar İçi	5717.825	196	29.173		
Toplam	6366.469	199			

Tablo 2. Fidan boyuna ilişkin Duncan testi sonuçları

İşlem	N	Ortalama FB (cm)
1/20	50	12.26 a
1/10	50	12.93 a
1/5	50	12.94 a
Kontrol	50	16.82 b

Bir vejetasyon dönemi sonunda fidan boylarına ilişkin yapılan varyans analizi sonuçlarına göre de fidan boyları arasında farklılık olduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda kontrol fidanları (18.57 cm) ile 1/5 oranında solüsyon uygulanan fidanların (16.34 cm) en iyi fidan boyuna sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 3, Tablo 4).

Tablo 3. Fidan dikiminden bir vejetasyon dönemi sonunda fidan boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	537.513	3	179.171	7.825	0.000
Gruplar İçi	3205.792	140	22.899		
Toplam	3743.306	143			

Tablo 4. Fidan dikiminden bir vejetasyon dönemi sonunda fidan boyuna ilişkin Duncan testi sonuçları

İşlem	N	Ortalama FB (cm)
1/10	38	13.39 a
1/20	39	14.76 ab
1/5	32	16.34 bc
Kontrol	35	18.57 c

Vejetasyon dönemi sonunda, fidan boylarındaki artışlara ilişkin yapılan varyans analizine göre gruplar arasında farklılık olduğu belirlenmiştir. Yapılan Duncan testine göre 1/5 oranında solüsyon uygulanan grubunun (3.40 cm) en fazla boy artımını gerçekleştirdiği belirlenmiştir (Tablo 5, Tablo 6).

Tablo 5. Fidan dikiminden bir vejetasyon dönemi sonunda fidan boy artımına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	13.986	3	4.662	3196.806	0.000
Gruplar İçi	0.012	8	0.001		
Toplam	13.998	11			

Tablo 6. Fidan dikiminden bir vejetasyon dönemi sonunda fidan boy artımına ilişkin Duncan testi sonuçları

İşlem	N	Ortalama FB (cm)
1/10	3	0.45 a
Kontrol	3	1.75 b
1/20	3	2.50 c
1/5	3	3.40 d

Kök Boğazı Çapı

Kök boğaz çapı bilhassa kurak ve yarı kurak iklim kuşağındaki alanların ağaçlandırılmasında kullanılan fidanlarda dikkate alınan önemli fidan kalite kriterlerinden birisidir. Tablo 7 ve Tablo 8 incelendiğinde fidan dikimi esnasında fidanların kök boğaz çapları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ($p>0.05$).

Tablo 7. Kök boğaz çapına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	1.911	3	0.637	0.713	0.545
Gruplar İçi	175.119	196	0.893		
Toplam	177.030	199			

Tablo 8. Kök boğaz çapına ilişkin ortalama değerler

İşlem	N	Ortalama KBÇ (mm)
Kontrol	50	3.21
1/20	50	3.25
1/5	50	3.39
1/10	50	3.45

Vejetasyon dönemi sonunda fidanların kök boğaz çaplarına ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre fidan kök boğaz çapları arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir (Tablo 9). Fidanların ortalama kök boğaz çapı Tablo 10'da görülmektedir.

Tablo 9. Vejetasyon dönemi sonunda kök boğaz çapına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	1.895	3	0.632	0.609	0.610
Gruplar İçi	145.255	140	1.038		
Toplam	147.150	143			

Tablo 10. Vejetasyon dönemi sonunda kök boğaz çapına ilişkin ortalama değerler

İşlem	N	Ortalama KBC (mm)
1/20	39	3.92
1/10	38	4.14
Kontrol	35	4.19
1/5	32	4.20

Bir vejetasyon dönemi sonunda fidanların kök boğaz çaplarındaki artımına ilişkin varyans analizi sonuçlarına bakıldığında ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmiştir (Tablo 11). En fazla çap artımının kontrol grubunda olduğu, en düşük çap artımının ise 1/20 ve 1/10 oranlarında solüsyon uygulanan gruplarda olduğu görülmüştür (Tablo 12).

Tablo 11. Kök boğaz çap artımına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	0.176	3	0.059	56.021	0.000
Gruplar İçi	0.008	8	0.001		
Toplam	0.185	11			

Tablo 12. Kök boğaz çap artımına ilişkin Duncan testi sonuçları

İşlem	N	Ortalama KBC artımı (mm)
1/20	3	0.67 a
1/10	3	0.69 a
1/5	3	0.81 b
Kontrol	3	0.98 c

Fidan Yaşama Yüzdesi

Fidan dikiminden bir vejetasyon dönemi sonunda fidan yaşama yüzdelerine ilişkin yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, fidan yaşama yüzdeleri arasında farklılık olduğu belirlenmiştir. 1/20 oranında *P. putida* uygulanan fidanlarda en iyi yaşama yüzdesi (%78,3) elde edilirken, 1/5 oranında *P. putida* uygulanan fidanlarda en düşük yaşama yüzdesi (%64,3) belirlenmiştir (Tablo 13, Tablo 14).

Tablo 13. Yaşama yüzdesine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oranı	Önem Düzeyi
Gurplar Arası	348.917	3	116.306	77.537	0.000
Gurplar İçi	12.000	8	1.500		
Toplam	360.917	11			

Tablo 14. Yaşama yüzdesine ilişkin Duncan testi sonuçları

İşlem	Yaşama Yüzdesi (%)
1/5	64.3 a
Kontrol	70.0 b
1/10	75.7 c
1/20	78.3 d

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bitki büyüme düzenleyicileri (PGPR), daha yüksek bitkilerde, çoğunlukla düşük dozajlarda gelişimsel veya metabolik süreçleri etkileyen doğal olarak oluşan veya sentetik bileşikler olarak tanımlanabilir. Besleyici bir değeri yoktur ve tipik olarak fitotoksik değildirler. Bitki büyütme maddeleri adıyla da kullanılabilir. Çiçeklenme, meyve oluşumu, olgunlaşma, yaprak dökümü veya kalite gibi özellikleri etkileyebileceğinden, bitki biyoregülatörü olarak da adlandırılmaktadır. PGPR'ler arasındaki ana grup, sürgün uzamasını azaltan bileşiklerdir. Bu tür maddeler genellikle büyümeyi geciktiriciler olarak adlandırılırlar. PGPR'lerden farklı olarak bitki biyostimülanları, bileşenlerin karmaşık karışımlarını içerir ve genellikle deniz yosunu özleri veya mezbaha artıklarının hidrolizatlarına dayanır. Bu tür preparatlar PGPR benzeri bileşenler içerebilir (Rademacher, 2015).

PGPR'ler, biyotik ve abiyotik strese karşı azalmış duyarlılık, iyileştirilmiş morfolojik yapı, hasadı kolaylaştırma, verimde niceliksel ve kalitatif artışlar ve bitki bileşenlerinin modifikasyonu gibi spesifik avantajlar elde etmek için tarım, bahçecilik ve bağcılıkta kullanılır. Neljubow (1901), daha sonra bir bitki hormonu tanımlayan farklı bir bileşiğin daha yüksek bitkilerde biyolojik olarak aktif olduğunu keşfeden ilk kişi olarak kabul edilebilir. Ayrıca etilenin eski zamanlardan beri meyve olgunlaşmasını hızlandırmak ve meyve kalitesini iyileştirmek için kullanılan dumanla yaralanma veya gaz verme gibi uygulamalara dahil olduğu açıklanabilir (Abeles ve ark., 1992). PGPR'lerin sistematik kullanımı, ananasta çiçeklenmeyi ve meyve oluşumunu indüklemek için etilen ve ilgili asetilenin kullanıldığı 1930'larda başlamıştır (Bartholomew, 2014). O zamandan beri, geniş bir PGPR yelpazesi tespit edilmiş ve birçok PGPR ürünü, modern bitki yetiştiriciliğinin vazgeçilmez parçaları haline gelmiştir. PGPR'ler için birçok hedef aynı zamanda üreme için de hedefler arasın-

dadır. Bununla birlikte, geleneksel yetiştirme ve genetik mühendisliğinin sunduğu olanaklara rağmen, PGPR'ler çoğu zaman birçok soruna daha hızlı ve daha iyi çözümler sağlamaktadır. En önemlisi, bitki işlemlerinin aktif bir şekilde düzenlenmesine izin verirler, böylece belirli bir genotipi kendi özel büyüme koşullarına göre ayarlarlar. Diğer bir deyişle, bitki büyüme düzenleyicileri, büyük ölçüde kontrol edilemeyen ve öngörülemeyen çevresel koşullar altında belirli bir yerde büyüyen bitkilerin ince ayarı için oldukça esnek bir şekilde kullanılabilir (Basra, 2000; Petrcek ve ark., 2003; Rademacher, 2004; Rademacher ve Brahm, 2010).

Yapmış olduğumuz çalışmada bitki büyüme düzenleyici bakterilerin sapsız meşe (*Q. petraea*) fidanlarının tutma başarısı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda ortalama fidan boyunun bitki büyüme düzenleyici bakteri konsantrasyonu ile ilişkili olduğu görülmüştür. Yine yapılan çalışma sonucunda fidan dikiminden bir vejetasyon dönemi sonunda fidan boyları arasındaki farkın anlamlı düzeyde olduğu, kontrol fidanları ile 1/5 oranında bitki büyüme düzenleyicisi bakteri uygulanan fidanların en iyi fidan boyuna sahip olduğu saptanmıştır. Fidan boylarındaki artımlara bakıldığında ise 1/5 grubunun en fazla boy artımını gerçekleştirdiği görülmüştür.

Çalışmamızda incelenen parametrelerden birisi de kök boğaz çapıdır. Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda fidan dikimi esnasında fidanların kök boğaz çapları arasındaki farkın anlamlı düzeyde olmadığı görülmüştür. Benzer şekilde vejetasyon dönemi sonunda da fidanların kök boğaz çapları arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Ancak fidanların kök boğaz çaplarındaki artımına bakıldığında en fazla çap artımının kontrol grubunda olduğu, en düşük çap artımının ise 1/20 ve 1/10 gruplarında olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada değerlendirilen bir diğer parametre de yaşama yüzdesidir. Çalışma sonucunda en iyi yaşama yüzdesinin 1/20 oranında bitki büyüme düzenleyicisi bakteri uygulanan fidanlarda (%78.3), en düşük yaşama yüzdesinin ise %64.3 ile 1/5 oranında bitki büyüme düzenleyicisi bakteri uygulanan grupta olduğu görülmüştür.

PRPR'ler bitkisel üretimde son derece önemlidir. Bu düzenleyicilerinin kullanılmasıyla bitki gelişimi iyileştirilebilmekte ve başarılı sonuçlar alınabilmektedir. Kaliteli üretim yapılabilmesi için bitki büyüme düzenleyicilerinin bilinçli olarak kullanılması gerekir. Oldukça düşük dozlarda bile etkili olabilen bitki büyüme düzenleyicileri pestisitler ile aynı grupta incelenmektedir. Her ne kadar çevreye olan etkileri pestisitlere kıyasla oldukça düşük olsa da yanlış kullanıma bağlı olarak canlılarda olumsuz etkilere yol açtığı dikkate alınarak kullanımlarında titiz davranılmalıdır. Ziraat alanında kullanılmakla birlikte ormancılık çalışmalarında da kullanılabilirliği için bu tip çalışmaların artması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abeles, FB., Morgan, PW., Saltveit, ME., 1992. Introduction and historical perspectives. Ethylene in plant biology (Ed: Abeles, FB., Morgan, PW., Saltveit, ME.), 2nd ed., Academic Press Inc, San Diego, 1–13.
- Allahverdiev, S., 1988. The influence of polystimulin on the growth and nitrate reductase activity of plants, USSR Plant Symposium on BioPolymers, Nalchik, Russia, 1-23.
- Bartholomew, DP., 2014. History and perspectives on the role of ethylene in pineapple flowering. Acta Horticulturae, 1042, 269–283.
- Basra, AS., 2000. Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture. Food Products Press, New York.
- Eşen, D., Yıldız, O., Sargıncı, M., Güneş, N., 2005. Ormancılıkta zararlı ot ilaçlarının kullanımı ve riskleri. A.İ.B.Ü. Ormancılık Dergisi, 1(2), 51-58.
- Güner, ŞT., Çömez, A., Karataş, R., Genç, M., 2008. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe)'nda Yetiştirme Sıklığının Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Fidan Özellikleri ile Dikim Başarısına Etkisi. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü, Çeşitli Yayınlar Serisi, No: 1, Eskişehir
- Kayacık, H., 1977. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematigi. 2. Cilt. Angiospermae (Kapalı Tohumlular). İÜ Orman Fakültesi Yayınları, İÜ Yayın No: 2400, Çelikkilt Matbaası, İstanbul.
- Kumlay, AM., Eryiğit, T., 2011. Bitkilerde Büyüme ve Gelişmeyi Düzenleyici Maddeler: Bitki Hormonları, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(2), 47-56.
- Mehmood, U., Inam-ul-Haq, M., Saeed, M., Altaf, A., Azam, F., Hayat, S., 2018. A Brief Review On Plant Growth Promoting Rhizobacteria (Pgpr): A Key Role in Plant Growth Promotion, Plant Protection, 2(2), 77-82.
- Neljubow, D., 1901. Über die horizontale Nutation der Stengel von Pisum Sativum und einiger anderen Pflanzen. Beihefte zum Botanischen Centralblatt, 10, 128-139.
- Petracek, PD., Silverman, FP., Greene, DW., 2003. A history of commercial plant growth regulators in apple production. HortScience, 38, 937–942.
- Rademacher, W., 2004. Recent situation and trends in global plant bioregulator utilization. Regulation of Plant Growth and Development, 39, 142–151.
- Rademacher, W., 2015. Plant Growth Regulators: Backgrounds and Uses in Plant Production. Journal of Plant Growth Regulation, 34, 845-872.
- Rademacher, W., Brahm, L., 2010. Plant growth regulators. Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry, Wiley-VCH, Weinheim.

- Rahman, MH., Haque, MS., Karim, MA., Ahmed, M., 2006. Effects of gibberellic acid (GA3) on breaking dormancy in Garlic (*Allium sativum* L.). International Journal of Agriculture & Biology, 8(1), 63–65.
- Tolay, U., 1983. Hendek Orman Fidanlığında Uludağ Gökarnı (*Abies bornmülleriana* Mill.) Yetiştirilme Tekniğı ile Fidan Kalitesi ve Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler Üzerine Araştırmalar, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi, 19, 349-448.
- Tsatsakis A., Shtilman M., Allahverdiev S., 1993. Water soluble polymeric system of phytohormones with slow release: synthesis and application. 1-8, Patent Number: EP 0609638 A1 940810, Paris.
- Yaltırık, F., 1984. Türkiye Meşeleri Teşhis Kılavuzu. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Yenilik Basımevi, İstanbul.

Bölüm 10

ÇANAKKALE’DE BAZI MISIR HİBRİTLERİNİN SİLAJ KALİTE BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gül Ebru ORHUN¹

¹ Doc. Dr. Canakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bayramic Meslek Yüksekokulu Bayramic-
Canakkale Lisanustu Eğitim Enstitüsü - Canakkale (Orcid No: 0000-0002-9902-5421)

GIRIS

Mısır bitkisi, tüm dünyada, güneş enerjisini en iyi kullanabilen (C4 bitkisi) ve birim alandan en fazla kuru madde üretebilen bir bitkidir (Kır-tok, 1998). Mısır insan beslenmesinde tüm dünyada stratejik öneme sahip bir bitkidir. Tüm dünyada küresel ısınmanın bir sonucu olarak iklim de-gi-sikliğiyle beraber kuraklık ve kitlik düşünüldüğünde mısır tarimi daha da önemli hale gelmektedir. Dünyadaki nüfus artışıyla birlikte mısır üretimi ve tüketimide artmaktadır. C4 bitkisi olan mısır enerji tarimi içinde çok önemli bir bitkidir. Hem insan besini hem hayvan besini olabilen mısır verdiği enerji miktarıyla çok değerlidir. Ayrıca hem sanayinin hem de en-düstrinin bir çok alanında ham madde olarak kullanılan mısır silaj ola-rak kullanılmasıyla hayvancılık için vazgeçilmez olmuştur. Mısır bitkisi Amerika gibi gelişmiş ülkelerde hayvan beslenmesinde kullanılırken az gelişmiş ve gelişmemiş ülkelerde insan beslenmesinde kullanılır. Bizim ülkemizde de hem insan besini hem hayvanlar için besin kaynağı olan silaj olarak tüketilmektedir (Çevik, 2012). Süt hayvanları temel gıdamız olan sütü ürettikleri için iyi ve kaliteli beslenmeleri gerekmektedir. Bu tarz bü-yükbaş hayvanların kuru madde ihtiyaçlarının çoğu silaj mısırla sağlan-maktadır. Silaj büyükbaş hayvancılık için en önemli kaba yem kaynağıdır. Kaliteli kaba yemin karşılanması için silaj mısır çok gereklidir.

Dünya genelinde hemen hemen her iklimde yetistiriciliği yapılan mısır (*Zea mays*) bitkisinin üretimi yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı Türkiye için de çok önemlidir. Türkiye’de üretilen mısırın (silajlık) ekim alanı 4 milyon de-kardan fazladır. Türkiye istatistik verileri incelendiğinde toplam mısır (silaj olarak) üretimi ise yaklaşık 20 milyon tonken verimi ortalama 4729 kg/da’dır (TUIK, 2016). Ancak bu verim değeri bölgelere göre değişmektedir. Mısır tarimi, üretimi ve tüketimi hem tane hem si-laj amacıyla gün geçtikçe yükseliş trendindedir. Bu alandaki en önemli faktörler mısır çeşitlerindeki geniş yelpaze (hibrit tarimi), tarımsal meka-nizasyon, verim, dayanıklılık, ekim zamanı, maliyet ve yem kalitesi gibi faktörlerdir (Phipps ve Wilkinson, 1985; Kılıç, 1986). Ülkemizde olduğu gibi Çanakkale ili ve çevresinde mısır tarlalarındaki alınan toplam silajlık mısır verimindeki yükseliş ve elde edilen silajın besin değerinin yüksek-liği gibi nedenlerden dolayı mükemmel bir silaj bitkisi olarak; mısır üre-timi yaygınlaşmıştır. Mısır silajı yapmak çok kolay ve maliyetsiz olması sebebiyle çok tercih edilmektedir. Mısır silaj yapımı için mısır bitkisini yetistirmek ve daha sonra silaj hasat olumuna gelen bitkileri hasat etmek ilk istidir. Daha sonra silaj haline çevirmek çok basit bir işlemdir. Havasız bir ortamda hasat edilen silajlık bitkileri depolamak yeterlidir. Mısır silajı çok faydalı bir besindir. Aynı zamanda hem büyükbaş hem k ü c ü kbaş hayvanlar için mısır silajı tadı inanılmaz lezzetlidir. Bu yüzden de mısır silajı çok tercih edilmektedir (Yıldız ve ark., 2017).

Ancak silaj üretimi için tescil edilmiş silajlık mısır çeşitleri hala yeterli değildir. Silajlık mısır çeşitlerinin artırılması için yetistirildiği bölgenin iklim şartlarına adapte olması çok önemlidir.

Ülkemizde, 2012 yılından itibaren silajlık mısır ekilişinde büyük bir artış var ülkemizde istatistiklere göre, silaj mısır ekim üretimi (silaj+hasıl) 15 milyon tondur (Anonim,2020). 2020 yılı raporlarına göre ise üretim 507 bin hektar üzerinde ekim alanı ve 25 milyon ton üretim düzeyine çıkmıştır. Bu sebeple destek programları da bu artışı rol oynamıştır.

Bu çalışmada amaç Çanakkale ili ve çevresi için bölgenin ekolojik şartlarına adapte olabilecek silajlık mısır çeşitlerini kalite bakımından değerlendirilmesidir.. Yapılan çalışmada silaj kalitesini belirlemek amacıyla bazı kalite özellikleri incelenmiştir. En önemli kalite kriteri olan protein oranları yüzde 8.05-15.60 aralığında bulunmuştur. Bu sayede Çanakkale’de çiftçilerin sık kullandığı bazı ticari mısır hibrid çeşitlerinin kalite açısından iyi adapte olan kalitesi yüksek olan ümitvar çeşitleri belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 3 lokasyonlu ve 3 tekerrür olarak yürütülmüştür. Çanakkale ili Bayramiç Ağaçköy, Biga Kocagür ve Eceabat Büyükanarfarta köylerinde kurulan denemelerde materyal olarak beş farklı firmanın silajlık çeşit tohumları (Lg, pioneer, truva, kws, sygenta) kullanılmıştır. Her lokasyonda ekimler 9 Temmuz 2018’de yapılmıştır. Toprak analizleri yapılarak gerekli gübreleme uygulanmıştır. 3 kez ana sulama yapılmıştır. Daha sonra silaj olum döneminde hasat yapılmış ve silaj yapılmak üzere öğütüldükten sonra numuneler toplanmıştır. Gerekli toprak işlemleri, yabancı otlarla mücadele gibi tüm bakım işlemleri itina ile yapılmıştır.

5 Ekim 2018’de silaj olgunluğunda hasat yapılmıştır. Ve hemen hasat sonrası tesadüf olarak her tarladan alınan ikiser bitki yaş ağırlıkları belirlenmek üzere tartı ile ölçülerek her bir bitkinin yaş ağırlıkları gram olarak belirlenmiştir. Daha sonra aynı bitkiler fırında kurutularak kuru ağırlıkları yine gram olarak belirlenmiştir. Daha sonra tesadüf olarak seçilen öğütülen bitkilerden silaj kalite özelliklerini belirlemek amacıyla numuneler alınmıştır. Kalite özellikleri olarak belirlediğimiz protein, element ve yüzde yağ içeriği analiz işlemlerimiz henüz cihaz sorunları nedeniyle yapılamamıştır. Toplanan verilerin incelenmesi ve değerlendirilmesi işlemleri devam etmektedir

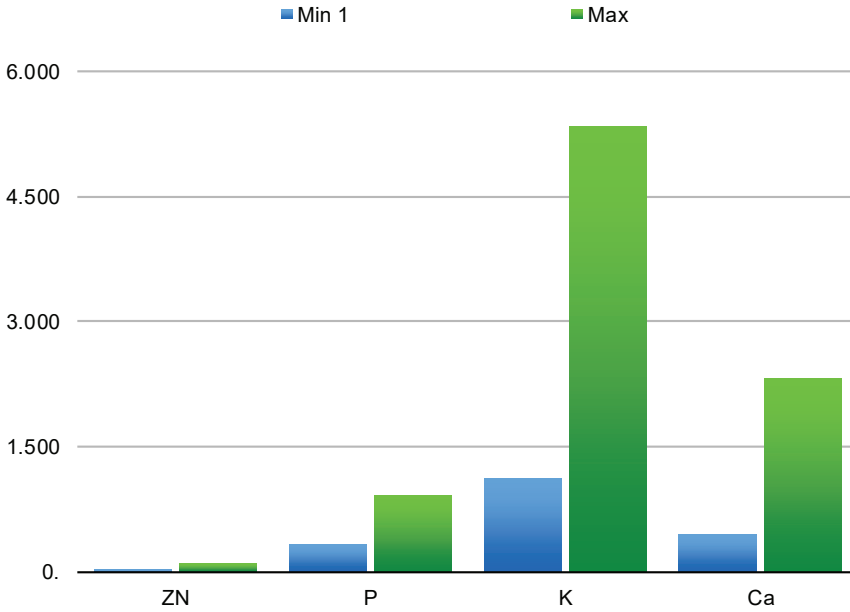
Araştırmada elde edilen silaj örneklerinde belirlenen kalite özelliklerine bakılmıştır. Kalite özellikleri olarak protein içeriğine, yağ asitleri içeriğine, element içeriklerine , yüzde ul içeriğine bakılmıştır. Toplam

protein seviyelerinin tespitinde Dumas metodu kullanılmıştır. Gerhardt marka Dumaterm model (made in Germany) cihaz kullanılarak homojenize edilen örnekler yaklaşık 50 mg tartılmıştır. Cihaza özel foil içerisine alınarak cihazın yakma ünitesine atılmış, burada O₂ ile 1200 C de yakılmıştır, gaz fazına geçen bileşikler çeşitli filtrelerde tutulmuştur. Tespit edilen % N₂ miktarı, 6.25 olan protein faktörü ile çarpılarak örnekteki % protein miktarı kantitatif olarak tespit edilmiştir. Element analizleri yapılmadan önce homojen olarak alınan silaj örnekleri (0,25 gr) alınarak önce Milestone Start D cihazında yakma işlemi uygulanmıştır, daha sonra ise ICPOES (Perkin Elmer Otima cihazı) cihazında okuma yapılmıştır. Yağ asitleri analiz gaz kromatografi cihazı kullanılarak yapılmıştır.

BUIGULAR ve TARTISMA

Element analizi sonuçlarının minimum ve maksimum değerleri aşağıda gösterilmiştir (Sekil 1).

Şekil 1' e bakıldığında maksimum element düzeyi K ve P açısından incelendiğinde C3 çeşidinde gözlemlenmiştir ve C4 çeşidi onu takip etmiştir.



Sekil 1: Elemet Analizi Sonuçları (Z: Çinko, P: Fosfor, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, ppm)

Denemede elde edilen numunelerden alınan analiz sonuçlarına göre yüzde protein içeriği ve yağ asitleri miktarlarının ortalama değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo :1: Ortalama Yüzde Protein ve Yağ Asitleri Miktarları

Cesitler	Protein içeriği	Oleik asit	Linoleik asit	Palmitik asit	Stearik asit	Linolenik asit
C1 (lg)	12.09	26.60	45.15	15.66	3.35	6.05
C2(pioner)	15.60	21.15	45.25	18.56	3.60	7.80
C3 (Truva)	8.96	22.95	46.34	18.13	3.11	6.76
C4(kws)	9.80	22.05	32.55	23.13	3.30	12.05
C5(syngenta)	8.05	20.55	39.20	21.63	2.19	10.60

Bakılan her kalite özelliğini aynı çeşitte birlikte değerlendirmek araştırmanın önemini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar Çanakkale çiftçisi için silaj mısır yetiştirmede çeşit belirleme açısından çok faydalı olacaktır. Ayrıca hayvan beslenmesi için kaliteli besin elementleri yüksek silaj eldesi için bu sonuçlar belirleyici olacaktır. Bu amaç doğrultusunda proje sonuçları bu tür çalışmalara örnek olacak niteliktedir.

Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara göre ham kül oranlarının %4.50 ile % 10 değerleri arasında tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmada silaj mısır çeşitlerinde ham kül oranlarını belirlemiş (4.59 ile 6.95) ; yüzde protein oranlarını ise 7.3 ile 8.2 aralığında tespit etmişlerdir (Erdal ve ark., 2007).

Yapılan kalite analizleri sonucunda çeşitler arasında farklı değerler elde edilmiştir.. Tablo 1' de görüldüğü gibi protein içeriği bakımından C1 ve C2 çeşitleridir. Bu çeşitler Lg ve Pioneer firmalarına ait çeşitlerdir. C2 çeşidi % 15.60 değeri ile en yüksek protein içeriğine sahiptir. Tablo 1'de sunulan ortalama değerlere göre Çanakkale lokasyonunda, ham protein oranı için C1 ve C2 çeşitlerinin benzer performans sergilediği anlaşılmıştır. Akdeniz ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada Doğu Anadolu Bölgesine uygun olarak silajlık mısır çeşitleri için ham protein oranlarını % 5.8-8.7 arasında bulmuşlardır (Akdeniz ve ark. 2004). Konya bölgesinde yapılan bir çalışmada ise silajlık mısır çeşitlerinde ham protein oranları % 8.8 ile 10.4 arasında bulunmuştur (Sade ve ark., 2002). Çanakkale lokasyonunda elde edilen sonuçlar; Akdeniz ve ark. (2004)'nın yaptıkları çalışma ile Sade ve ark. (2002) elde ettikleri sonuçlardan daha yüksek performans göstermiştir. Yine farklı bir lokasyon olan Ordu ilinde yetiştirilen bazı yerel ve melez mısır çeşitlerinin silaj kalitelerinin belirlenmesi amacıyla 2009 yılında 1 yerli populasyon ve 3 çeşitle yürüttüğü çalışmada ham protein oranlarının % 5.13- 5.93 arasında değişim gösterdiğini bildirirken (Aydogan, 2010); Öner ve ark. (2011) Samsun'da yaptıkları çalışmada ham protein oranlarını % 10 -12 aralığında değişiklik göstermiştir (Küçük, 2011).

Tablo 1 deki değerlerde en düşük değer ile C5 (% 8.05) çeşidi göze çarpmaktadır. Ancak bu değerinde diğer çalışmalara bakıldığında düşük bir değer olmadığı ve Aydoğan (2010) çalışmasında elde edilen değerlerden yüksek olduğu göz ardı edilmemelidir. Ödemiş lokasyonunda, yapılan bir çalışmada ham protein oranı en yüksek %8.61olarak aday çeşitlerinde belirlenmiştir (Yıldız ve ark.2017). Yıldız ve ark.(2017) çalışmasındaki sonuçlara bakıldığında da yine bu proje çalışmasındaki değerlerin yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Diğer bir araştırmacı ise mısır silajının hayvanlar için enerji sağlamada en verimli bitkinin mısır olduğunu ve elde ettikleri silajda protein oranının % 5-10 protein yada enerji katkısı sağladığını belirtmişlerdir (Yaylak ve Alçiçek, 2003). Görüldüğü gibi ham protein oranlarının diğer tüm kalite özellikleri gibi çeşite ve bölgeye göre farklılık gösterdiği aşikardır. Ancak bu tür çalışmaların tekrar edilmesi önem arz etmektedir.

Linoleik asit miktarı yüksek olan çeşit ise C3 (% 46,34) olarak görülmektedir (Tablo 1).Tablo 1'i incelediğimizde linoleik asit bakımından C3 çeşidini C1 (% 45,15) ve C2 (% 45,25) takip etmektedir. Oleik asit bakımından incelediğimizde ise C1 (%26,60) öne geçerken, C3 (% 22,95) ve C4 (22,05) takip etmiştir. Bu projede kullanılan çeşitler doymamış yağ asitleri bakımından incelendiğinde C1, C2, C3 ve C4 çeşitlerinin yeterli olduğu sonucu çıkarılabilir. Yağ asitlerinden oleik ve linoleik asit çoklu doymamış yağ asitler olduğu için silaj besin kalitesi bakımından önem arz etmektedir. Yağ asitleri silajların kalitesiyle birlikte toplam rasyonlarda kullanılan konsantre yemin miktarını etkilemektedir. Silaj hayvan yemi olarak faydalı yağ asitlerini içeren besin ve enerji kalitesi yüksek olan bir besindir.

Şekil:1 ve Tablo:1 birlikte değerlendirildiğinde ise incelenen kalite özellikleri açısından Çanakkale bölgesi için çiftçilere C1, C2 ve C3 çeşitlerinin silajlık olarak önerilebileceği sonucu çıkarılabilir.

Tüm bu kalite özellikleri genetik acidan karmasik ve kantitatif bir özellik olmakla birlikte , birçok çevre faktöründen de büyük ölçüde etkilenen özelliklerdir.

Sonuçlardan görüldüğü gibi projede çalışılan çeşitlerde yüzde protein miktarları değerlerinden yüksek çıkmıştır.

SONUÇ

Hayvancılığın çok önemli olduğu su gunlerde Çanakkale'de, büyük öneme sahip olan hayvancılık için silaj üretilmesi, kaliteli hayvan yemi temin edilmesi önemli ve gereklidir.

Sonuc olarak: silaj bitkisi olarak mısır; yüksek miktarda enerji vermesi, ekimden hasada kadar makine kullanımına imkan vermesi, sakla-

ma ve kullanım kolaylığı, kayıp oranının az olması, yüksek kuru madde içermesi, sindirilme oranının yüksekliği, kaliteli ve lezzetli bir silaj yemi olması, birim alandan yüksek verim alınabilmesi, tohumluğunun kolay bulunması, herhangi bir katkı maddesine gereksinim duyulmadan silo olarak depolanabilmesi nedeniyle, hem dünyada hemde ülkemizde silajlık olarak en fazla tercih edilen bitkidir (Açıkgöz ve ark., 2002).

Hayvanların silaj ve kaba yem ihtiyacını karşılamada yapılan üretim yeterli değildir. Çiftçiler bölgeye koşullarına adapte olan silajlık mısır çeşitlerini bilmeden, firmaların önerileri ve çevrelerindeki insanların ettikleri çeşitlere göre silajlık mısır yetiştirmektedir. Bu tip sorunların çözülebilmesi, silaj tarımı için tarla tarımından yüksek kaliteli ve verimli silajlık mısır üretimi, silaj amaçlı mısır yetiştiriciliğine yönelik yapılacak olan araştırmalar büyük bir değere sahiptir. Sonuç olarak, tüm incelenen özellikler göz önüne alındığında, Çanakkale ve yöresi ekolojik koşullarda silajlık mısır yetiştiriciliğinde genotip seçiminin önemli olduğu, C1, C2 ve C3 çeşitlerinin diğer mısır çeşitlerine oranla daha üstün performans ortaya koydukları belirlenmiştir.

Daha önce Erzurumda yapılan çalışmada bölgenin çiftçilerinin silajlık mısır yetiştiriciliği ile ilgili teknik bilgilerinin yetersiz olduğunu, çiftçilerin yapmış oldukları tarımsal faaliyetlere yönelik bilgi ve tecrübelerini artıracak yayım çalışmalarının (tarla günleri, köy toplantıları, çiftçi kursları vb) yapılması gerektiğini, bölgedeki tarım işletmelerinin kayıt tutmamaları ve üretim dalları arasında karşılaştırma yapmak için gerekli maliyet analizleri yapmadıklarını belirtmişlerdir (Tuvanç ve Dağdemir, 2009). Çanakkale bölgesinde yaşayan çiftçilerde aynı şekilde silajlık mısır yetiştiriciliğinde yeterli bilgi ve donanımına sahip olmadıkları için bu çalışmaların yapılmasına devam edilmelidir.

Çalışma sonucunda çiftçiler için bölgeye en uyumlu çeşitler belirlenmiştir. Bu çalışmanın gelecekte yapılacak diğer çalışmalara ışık tutacak olması önemlidir. Yapılan kalite analizleri sonucunda çeşitler arasında farklı değerler elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında bölge çiftçisinin mısır silajı olarak yetiştiricilik uygulamalarında çeşit tercihinde kullanabileceği sonuçlardır. Çanakkale bölgesinde en çok tercih edilen silajlık çeşitlerin kalite özelliklerine bakılması bölge çiftçisi açısından çok yararlı olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma FHD 2018- 2489 no' lu Çanakkale koşullarında çiftçilerin kullandığı mısır hibritlerinin tane kalite ve silaj kalite açısından değerlendirilmesi adlı proje ÇOMÜ BAP birimi tarafından desteklenmiştir. ÇOMÜ BAP birimine teşekkür ediyoruz.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz E., Turgut İ. ve Filya İ., 2002. Silaj Bitkileri Yetiştirme ve Silaj Yapımı. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., 86 s
- Akdeniz, H., Yılmaz, İ., Antiç, N., Zorer, Ş. 2004. Bazı Mısır Çeşitlerinde Verim ve Yem Değerleri Üzerine Bir Araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi
- Anonim, 2020. Mısır Raporu, https://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/M%-C4%B1s%C4%B1r%20Raporu%202020.pdf . Erisim tarihi : 12.12.2021
- Aydoğan, V. 2010. Ordu ilinde yetiştirilen bazı yerel ve melez mısır çeşitlerinin silaj kalitelerinin belirlenmesi. O.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
- Çete, N., & Sarıcan, C. (1998). Silajlık yem bitkileri üretim ve silaj yapımı. U.S. Grains Council.
- Erdal Ş., Pamukçu M., Ekiz H., Soysal M., Savur O., Toros A., 2009. Bazı Silajlık Mısır Çeşit Adaylarının Silajlık Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Akdeniz Ün. Zir. Fak. Der.22:1
- Kılıç, A. (1986). Silo Yemi. Bilgehan Basımevi. Bornova, İzmir.
- Küçük, B. 2011. Bazı silajlık mısır çeşitlerinde morfolojik özelliklerin ve yem verimlerinin belirlenmesi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Öner, F., Aydın, G., Sezer, G., Gülümser, A., Mut, Z. 2011a. Samsun koşullarında bazı hibrit mısır çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi s:559-562, Bursa.
- Öz, A., Kapar, H., Dok, M. 2017. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları. “<http://arastirma.tarim.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/Mısır%20Tarımı.pdf>”(erişim tarihi: 25.04.2017).
- Phipps, R., & Wilkinson, M. (1985). Maize Silage. Chalmcombe, Publications, 13. High Woods Drive, Mar-low Bottom. Morlown Bucks. SL 73PU. September. 48 p.
- Sade, B., Akbudak, M.A., Acar, R., Arat, E. 2002. Konya Ekolojik Şartlarında Silajlık Olarak Uygun Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. Hayvancılık Araştırma Dergisi, 12(1): 17-22.
- Tuvaç, İ. A., Dağdemir, V., 2009. Erzurum İli Pasinler İlçesinde Silajlık Mısır Üretim Maliyetinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak.Derg.40(1):61-69.
- TUİK, 2016. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/bit-kiselapp/bitkisel.zul> (erişim tarihi: 06.06.2017).

- Yıldız H. İlker E. ve Yıldırım A. 2017. Bazı Silajlık Mısır (Zea mays) Çeşit ve Çeşit Adaylarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 12(2) :81-89
- Yıldız S. Erdoğan S ve demirel M.2019. Silaj Uçucu Yağ Asidi İçeriğinin Süt ve Et Verimi ile Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Ün. Fen Bilimleri Dergisi 24:1, 61-67
- Yaylak, E., Alçiçek, A., 2003. Sığır Besiciliğinde Ucuz Bir Kaba Yem Kaynağı: Mısır Silajı. Hayvansal Üretim, 44(2):29-36

Bölüm 11

ORGANİK MEYVE YETİŞTİRİCİLİĞİ AÇISINDAN AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sevinç ŞENER¹

Mehmet Hadi CANTEMUR²

¹ Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, <https://orcid.org/0000-0001-5335-9250>

² Ziraat Yüksek Mühendisi, <https://orcid.org/0000-0001-5072-8962>, *ssener@akdeniz.edu.tr

1. Organik Tarım

Yirminci yüzyılın başından itibaren gelişen sanayi ve teknolojiyle birlikte hızlı nüfus artışı tarımda bazı değişimlere neden olmuştur. 1970’li yıllarda tarımda yeşil devrim adı verilen yeni bir dönem başlamış ve buna bağlı olarak bitkisel ürünlerin hastalık ve zararlıların etkilerinden korunması, ürünlerde kalitenin ve verimin artırılması için sentetik kimyasal tarım ilaçları ve mineral gübre kullanımı hızla artarak kullanılmaya başlanmıştır. 1. ve 2. Dünya savaşları arasında Marshall yardımları ile kimyasal yoğun tarımın desteklenmiş, sentetik kimyasal kullanımı artmış, makineli tarım yaygınlaşmıştır. Marshall yardımlarının ardından ortaya çıkan “Yeşil Devrim” sebebiyle tarımsal üretimde sentetik kimyasalların kullanımı artmış ve yaygınlaşmıştır. Bu durumun ise beraberinde -tarımsal üretimde kullanılan sentetik kimyasallardan kaynaklanan- çevresel kirlenmeleri ve insan sağlığındaki olumsuzlukları getirmiştir. İlerleyen zaman içerisinde tüketicilerin bilinçlenerek sağlık ve çevre konularındaki duyarlılıklarının artması, alternatif tarım modeli arayışlarına ivme kazandırmıştır. Özellikle sentetik pestisit, gübre ve hormon kalıntılarının insana ve çevreye verdiği zararlar nedeni ile araştırmacılar çevreye ve insan sağlığına dost üretim metodları geliştirmeye yönelmişlerdir. Yapılan çalışmalar en güvenilir üretim metodunun “Organik veya Ekolojik ya da Biyolojik Tarım” olarak adlandırılan yöntem olduğunu göstermiştir. Ülkemizde Tarım Bakanlığı tarafından Organik Tarım olarak isimlendirilen bu tarım sistemi, İngilizce’de de Organik, Almancada Ekolojik, Fransızca’da ise Biyolojik Tarım olarak adlandırılmıştır. Organik tarımda yapılan tüm uygulamalar, agro-ekosisteme ve çevreye zarar vermeyen, ekolojide sürdürülebilirliği sağlayan yöntemlerdir (Ateş ve Uygur, 2013). Organik tarım, ekosistem ile insan ve toprak sağlığına destek olan bir üretim şeklidir. Zararlı etkiler meydana getirebilecek girdileri kullanmaktan ziyade bölgesel koşullarda biyolojik çeşitlilik ve doğaya geri dönüşüme uyumlu ekolojik işlemlere dayanmaktadır. Organik tarım, geleneksel ve yenilikçi yöntemleri bütünleştirerek kullanmakta, tüm canlıların paydaşı olduğu çevreye katkıda bulunmakta ve canlılar arasındaki hakkaniyetli ilişkileri desteklemekte, dolayısıyla tüm canlıların yaşam kalitesini yükseltme eğilimi sergilemektedir. Tarih boyunca tarımla ilgili oluşan modeller içinde en kabul görenlerinin, üretim ile tüketim aşamaları arasında kısa bağlantıları olan, görece küçük aile işletmeleri tarafından yapılan, bitkisel ve hayvansal üretimi bütünlük arz eden ve sürdürülebilirliği olan modeller olduğu bildirilmektedir (Ateş, 2015).

Organik tarım metodunda üretim alanında toprak verimliliğini sürdürmek ve zararlıları kontrol altına almak için ekim nöbeti, yeşil gübreleme, kompost uygulaması ve biyolojik mücadele gibi teknikleri kullanılmaktadır. Sentetik gübrelerin ve pestisitlerin, bitki büyüme hormonları-

nın, çiftlik hayvanı antibiyotiklerinin, gıda katkı maddelerinin ve genetiği değiştirilmiş organizmaların kullanımı ise yasaklanmıştır (Ulukapı ve Şener, 2017). Tarımsal üretim sistemleri içinde organik tarım, izlenebilirliği ve güvenilirliği en üst seviyede olan sistemdir. Çünkü bu tarım sistemi, hasat, kesim, işleme, tasnif, ambalajlama, etiketleme, muhafaza, depolama, taşıma gibi, ürünün üretim aşamasından tüketiciye ulaşmasına kadar olan işlemlerde kontrol ve sertifikasyon kuruluşları tarafından kayıt altına alınarak izlenmekte ve denetlenmektedir. Tüketici aldığı ürüne ait sertifikaya ile ürünün kim tarafından, nerede, nasıl üretildiğini sorgulayabilmekte ayrıca laboratuvar analizleri ile ürünün sağlıklı olduğu belgelenebilmektedir. Organik ürün dendiğinde, ürünün kaynağı hakkında fikir yürütebilmek mümkündür. Organik tarım teknikleri toprağa, suya kısacası doğaya ve çevreye minimum zarar verebilecek teknikleri içermekte ve kirliliği de azaltmaktadır. Çünkü üretim esnasında, konvansiyonel tarımda olduğu gibi gübreleme yapmak için, hastalık ve zararlıları kontrol etmek için veya çiftlik hayvanlarını yetiştirebilmek için sentetik kimyasallar kullanılmamaktadır. Bu tekniklerin yerine uygun ekim nöbeti, malçlama yöntemleri veya minimum toprak işleme yöntemleri gibi doğa ile daha uyumlu ve daha az zarar verebilecek teknikler ve ürünler kullanılmaktadırlar.

1.1. Dünyada ve Türkiye’de Organik Tarım

Organik tarıma ilişkin güncel veriler genellikle, 1972 yılında Almanya’da kurulan, IFOAM (Uluslararası Ekolojik Tarım Hareketleri Federasyonu) isimli kuruluştan elde edilmektedir. Kuruluş dünya çapında organik tarım yapanları bir çatı altında örgütleyerek, sağlıklı adımlar atılmasını, gerekli standartların oluşturulmasını sağlamaktadır.

Günümüzde 74 ülkede organik tarım yönetmeliği bulunmakta, 21 ülkede ise geçici taslak yönetmelik hazır tutulmaktadır. Dünyada Avrupa Birliği yönetmeliği haricinde Amerika’nın ‘NOP’, Japonya’nın ‘JAS’ yönetmeliği en çok izlenen yönetmelikler arasında yer almaktadır. Bu yönetmelikler haricinde özel standartlar da bulunmaktadır. Bunlara Biyodinamik tarım için Demeter, Bio-Swiss için Knospe, Bioland, Naturland örnek olarak verilebilir (Bilen ve ark., 2012).

Organik tarımın günümüzde ulaştığı boyut FİBL ve IFOAM’den elde edilen veriler baz alınarak irdelendiğinde ortaya şu şekilde bir tablo çıkmaktadır;

2019 yılında açıklanan raporlara göre, 187 ülkede, 3,1 milyon sertifikalı organik üretici, 72,3 milyon hektar alanda organik tarım yapmaktadır. Bu veriler 2007 yılı verileri ile kıyaslandığında; organik tarım yapan ülke sayısının 141’den 187’ye, 35 milyon ha’lık alanın ise 72,3 milyon ha’a ulaştığı görülmektedir. Bu veriler küresel çapta, tarım arazilerinin %1,5’inde organik tarım yapıldığını göstermektedir. 2019 yılı dünya or-

ganik ürün pazarının 106,4 milyar Euro olduğu bildirilmektedir. Kıtalarla göre organik tarım alanlarına bakıldığında ilk sırada 36 milyon ha alan ile Okyanusya kıtasının yer aldığı görülmektedir. Hemen ardından 15,6 milyon ha ile Avrupa ve 8 milyon ha ile Latin Amerika gelmektedir. En fazla organik tarım alanına sahip olan ilk üç ülke; 35,7 milyon ha ile Avustralya, 3,6 milyon ha ile Arjantin ve 3,1 milyon ha ile Çin'dir.

Dünyada organik tarım alanlarının nerdeyse üçte ikisi (49 milyon ha) otlaklardan ve otlatma alanlarından oluşmaktadır. Toplamda 13 milyon ha alan (organik tarım alanlarının %18'si) ekilebilir alanlardan oluşmaktadır. Ekilebilir alanların 5,1 milyon ha'nı pirincin de dahil olduğu tahıllar oluşturmaktadır. Bunu 3,2 milyon ha alan ile yeşil yem, yaklaşık 1,7 milyon ha alan ile yağlı tohumlar izlemektedir. Çok yıllık bitkiler ise 4,7 milyon ha'lık bir alanla organik tarım alanlarının %7'sini meydana getirmektedir. Bunun önemli bir bölümünde zeytin (0,9 milyon ha), kahve (0,7 milyon ha), fındık (0,6 milyon ha), üzüm (0,5 milyon ha) ve kakao (0,4 milyon ha) yetiştirilmektedir (IFOAM, 2019).

Bu verilerden, organik tarımın dünya genelinde üretim alanı, üretici sayısı ve ekonomik değer açısından sürekli artma eğilimi gösterdiği okunabilmektedir.

Türkiye'de organik tarım, 1984-85 sezonunda geleneksel ihraç ürünlerimizden kuru üzüm ve kuru incir ihracatı ile başlamıştır (Bilen ve ark., 2012). Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde organik tarım genellikle Avrupa'dan gelen talep sonrası başlamaktadır (Baydır, 2004). Fakat 1980'lerden günümüze değin Türkiye'de organik tarım gelişim göstermiştir. Özellikle Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından 22145 sayılı 'Bitkisel ve Hayvansal Ürünlerin Ekolojik Üretilmesine İlişkin Yönetmelik' 18 Aralık 1994 tarihinde yürürlüğe girdikten sonra, toplam organik üretim alanı, organik üretici sayısı ve ürün çeşitliliğinde artışlar gözlenmiştir. Nitekim 1994 ile 1996 yılları arasındaki 2 yıllık kısa bir süreçte dahi bu artış dik-kati çekmektedir. 1994 yılında 5196 ha olan organik üretim alanı, 1996'da 15250 ha'a, 1600 olan üretici sayısı, 4035'e, 20 adet olan ürün çeşitliliği 37'ye ulaşmıştır (Özbilge, 2007).

Sonraki yıllarda sektörde yaşanan gelişmeler ile birlikte, AB mevzuatındaki değişimlere uyum sağlamak üzere yönetmelikte değişiklikler yapıldığı ve 2002 yılında "Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik" in yayınlandığı bildirilmiştir. Yönetmelik sonrasında organik tarımda yasal çerçevenin tanımlanması ve hatalı uygulamalarda gereken yaptırımların ve güvencelerin oluşturulması amacı ile organik ürünlerin üretimi, tüketimi ve denetlenmesine dair bir kanun tasarısı 03 Aralık 2004 tarihli ve 25659 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Kanun ile organik tarımsal faaliyetler, kontrol ve sertifi-

kasyon hizmetleri yasal dayanağa kavuşturulmuş, kuralları ihlal edenlere cezai hükümler getirilmiş, ulusal, bölgesel, yerel radyo ve televizyonların organik tarımla ilgili yayın yapmaları sağlanmıştır. Bu Kanun'a dayalı olarak hazırlanan "Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" ise, 2018 yılında yürürlüğe girmiştir.

Tarım, Gıda ve Orman Bakanlığı'nın 2019 yılı verilerine göre Türkiye'de toplamda 626.885 ha alanda, 79.563 üretici ile 213 çeşit üründe toplam 2.371.612 ton organik yapılmıştır. Türkiye'nin 518 bin ha'lık alan ile dünyadaki organik tarım alanlarının yüzde 1,4'sine sahip olduğu ve dünya sıralamasında 18. Sırada yer aldığı bildirilmektedir (IFOAM, 2021). Organik üretici sayısı bakımından ise Türkiye 74,545 üretici ile dünya sıralamasında 7. sırayı almaktadır. Ekilebilir alanlardaki üretimin büyük bir kısmını tahıllar oluşturmakta ve toplamda 684.539 ton organik tahıl üretimi gerçekleştirildiği bildirilmektedir. Toplamda 604.904 ton olan organik meyve üretiminde zeytin (213,369 ton) ön plandadır. Bunu 98,136 ton ile elma ve 86,585 ton ile incir izlemektedir. Toplam 214,106 ton organik meyve ise doğadan toplanmaktadır. Ülkemizin organik sebze üretimine bakıldığında ise en çok üretimin 16.594 ton ile domateste gerçekleştiği görülmektedir.

Türkiye'de başlangıçta ihracat istekleri doğrultusunda üretilen organik ürünlere artık yurt içinden de talepler gelmekte ve bu talepler doğrultusunda; reçel, marmelat, ayçiçeği yağı, balmumu, çikolata, kahve, soya unu ve zencefilli kurabiye gibi çeşitli organik ürünlerin ithalatı da yapılmaktadır. 2018 yılında 175.865,85 ton organik ürün ithal edildiği bildirilmektedir.

2. Ağır Metal Kirliliği

Sağlıklı bir yaşamın ön koşulu yeterli ve güvenilir gıdaya ulaşmaktır. Gıda güvenliği kavramı; bütün insanların yaşamını aktif ve sağlıklı bir şekilde sürdürebilmeleri için gerekli olan besin ihtiyaçlarını ve gıda önceliklerini karşılayabilmek amacıyla yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya erişmelerini açıklayan bir kavramdır.

Tarımsal faaliyetler sırasında girdi olarak kullanılan sentetik kimyasallar bazen de doğada bulunan ve sakıncalı olduğu bilinen ağır metal gibi bazı maddeler (enerji gereksinimi için kurulan santrallerden çıkan atıklar) tarımsal ürünlerde bulaşıklık yaratabilmektedir. Meyve üretiminde sorun olan gıda kontaminantları pestisit kalıntıları, kurşun, civa, dioksin, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, hasat sonrası meyve üzerinde oluşan mikotoksinler, ambalaj malzemelerinden gıdaya taşınan plastifiyanlar, monomerler olarak sıralanabilir. Gıda kontaminantları gıdalardaki miktarları belirlenen limitlerin üzerine çıkmaz ise sağlık üzerinde kabul edilebilir

riskler oluşturlar. Gıdalarda mikroorganizmalardan kaynaklanan zehirlenmelerin yanı sıra ağır metaller, doğal besin toksinleri veya parazitlerin neden olduğu biyolojik kirlenmeler ile tarımsal kimyasal kalıntıları, antibiyotikler, hormonlar, radyoaktif izotoplar gibi çeşitli kimyasal kirlenmeler de mevcuttur (Özkaya ve Cömert, 2008).

Günümüzde artan dünya nüfusunun neden olduğu çevre kirliliğinin önemli bileşenlerinden birisi olan ağır metal kirliliği, toprak kalitesine yönelik en ciddi çevresel tehditlerden biri olmaya başlamıştır. Küresel ekonominin yakın zamandaki hızlı gelişimi, topraktaki ağır metallerin hem tür hem de içerik olarak artmasına neden olmuştur. Özellikle; endüstriyel büyüme, insanoğlunun hızlı kentleşme faaliyetleri ve mahsul verimini artırmaya yönelik bazı tarımsal faaliyetler nedeniyle tarım topraklarının kirlenmesi hızlanmıştır (Zhang ve ark., 2015). Sorun, son birkaç on yılda yüksek düşük ve orta gelirli ülkelerde dikkat çekici boyutlara ulaşmıştır (Qingjie et al, 2008). Ağır metallerin bitkiler tarafından emilim yoluyla alınması ve ardından besin zinciri boyunca birikmesi, bu bitkilerle beslenen canlıların sağlığı için potansiyel bir tehlikedir. Özellikle tarım mahsullerinde biriken ağır metallerin gıda zinciri boyunca aktarılaraq insan organizmasına dahil olması ve biyolojik birikime uğraması sonucu toplum sağlığını tehdit etmesi söz konusudur (Zukowska ve ark., 2008).

Ağır metal; nispeten yüksek bir yoğunluğa sahip olan ve düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya zararlı olan metalik elementlere verilen addır. Bu terim, molekül ağırlığı 20 g/mol, atomik yoğunluğu 4 g/cm³'ten fazla ve/veya su yoğunluğundan en az 5 kat fazla olan metaller ile metaloidler grubunu içermektedir (Hawkes ve ark., 1997). Doğada bulunan 30'dan fazla metalin 23 tanesi ağır metal olarak tanımlanır. Ağır metaller arasında kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), çinko (Zn), civa (Hg), arsenik (As), gümüş (Ag), krom (Cr), bakır (Cu), demir (Fe), alüminyum (Al), nikel (Ni) ve platin (Pt) grubu önemli sayılmaktadır. Bu elementler; yer kabuğunun doğal bileşenleridir ve kalıcı çevresel kirleticilerdir; doğada bozunmazlar, çevreye doğal veya antropojenik faaliyetler sonucu yayılabilirler. Ağır metal kontaminasyonunun doğal kaynakları arasında; depremler, erozyon, volkanik patlamalar sayılırken, antropojenik kaynakları arasında; sanayi atıklarının arıtılmadan toprağa ve havaya karışması, pestisit ve herbisit uygulaması, kontamine sulama suyu, gübreleme için kullanılan kanalizasyon atıkları ve hatta eser miktarda ağır metal içeren mineral gübre gibi tarımsal faaliyetler yer alır (Alloway ve Jackson, 1991; Gray ve ark., 2003). Diğer antropojenik ağır metal kaynakları arasında ise tarım arazilerinde doğrudan atık bertarafı (Merian ve ark., 2004), madencilik faaliyetleri, benzinde kurşun kullanımı, trafik emisyonları, sigara içimi, metalurji ve eritme, aerosol kutuları, kanalizasyon atıkları ve boya gibi yapı malzemeleri bulunmaktadır (Nriagu, 1990).

Ağır metaller; mikroorganizmalardan bitkiler, hayvanlar ve insanlara kadar tüm canlılar için toksik potansiyele sahiptir. Canlı organizmalara gıda, hava ve su yoluyla girerler ve belirli bir süre içerisinde biyolojik birikime uğrarlar (United Nations Environmental Protection; 2004). Ağır metaller bitkiler için önemli bir stres faktörü olarak kabul edilir. Toprakta en bol bulunan ağır metaller; Fe ve Al'dır. Fe, bitki beslenmesindeki önemli unsurlardan biridir. Zn, Ni, Cu ve Cr eser elementler arasında yer alırken; Hg, As, Cd ve Pb gibi ağır metallerin bitkilerde herhangi bir fizyolojik işlevi yoktur (Schützendübel ve Polle 2001). Hayvanlarda ve insanlarda; vücut tarafından metabolize edilmediklerinde toksik hale gelirler ve yumuşak dokularda birikirler (Sobha ve ark., 2007).

Ağır metal toksisitesi, önerilen günlük limitlerin üzerinde maruz kalma veya tüketim sonucu ortaya çıkan zararlı etkileri ifade eder. Bu metallerin ayrı ayrı kendilerine özgü belirli toksisite belirtileri olmakla birlikte; kadmiyum, kurşun, arsenik, civa, çinko, bakır ve alüminyum zehirlenmesiyle ilişkili genel belirtiler arasında gastrointestinal (ishal, bulantı-kusma), kardiyovasküler (ritm bozuklukları) ve nörolojik bozukluklar (ataksi, felç, nöbet geçirme ve bilinç kaybı) yer alır. Ağız ve solunum yolu ile alınan bu metallerin beyin, böbrekler, karaciğer, kemik iliği, üreme sistemi ve diğer birçok sistem üzerinde zararlı etkileri olduğu saptanmıştır (Jaisankar ve ark., 2014).

Tablo 1: Ağır metallerin kullanımları, kaynakları ve potansiyel zararları

Ağır Metal	Kullanım Alanı	Kaynağı	Toksisite
Kadmiyum (Cd)	Pigmentler, piller	Kömür, çinko madenciliği, fosfatlı gübreler, petrokimya	Ağrılı eklem şişliği ve kemik deformiteleri
Nikel (Ni)	Paslanmaz çelik ve alaşımlar	Yanan petrol, kömür, maden atıkları	Döküntü ve akciğer hasarı
Arsenik (As)	Altın madenciliği, ahşap işleme, hayvan yemi, zehirler	Madencilik ve eritme kaynaklı toz, tarımsal kullanımdan kaynaklı sızıntılar	Bitkileri soldurur ve kansere neden olur
Bakır (Cu)	Kablo, boru ve alaşımlar	Kömür yakma ve maden atıkları	İshal ve bulantı-kusma
Civa (Hg)	Floresan ampuller, kimyasallar, kömür yakma, altın üretimi	Kömür yakma, kömür ve metaller, madencilik ve eritme, kağıt endüstrisi	Yorgunluk, fiziksel deformiteler, nörolojik hasar
Kurşun (Pb)	Piller, boya ve lehim	Tabaklama kaynaklı atık, kağıt endüstrisi	Nörolojik ve gastrointestinal bozukluklar
Krom (Cr)	Paslanmaz çelik ve alaşımlar	Madencilik ve eritme atıkları, kömür yakmak, petrokimya	Ciltte döküntü
Çinko (Zn)	Galvanizli çelik ve alaşımları	Gübre sanayi, petrokimya, demir-çelik sanayi	Anemi, pankreas ve böbrek hasarı

Kaynak: Hornby'den uyarlanmıştır (2015).

Ağır metaller; bitki, hayvan ve insanları da içerisine alan tüm canlı organizmalar için hem hayati faaliyetlerin yürütülmesinde görev almaları hem de canlı bünyesindeki varlıklarının gerek eksikliğinin gerekse aşırı dozlarda bulunmasının canlı hayatıyetinin devamlılığı ve kalitesi açısından genel sağlık durumunu direkt olarak etkilemesi nedeniyle büyük önem taşırlar. Kirlenme açısından düşünüldüğünde ise ortamlarda ve oradan geçtikleri canlıların bünyesinde yoğunlaşan bu elementler etkili dozlarda bulunduklarında ciddi hastalık hatta ölümlere yol açabilen zehirli maddelerdir. Çeşitli sağlık kuruluşlarına göre, bazı gıda kontaminantlarının miktarları belirtilen sınırları aşmazsa, sağlık için kabul edilebilir riskler oluştururlar. Ölümcül doz, her kimyasal veya preparat ile değişir. Bununla birlikte, düşük dozlarda önemsiz ve zararsız görünen bazı ağır kimyasallar zamanla vücutta birikebilir ve sonunda ölümcül bir doza ulaşabilir (Sardesai, 2011).

3. Tarımsal Üretimde Ağır Metal Kirliliği

Sağlıklı ve güvenilir yiyeceğe erişim temel bir insan hakkı olarak insan hakları evrensel bildirgesinde yer almaktadır. Gıda güvenliği kavramı; bütün insanların yaşamını aktif ve sağlıklı bir şekilde sürdürebilmeleri için gerekli olan besin ihtiyaçlarını ve gıda önceliklerini karşılayabilmek amacıyla yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya erişmelerini açıklayan bir kavramdır. Bu kapsamda organik ürün/gıda tanımı tüketiciler açısından genellikle daha güvenli, daha besleyici ve içeriğinde sağlığa zarar veren kimyasal maddeler bulunmayan ürünler olarak algılanmaktadır. Fakat organik gıdalarda mikotoksinler, doğal toksinler ve çevresel etmenlere bağlı kirlenmeler risk oluşturabilmektedir (Tosun ve Kaya, 2010). Çünkü organik tarımda her ne kadar üretim aşamasında girdi olarak sentetik kimyasalların kullanımı yasak olsa da bazen doğada bulunan ve sakıncalı olduğu bilinen bazı maddeler (ağır metaller, enerji gereksinimi için kurulan santallerden çıkan atıklar) tarımsal ürünlerde bulaşıklık yaratabilmektedir.

Toprak kirliliğini oluşturan faktörlerin başında direk olarak toprağa uygulanan kimyasallar gelmektedir. Bunun yanı sıra bazı inorganik kirleticiler (ağır metaller, radyoaktif maddeler, inorganik asitler) toprakta çok fazla kirlilik yaratabilmektedir. Bu preparatlar yağmur suları, yüzey suları veya drenaj kanalları aracılığı ile toprak katmanlarına ulaşabilmektedir (Carvalho, 2006). Ağır metallerin birçoğu (Kadmiyum, kurşun, arsenik, cıva, çinko vb.) sanayi, ulaşım, kentsel vb. atıklar, tarımsal faaliyetler gibi çeşitli kaynaklardan besin zincirine girebilmektedir. Bitki besleme amacıyla kullanılan gübrelerin birçoğu ağır metal bileşiklerini içerebilmekte ve bu bileşikler bitki tarafından absorbe edilebilmektedir. Örneğin fosfor içerikli gübreler kadmiyumla kontamine olabilmekte, endüstriyel atıklardan elde edilen özellikle kalsiyum içeren bazı mineral gübreler ise çok sayıda ağır metal bileşiği içerebilmektedirler (Rembialkowska, 2007).

Buttriss ve Hughes (2006)'ın yapmış oldukları çalışma sonucunda organik meyvelerin, sebzelerin ve tahılların konvansiyonel gıdalara göre yaklaşık %10 daha fazla bakır elementi içerdiği bildirilmektedir. Worthington (2001) organik ve konvansiyonel ürünlerle (marul, lahana, ıspanak, havuç, patates) hazırladığı günlük beslenme diyeti sonucunda, aynı sebzelerden aynı oranlarda hazırlanmış menülerde organik diyetin demir, magnezyum ve fosfor içeriğinin konvansiyonel diyetle göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Rossi ve ark., (2008)'nın yürütmüş olduğu çalışmada ise organik, konvansiyonel ve iyi tarım teknikleri ile üretilen domateslerin içerikleri kıyaslanmış ve sonuç olarak; organik olarak yetiştirilen domateslerin daha fazla oranda salisilik asit fakat daha az oranda C vitamini ve likopen içerdiği bildirilmiştir. Ayrıca organik domateslerin daha yüksek Cd ve Pb seviyelerine sahip olduğu bununla birlikte daha düşük Cu içeriğinin tespit edildiği de belirtilmiştir. Cardoso ve ark., (2015) Brezilya'da aynı coğrafî bölgede, aynı iklim koşullarında ve aynı toprak türünde organik ve geleneksel tarımla üretilen mango, trabzon hurması, bardabos kirazı ve çilek meyvelerinin içeriklerini kıyaslamışlardır. Çalışma sonunda; organik manganın daha yüksek miktarlarda Mg ve K içerdiği ve Cr içeriğinin konvansiyonel olanlara kıyasla daha yüksek olduğu, organik trabzon hurmasının daha fazla miktarda Cu ve Zn içerdiği ve konvansiyonel olanlarda Mg, P, Na ve K konsantrasyonunun daha yüksek olduğu, konvansiyonel olarak yetiştirilen bardabos kirazının, organik olanlardan daha yüksek miktarlarda Ca, Fe, Mn, Mo, Al ve Ni içeriğine sahip olduğu, organik çileklerin ise Mo ve Al konsantrasyonlarının konvansiyonel olanlara kıyasla daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir.

Kadmiyum (Cd) ile kirlenmiş kirecin bir sonucu olarak ortaya çıkan ağır metal kirliliği, potansiyel bir sağlık tehlikesi oluşturmaktadır. Bir araştırmada, sırasıyla 3.4, 14.3 ve 60 mg Cd / kg içeren 3 farklı kaynak ve 2 farklı oranda sanayi atık kireci ile karıştırılmış toprakta yetiştirilen çilek bitkileri tarafından Cd metali alımı incelenmiştir. Çilek cv. Senga Sengana (*Fragaria anassa*); toprak organik madde içeriğine ve kireç oranlarına tepki olarak yaprak ve meyve verir. Çalışmada; Cd esas olarak pulluk tabakasında birikerek 0.170 mg Cd / kg'dan (arka plan seviyesi) maksimum 1.2 mg Cd / kg'a yükselmiştir. Meyvelerin, topraktaki içeriğine bakılmaksızın çok yüksek, tehlikeli düzeyde Cd konsantrasyonlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu, Cd'nin çilek bitkileri tarafından kolayca alındığını ve meyveler dahil üst bitki kısımlarında biriktiğini Toprak Cd içeriğinin çilek meyvesindeki bu elementin konsantrasyonu üzerinde etkisi yoktur. Bununla birlikte, asitli topraklarda toprak Cd konsantrasyonu düşük olduğunda bile bitki Cd alımı ve meyvedeki konsantrasyonu artmıştır (Cieślinski ve ark., 1994).

Kocaman ve ark. (2015) Ergene ve Maritza Nehri ile sulanan topraklardaki ağır metal içeriğini ve ağır metallerin bölgede yetişen çeltik bitkisindeki miktar ve taşınımını belirlemişlerdir. Çalışma alanı toprakları Cr, Cu, Fe, Mn, Pb ve Zn açısından 8 kritik değerin altında olmasına rağmen Ni miktarı açısından sınır değerin üzerinde (32,1- 43,8 mg kg⁻¹) belirlenmiştir. Çeltik bitkisinde yapılan analizlere göre, ağır metallerin en fazla kökte biriktiği ve Pb içeriği açısından Türk Gıda Kodeksinde belirtilen 0,2 mg kg⁻¹ değerinin üzerinde (0,25-0,35 mg kg⁻¹) olduğu bildirilmiştir. Liang ve ark. (2011) yaklaşık 20 yıldır atık su ile sulama yapılan alandan 270 adet toprak ve 23 adet bitki örneği alarak ağır metal kirlilik durumunu belirlemişlerdir. Ağır metal içeriklerinin kök>gövde>yaprak>dane şeklinde azaldığını, üst toprakta birikimin daha fazla olduğunu, ağır metal kirlilik derecesine göre metallerin Cd>Cr>Pb şeklinde sıralandığını ve çalışma alanlarında sulama ile birlikte ağır metal kirliliğinin arttığını belirtmişlerdir. Khan ve ark. (2013) Pakistan'da atık su ile sulanan alanlarda ağır metallerin bitki yaprak ve meyvesine taşınım durumunu araştırdıkları çalışmada 25 adet su, 76 adet toprak, 40 adet yaprak ve 30 adet sebze örneğinde ağır metal analizleri yaparak sınır değerler ile karşılaştırmışlardır. Su örneklerinin Cu, Mn, Ni ve Cd açısından sınır değerleri geçtiğini, Zn, Fe ve Pb yönünden ise sınır değerlerin altında kaldığını belirlemişlerdir. Yaprak ve bitki örneklerinde ağır metal miktarlarının WHO/FAO tarafından izin verilen değerleri geçtiğini ve toprakta ağır metal miktarlarının düşük olmasına rağmen bitkiye taşınımının meyveden çok yapraklarda olduğunu belirtmişlerdir. Mısır'da pazarda satılan çeşitli meyve ve sebzelerde kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), bakır (Cu) ve çinko (Zn) seviyelerini değerlendirmek amacıyla atomik absorpsiyon spektrometri ile yapılan araştırmada, bu metallerin en yüksek oranda sırasıyla, çilek, salatalık, hurma ve ıspanakta bulunduğu gösterilmiştir (Radwan ve Salama, 2006). Hindistan'da; Dinapur kanalizasyon arıtma tesisinden çıkan atık su, sebze arazilerinin sulanmasında kullanılmaktadır. Atık suyun 20 yıldan fazla bir süredir sürekli uygulanması, toprakta ağır metallerin birikmesine neden olmuştur. Sonuç olarak, Cd, Pb ve Ni konsantrasyonları tüm sebzelerde insan tüketimi için güvenli sınırları aşmıştır. Yapılan çalışmada; meyveli sebzelerin Cu, Ni, Pb ve Cr için günlük insan alımına yüzde katkısı yapraklı sebzelerden daha yüksek olduğu, bunun tersinin ise Cd ve Zn için geçerli olduğu bildirilmiştir (Singh ve ark., 2010).

Su kıtlığı, atık suyun sulama için yeniden kullanımını dünya çapında giderek yaygınlaşan bir uygulama haline getirmektedir. Özellikle çiğ yenen gıda ürünleri veya bitkisel ürünler için atık su ile sulamanın güvenliğini sağlamak için kapsamlı kılavuzlar ve kriterler oluşturulmuştur. Christou ve ark. (2016), üçüncül arıtılmış atık su ile sulama tekniklerinin (damlama, yağmurlama, plastik malç altında damlama), içme suyu ile su-

lamaya kıyasla çilek meyvelerin kalitesi ve güvenliği ile verimliliği üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda, uygulanan sulama tekniğine bakılmaksızın, içme suyu ile sulamaya kıyasla, atık su ile sulamanın meyvelerin pazarlanabilirliğini, tadını ve antioksidan kapasitesini ve ağır metal içeriğini önemli ölçüde etkilemediği bildirilmektedir. Meyvelerin ağır metal içeriği, meyve güvenliği için belirlenen maksimum izin verilen seviyelerin altında bulunurken, tüm sulama suyu arıtmalarında meyvelerde mikrobiyolojik kontaminasyon (toplam *koliform*, *E. coli*, *Salmonella* spp., *Listeria* spp.) görülmediği de bildirilmektedir. Muradoğlu ve ark. (2015) ise Camarosa çilek çeşidinde saksı çalışması şeklinde Cd toksisitesini araştırmış ve artan Cd konsantrasyonlarının uygulanmasıyla hem köklerde hem de yapraklarda Cd içeriğinin arttığını, yapraklardan çok köklerde birikim olduğunu bildirmişlerdir. Vetrova ve ark. (2014) 2006-2008 yıllarında, Orlovskaya Eyaletinde antropojenik kirlilik altındaki açık gri orman toprağında yetişen dört çilek *Fragaria ananassa* (Duchesne ex Weston) çeşidinde kök, rizom, yaprak sapı, yaprak ve meyvelerde Pb, Ni, Zn, Fe ve Cu birikimini değerlendirmişler. Araştırmacılar ağır metal birikiminin bitkilerin organlarına ve çeşitlerine göre farklılıklar gösterdiğini, topraktan ve havadan kaynaklanan düşük düzeydeki ağır metal kontaminasyonunun olduğu bölgelerde, meyvelerde ağır metal birikiminin ekolojik riskinin, uygun çeşitlerin seçilmesiyle azaltılabileceğini bildirmişlerdir.

Sonuç

Meyvecilik, tarımın uzun vadeli yatırım ve dolayısıyla iyi bir planlama gerektiren bir koldur. Meyvecilik sektörü, taze sofralık olarak üretilen ürünlerin yanı sıra, meyve sanayi için işlenmek üzere üretilen meyve suyu, konserve, reçel, marmelat, pekmez ve kurutma teknolojilerinin de hammaddesini temin etmektedir. Meyveciliğin genel esaslarının özel koşullara ve isteklere göre uygulandığı iyi bir planlama ile uzun vadeli gelir getirici bir tür fabrika kurulmuş olur.

Meyvelerin insan beslenmesine önemli bir yeri olduğu bilinmektedir. Meyveler, vitaminler, mineraller, antosiyaninler, organik asitler, tanenler, fenoller ve antioksidanlar gibi çok sayıda biyoaktif bileşik içerir. İnsan sağlığı açısından pek çok olumlu özelliğe sahip olan ve besleyicilik değeri yüksek olan meyveleri tüketmenin olumsuz yönleri de bulunabilmekte ve bazı sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Konvansiyonel meyvecilikte, hastalık ve zararlıların oluşturduğu kaybı önlemek için pestisit uygulamaları, verim miktarını arttırmak için ise gübreleme uygulamaları yapıldığı bilinmektedir. Bu uygulamalar çevresel kirlilik yaratabilmekte, insan sağlığını bozabilmekte, yetiştiricilik masraflarını artırabilmektedir. Sonuç olarak meydana gelen bu durumlardan hem üretici hem de tüketiciler olumsuz etkilenebilmektedir. Aynı zamanda meyvelerde pestisit kalıntısı

bulunabilmekte, toprak vs. yerlerden ağır metal, mikrobiyolojik bulaşıklıklar yaşanabilmekte dolayısıyla bu durumlar insan sağlığını bozabilmektedir. Organik meyvelerin üretimi sırasında kullanılan zirai mücadele preparatlarının ve bitki besin materyallerinin, insan sağlığını tehdit etme noktasında konvansiyonel üretime göre birtakım üstünlüklerinin olduğu bilinmektedir. Ancak yukarıda yer alan bu çalışmalardan da anlaşılacağı gibi organik yetiştiricilik teknikleri ile üretilen meyve ve sebzeler her zaman ürünlerin güvenilirliğinde veya mineral kalitesinde belirgin bir üstünlüğe yol açmamakta ve bazı durumlarda organik ürünler ağır metaller gibi toksik elementler içerebilmektedir. Kirleticiler ekosistemlere zarar veren faktörlerdir. Bunların arasında, ağır metaller; toksisiterleri, kalıcılıkları ve biyolojik birikimleri nedeniyle düşük konsantrasyonlarda bile büyük endişe kaynağıdır. Ağır metal terimi, bitkilerin ömrü ve kalitesi üzerindeki etkisiyle ilgili olduğunda, neredeyse her zaman olumsuz çağrışımlar ifade eder.

Bazı metaller ve metaloidler insanlar için gereklidir, diğerleri ise zararlı etkiler gösterebilir. Kirlenmemiş alanlarda toplanan, organik olarak yetiştirilen veya yabani olarak toplanan meyvelerin, potansiyel olarak toksik içerikler içermediği kabul edilir. Bununla birlikte, bulaşma süreçleri nedeniyle kirleticiler uzak bölgelere de ulaşabilir ve ayrıca kökler yoluyla topraktan metal alımı gerçekleşebilir. Tüm bu sebeplerle organik olarak üretilen meyvelerin ağır metal kirliliği yönünden değerlendirilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- Alloway, B. J., & Jackson, A. P. (1991). The behaviour of heavy metals in sewage sludge-amended soils. *Science of the Total Environment*, 100, 151-176.
- Ateş, S. & Uygur, F.N. (2013). Ekolojik Yöntemlerle Yetiştirilen Patlıcan ve Biberde Yabancı Ot Mücadele Yöntemlerinin ve Etkinliklerinin Araştırılması. *Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1).
- Ateş, S. (2015). Nevşehir İli Organik Çilek Yetiştiriciliğinde Kullanılabilecek Farklı Gübre ve Malç Materyallerinin Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Çukurova Üni. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi.
- Baydır, F. (2004). Bakanlığımızda dünden bugüne organik tarım. *Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Türktarım Dergisi*, (156), 26-29.
- Bilen, E., Çiçekli, Ö., Aksoy, U., & Altindisli, A. (2012). Dünya ve Türkiye'de Organik Tarım. In *Organik Tarım* (pp. 8-37). İmak Ofset.
- Buttriss, J., Hughes, J. 2000. An update on copper: Contribution of MAFF-funded research. *Nutr. Bull.* 25:271-280.
- Carvalho, F. P. (2006). Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environmental science & policy*, 9(7-8), 685-692.
- Christou, A., Maratheftis, G., Elia, M., Hapeshi, E., Michael, C., & Fatta-Kasinos, D., 2016. Effects of wastewater applied with discrete irrigation techniques on strawberry plants' productivity and the safety, quality characteristics and antioxidant capacity of fruits. *Agricultural Water Management*, 173, 48-54.
- Cieślinski, G., Mercik, S., & Neilsen, G. (1994). Effect of soil application of cadmium contaminated lime on soil cadmium distribution and cadmium concentration in strawberry leaves and fruit. *Journal of plant nutrition*, 17(7), 1095-1110.
- de Fátima Cardoso, J., Casarotto Filho, N., & Miguel, P. A. C. (2015). Application of Quality Function Deployment for the development of an organic product. *Food Quality and Preference*, 40, 180-190.
- Gray, C. W., McLaren, R. G., & Roberts, A. H. (2003). Atmospheric accessions of heavy metals to some New Zealand pastoral soils. *Science of the Total Environment*, 305(1-3), 105-115.
- Hawkes, S. J. (1997). What is a "heavy metal"? *Journal of Chemical Education*, 74(11), 1374.
- Hornby, L., 2015. Chinese environment: Ground operation. Financial Times, 1 September 2015. – Online available at: <https://www.ft.com/content/d096f594-4be0-11e5-b558-8a9722977189>, accessed 08/01/2018.

- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B.B., Beeregowda, K.N., 2014. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2): 60-72.
- Khan, M. U., Malik, R. N., & Muhammad, S. (2013). Human health risk from heavy metal via food crops consumption with wastewater irrigation practices in Pakistan. *Chemosphere*, 93(10), 2230-2238.
- Kocaman, I., Konukcu, F., Istanbuluoglu, A., & Albut, S. (2015). Effect of irrigation with maritza and ergene rivers water on soil contamination and heavy metal accumulation in rice crop. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21(1), 71-77.
- Liang, J., Chen, C., Song, X., Han, Y., & Liang, Z. (2011). Assessment of heavy metal pollution in soil and plants from Dunhua sewage irrigation area. *International journal of electrochemical science*, 6(11), 5314-5324.
- Merian, E., Anke, M., Ihnat, M., & Stoeppler, M. (2004). *Elements and their compounds in the environment: occurrence, analysis and biological relevance* (No. Ed. 2). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Muradoglu, F., Gundogdu, M., Ercisli, S., Encu, T., Balta, F., Jaafar, H. Z., & Zia-Ul-Haq, M. (2015). Cadmium toxicity affects chlorophyll a and b content, antioxidant enzyme activities and mineral nutrient accumulation in strawberry. *Biological research*, 48, 1-7.
- Nriagu, J. O. (1990). Global metal pollution: poisoning the biosphere?. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 32(7), 7-33.
- Özbilge, Z. (2007). An analysis of organic agriculture in Turkey: the current situation and basic constraints. *Journal of central European agriculture*, 8(2), 213-222.
- Özkaya, F. D., & Cömert, M. (2008). Gıda zehirlenmelerinde etken faktörler. *Türk Hijyen ve Deneyisel Biyoloji Dergisi*, 65(3), 149-158.
- Radwan, M. A., & Salama, A. K. (2006). Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables. *Food and chemical toxicology*, 44(8), 1273-1278.
- Rembialkowska, E., 2007. Quality of plant products from organic agriculture. *Journal Science of Food and Agriculture*, 87: 2757-2762.
- Rossi, F., Godani, F., Bertuzzi, T., Trevisan, M., Ferrari, F., & Gatti, S. (2008). Health-promoting substances and heavy metal content in tomatoes grown with different farming techniques. *European journal of nutrition*, 47(5), 266.
- Schützendübel, A., Polle, A., 2001. Plant responses to abiotic stresses: heavy metal induced oxidative stress and protection by mycorrhization. *Journal of Experimental Botany*, 53(372): 1351-1365.

- Singh, A., Sharma, R.K., Agrawal, M., & Marshall, F. M., 2010. Risk assessment of heavy metal toxicity through contaminated vegetables from waste water irrigated area of Varanasi, India. *Tropical Ecology*, 51(2): 375-387.
- Sobha, K., Poornima, A., Harini, P. and Veeraiah, K., 2007. A study on biochemical changes in the freshwater fish, *catla catla* (hamilton) exposed to the heavy metal toxicant cadmium chloride. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 1(4): 1-11.
- Tosun, H., Kaya, S.B. (2010). Organik gıdalarda gıda güvenliği. Gıda Tekn. Elekt. Dergisi 5(2):48-58.
- Ulukapı, K., & Şener, S. (2017). Antalya İlinin Organik Bitkisel Üretim Potansiyelinin Dünya ve Türkiye ile Kıyaslanması ve Gelişmesine Yönelik Öneriler. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6, 271-279.
- Vetrova, O. A., Kuznetsov, M. N., Leonicheva, E. V., Motyleva, S. M., & Mertvishcheva, M. E. (2014). Accumulation of heavy metals in the strawberry plants grown in conditions of anthropogenic pollution. *Agricultural Biology. Animal Biology Section*.
- Willer, H., & Lernoud, J. (2019). *The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2019* (pp. 1-336). Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM Organics International.
- Worthington, V. (2001). Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. *The Journal of Alternative & Complementary Medicine*, 7(2), 161-173.
- Zhang, X., Zhong, T., Liu, L., & Ouyang, X. (2015). Impact of soil heavy metal pollution on food safety in China. *PLoS One*, 10(8), e0135182.
- Żukowska, J., & Biziuk, M. (2008). Methodological evaluation of method for dietary heavy metal intake. *Journal of food science*, 73(2), R21-R29.

Bölüm 12

ÖNEMLİ BİR DESTİNASYON: SPİL DAĞI MİLLİ PARKI

Melikunnas ÖZKAYA¹

Hande Sanem ÇINAR^{2}*

1 Orm. Müh., Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Uzmanı, Tarım ve Orman Bakanlığı-10. Bölge Müdürlüğü/Sinop, Türkiye ozkayamelik@gmail.com Orchid:0000-0002-7264-7917

2 * Sorumlu yazar, Doç. Dr. İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Sarıyer-İstanbul, Türkiye, saneme@iuc.edu.tr Orchid: 0000-0003-2789-3681

GİRİŞ

Son zamanlarda ziyaretçiler, deniz-güneş-kum, kültür, spor, tarih, inanç gibi turizm faaliyetlerinin birkaçını bir arada sunabilen destinasyonları daha çok tercih etmeye başlamıştır. Bu nedenle ziyaretçi taleplerini karşılayabilen destinasyonlar rekabet avantajı sağlamakta ve bu durum destinasyonların önemini giderek artırmaktadır (Kocaman, 2017), (Timothy, 2000). Milli parklar, doğa koruma amaçlı alanlar olmasına rağmen, ziyaretçiler için alternatif faaliyetler sunması nedeni ile her geçen gün önemli bir destinasyon ve ilgi odağı olarak Dünya’da ve Türkiye’de yükselişe geçmektedir

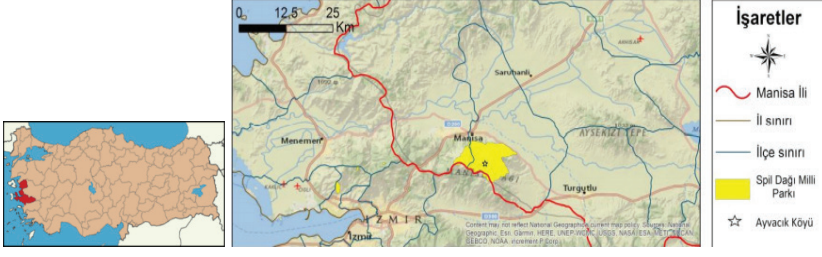
Gelişmiş ülkeler; turizm gelirlerinin büyük bir kısmını milli parklardan sağlamaktadır. Bu nedenle ülkelerin milli parklardan uzun dönemde yararlanabilmek amacıyla sürdürülebilir koruma ve kullanma politikalarını benimsemesi gerekmektedir (Kervankıran ve Eryılmaz, 2016), (Özkaya ve Ark.,2019). 2021 yılı itibari ile ülkemizde 45 adet milli park arasında önemli bir yeri olan Ege Bölgesi’ndeki Spil Dağı, 1968 yılında “Milli Park” olarak ilan edilmiştir. Milli Parkın kanyon, vadi, mağara, dolin, lapyra gibi jeolojik özellikler, endemik bitki türleri, arkeolojik, mitolojik zenginlikler ve oluşumlar ve çeşitli rekreasyon (Taşlıgil,1994) olanakları içermesi, milli park olarak ilan edilmesinde, korunmasında ve ziyaretçiler için önemli bir destinasyon alanı olmasında etkili olmuştur.

1. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini; Spil Dağı Milli Parkı oluşturmaktadır. Önemli bir destinasyon olan milli park, Tektonik yapı ve karstik arazi şekilleri varlığı, Kış sporunda gözde mekan olması (özellikle dağ sporunda çeşitli imkânlarla sahip olması), Endemik bitki türlerinin varlığı, Osmanlı dönemindeki lalelerin orijin yeri olması, Birçok mitolojik yapıların varlığı, Ayrı bir mikro klimaya sahip olması alanın seçilmesinde etken olan faktörlerdir. Bu çalışmada yerli ve yabancı kaynaklardan elde edilen bilgiler, kamu kurum ve kuruluşlarından alınan belgeler doğrultusunda, çalışma alanındaki doğal kaynak, milli park yönetimi, planlama, mevzuat, koruma ve kullanma, ekonomiye yönelik var olan sorunların giderilmesine, mevcut performansın arttırılmasına yönelik öneriler getirilmiştir.

2. Bulgular

3.1.Konum- İzmir’e uzaklığı 38 km., Manisa şehrine uzaklığı ise 24 km.dir (**Şekil 1**). 1968 tarihinde 6.801 ha alan, Milli Park olarak ilan edildikten sonra 1991 yılında 6.694 ha çıkarılmıştır (Yasak ve Durukan 2017). Milli parkın hem Manisa’dan, hem de İzmir’den girişi vardır.



Şekil 1. Milli Parkın Coğrafi Konumu (Url 1. 2021 'de uyarlanmıştır).

3.2. İklim Verileri- Farklı bir mikro klimaya sahip milli park, Kontirental Ege ikliminin etkisinde olup, yıl boyunca ortalama sıcaklık yaklaşık 21.5 °C değişim göstermektedir. Yıllık ortalama yağış 736,9 mm.dir. Nispi nem ortalaması ise % 78 olarak görülür (Url 2, 2021). Spil Dağı'nda sıcaklık, Manisa merkezden 7,5 C° daha soğuktur (Anonim, 1970).

3.3. Nüfus Değerleri - 2012'den sonra Manisa, Büyükşehir Belediyesi olduğu için iki büyük ilçeye (Şehzadeler ve Yunus emre) ayrılmıştır. 2020 Nüfus sayımına göre Manisa ilinin Merkez nüfusu 4 kat artarak 420.015 kişiye ulaşmıştır (**Tablo 1**) (Url 4, 2021).

Tablo 1. Nüfus Değerleri (1965-2020 yılı) (Url 4, 2021 'den uyarlanmıştır).

Şehir ve İlçe	1965	2012	2013	2014	2020
Manisa	123.442	309.050	-	-	-
Akhisar	121.230	160.620	161.918	163.107	174.850
Alaşehir	57.013	99.145	99.504	99.962	105.145
Demirci	42.485	49.041	43.628	43.027	39.258
Gördes	37.524	30.491	30.341	29.768	27.363
Kırkağaç	30.879	44.991	46.160	45.730	38.245
Kula	34.449	46.433	45.892	45.587	44.035
Salihli	87.766	155.291	156.330	156.855	164.371
Sarıgül	24.292	36.179	36.209	36.206	35.912
Saruhanlı	58.723	54.160	53.821	53.684	55.970
Selendi	19.668	22.273	22.047	21.437	19.728
Soma	39.104	102.666	105.391	105.518	110.935
Turгутlu	71.970	146.087	148.130	150.460	169.882
Ahmetli	-	16.493	16.266	16.104	16.614
Gölarmara	-	15.609	15.449	15.384	15.335
Köprübaşı	-	9.981	14.045	14.191	12.958
Şehzadeler	-	-	164.649	166.443	168.110
Yunus emre	-	-	199.683	204.436	251.905
Toplam	748.545	1.346.162	1.359.463	1.367.899	1450.616

3.4. Tarihi-Arkeolojik-Mitolojik-Etnografik – Tarihi ve mitolojik yönü oldukça zengin olan milli park içinde İncil'de adı geçen yedi kiliseden üçü (Sardes, Philadelphia ve Thyateria kiliseleri) burada yer almaktadır. Yine Milli park dâhilinde *Tantalos Kalesi*, *Dulkadın mağaraları*,

Kybele rölyefi, Ağlayan kaya Batı Anadolu'nun antik dönemi için önemli yerlerdendir (Semenderoğlu ve ark 2005). Frikya Kralı Tantolos, bir rivayete göre, Tantolos kalesinin bitmesi şerefine, tanrılara verdiği bir ziyafette oğlunu kurban etmiş ve tanrılar da onu, su içinde bir kazığa bağlatarak, cezaya çarptırmışlardır. Milli Parkın Dulkadın mevkiinde bulunan mağaralar, eski insanlara mesken olmuştur. Yine başka bir rivayete göre; Frigya Kralı Menos'un kızı Sibel'in dağda vahşi hayvanlar tarafından büyütülmesinden dolayı dağa *Spilos* adı verilmiş, zaman içinde Spil adını almıştır. Mitolojiye göre, Spil Dağı'nın ismi Kybele'den gelmektedir. Parkın içindeki *Kybele Kaya Anıtı* (Rölyefi) (**Şekil 2**), Hititler tarafından yapıldığı sanılmaktadır. Yine milli park içinde bulunan *Ağlayan Kaya* (*Niobe*), (**Şekil 3**) efsaneye göre, tüm çocuklarının Leto tarafından öldürülmesi ile Niobe, en küçük kızının bedenine sarılır, bir anda kaybettiği ailesine ağlamaya başlar ve Spil'in eteklerinde taşlaşır, kaybettiği çocuklarının acısıyla, akan gözyaşları ile sürekli bir yasın sembolü olur. Kayanın göz çukuru şeklindeki girintilerinden yakın zamana kadar sızan su damlaları Niobe'nin gözyaşları "*Ağlayan Kaya*" adıyla anılmaktadır (Anonim, 1970). Hepcan (1997)'ye göre; Osmanlı döneminde Spil Dağı, Osmanlı asilzadeleri için bir yayla ve av sahası olarak kullanılmıştır (Semenderoğlu ve ark., 2005).



Şekil 2. *Kaya Anıtı* (Url 3, 2021) **Şekil 3.** *Ağlayan Kaya* (Orjinal, 2020).

3.5. Yönetim- Spil Dağı Milli Parkı 1970 yılında yapılmış olan Genel İnkişaf Planı ile yönetilmekte iken planın eski ve eksikleri olması, Genel İnkişaf Planı'nın revize çalışmalarını gündeme getirmiş, 2007 yılında Uzun Devreli Gelişim Planı Revizyon çalışmaları tamamlanmış 18.12.2019 tarih ve 3684023 no'lu sayı ile bakanlıktan alınan olur ile (31.12.2019) tarihinde Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğüne onaylanıp uygulanmak üzere yayınlanmıştır. Günümüzde ülkenin kurumsal teşkilatlanması göz önünde bulundurulduğunda bu alan Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar 4. Bölge Müdürlüğü'nün sorumluluk alanı içerisinde (Özkaya, 2015). Milli park statüsüyle yıllardır korunan bu bölgenin kırsal turizm potansiyelinin de var olduğu görülür (Kızılhan ve Ünal, 2013). 2020 yılında Spil Dağı Milli Parkı'nı

yaklaşık 120.000 kişinin ziyaret ettiği göz önüne alındığında konunun önemi daha iyi anlaşılacaktır. Kır evlerinin hizmete girmesi ve ihalesi yapılan otel ve teleferik hattı işinin bitmesi sonucu artacak ziyaretçi sayısı ile alanda yapacağı tahribatın büyüklüğü ve milli parkın daha çok korunmaya muhtaç olacağı (Özkaya, 2015) gerçeğini ortaya çıkarmaktadır (**Şekil 4**). Milli parkın içindeki mülkiyet durumu da (**Tablo 2**)de görülmektedir.

Milli Parkta Milli Park Müdürü, 1 Müdür Yardımcısı, 1 Şef (Atalanı), 1 adet Sayman, 1 adet Büro Personeli, 1 adet Orman Muhafaza Memuru ve 4 adet işçi ile 2 adet şoför olmak üzere toplam 11 adet personel görev yapmaktadır.



Şekil 4. a) Kır Evleri b) Otel İnşaatı c)Yönetim merkezi (Orjinal, 2020).

Tablo 2. Milli Park Mülkiyet Durumu (Spil Dağı Milli Park Müdürlüğü,2020)

Alan Cinsi	Alan (ha)	%
Orman alanı	6514,95	95,79
Su yüzeyi	1,00	0,015
Hazine arazisi	86,17	1,26
Şahıs arazileri	198,88	2,93
Toplam	6.801,00	100.00

Milli parkın giriş kapısı ve işletilmesi ise özel sektör tarafından yürütülmektedir. Giriş ücretleri her yıl bakanlık tarafından belirlenmekte ve taşra teşkilatı vasıtasıyla uygulanmaktadır. 2021 yılı giriş ücretleri **Tablo 3**’de görülmektedir. Giriş ücretlerine bakıldığında her kesimden ziyaretçilerin rahatlıkla alana gelip rekreasyonel faaliyette bulunabilecek ve doğal güzellikleri bünyesinde barındıran bu milli parktan rahatlıkla faydalana- cağı görülmektedir.

Tablo 3. Spil Dağı Milli Parkı 2021 Yılı Giriş Ücretleri

	Şahıs (TL)	Bisiklet (TL)	Motosiklet (TL)	Otomobil (TL)	Minibüs (TL)	Midibüs (TL)	Otobüs (TL)
Günübirlik Kullanım	4.00	4.00	6.00	12.00	36.00	60.00	108.00

3.6. Turizm İlişkisi - Turizm İlişkisi - Bacasız sanayi olarak bilinen ve ülkelerin ekonomilerini dengede tutmada en çok başvurulan sektör olan turizm, Spil Dağı Milli Parkı'nda en çok gelir getirebilecek bir sektördür. Mahalli olan tarihi değerlerden *Sardes* (Sart), *Aigai* (Nemrutkale), *Philadelpihia* (Aşaşehir), *Axari* (Antik) ve Kula harabeleri ile; bölgesel değerdeki Efes (Selçuk) Bergama, *Nyssa* (Sultanhisar), *Afredisias priene* (Güllü bahçe), *Miletos* (Milet), *Didyma* (Yeni şehir) ve Alabanda harabeleri bölgeye ayrı bir değer katmaktadır. Tarihi değerlerin bulunduğu yerlerde yemek ve konaklama tesisleri mevcuttur. Kış aylarının gelmesi ve kar yağışının başladığı zamanlarda, milli parka gidiş yolunda trafiğin tıkanıldığı, yoldan geçmenin mümkün olmadığı, yoğun bir ziyaretçi akınına uğradığı gözlemlenmektedir. Milli Park içerisinde günübirlik kullanım amacıyla düzenlenmiş Atalanı Günübirlik Alanı bulunmaktadır. Burada DKMP Genel Müdürlüğü'nün en büyük yatırımlarından biri olan alt yapı çalışmaları bitirilerek 42 Adet Kır Evi, 2015 yılında hizmete açılmıştır. Arazinin jeomorfolojik yapısı dağcılık sporuna müsaittir. Zaten 1928 yılından beri faaliyette bulunan Manisa Dağcılık Kulübü, Türkiye'nin en eski dağcılık kuruluşudur. Spil dağı üzerindeki tırmanış ve yürüyüş rotası olma potansiyeli taşıyan patikalar, amatör ve profesyonel dağcılar tarafından hali hazırda kullanılmakta ve rağbet görmektedir (Özkeya, 2015).

Bölgede aynı zamanda baltarap (plaket atışları) ve atıcılık sporları da yapılmaktadır. Atalanında Yergöçüğü Deresine bakan saha, atıcılık sahası olarak ayrılmıştır (Anonim, 1970). Milli park içindeki 2 otel, spor tesisleri ve teleferik yapımı ve işletmeciliği için tekrar ihaleye verilmiştir. Kır evleri ile birlikte düşünüldüğünde milli parkın ekoturizm açısından büyük bir potansiyele sahip olduğu ve yöre halkına da büyük bir destek sağlayacağı düşünülmektedir. Bu alanda ayrıca günübirlik kullanım alanları, WC, seyir terası ve barbekülü piknik üniteleri ile İdare Ziyaretçi ve Araştırma Merkezi (ZTM), yeme içme ihtiyaçları için 200 kişi kapasiteli bir restoran ve Cami ziyaretçilerin hizmetine sunulmuştur. Alanda çocuk oyun alanları, 2 atış poligonu bir tenis kortu ve çeşmelerde mevcuttur. Milli parkta yamaç paraşütü de büyük rağbet görmektedir ve ziyaretçiler doğa yürüyüşlerini de güvenle yapmaktadırlar (**Şekil 5**). Alanda muhtemel çıkabilecek orman yangınlarına karşı ve/veya ulaşım maksatlı bir helikopter pisti ve ziyaretçilerin araçlarını güvenli park edecekleri otopark alanı yer almaktadır. Turizm ve rekreasyonel faaliyetleri milli parklar için birtakım risklere neden olsa da, (Demir, 2002) ister turizm kapsamında ister günübirlik kullanım kapsamında değerlendirilsin, yerel, ulusal ve uluslararası ölçekte büyük bir katma değer oluşturmaktadır.

3.7. Jeolojik yapı ve Kaynak Değerleri- Milli Park bünyesinde barındırdığı ormanı, değişik jeolojik oluşumları (dolin gölü, kanyonlar, karsitik kayalar ve mağaralar), mitolojik değerlerden (Ağlayan Kaya, Niobe,

Kybele), morfolojik ve tarihi kültürel özellikleri (Kaya mezarı)’nın yanında zengin flora ile tarihi ve mitolojik özelliklerin bir arada bulunduğu, doğal ve kültürel peyzajın güzel örneklerinin sergilendiği bir alandır.



Şekil 5. a) İdare Ziyaretçi ve Araştırma Merkezi b) Cami c) Restoran d) Çocuk Oyun Alanı e) Çeşme f) Doğa Eğitim Merkezi g) Helikopter pisti h) Otopark i) Yamaç Paraşütü i) Yürüyüş yolları (Orjinal, 2020).

Rekreasyon imkanları bakımından da büyük değer taşımaktadır. Alan, içinde bulunan jeolojik ve morfolojik objeler, tarihi kalıntılar, endemik (dünyanın başka yerinde bulunmayan) bitki türlerinin daha fazla bir tahribe uğramaması maksadıyla milli park olarak tefrik edilmiştir. Dağın dört tarafında derin vadiler içinde dere yatakları uzanır. Bu da biyolojik çeşitliliğin artmasını sağlamaktadır (Çoban 2016). Milli parkın doğusunda içi tamamen sülüklerle dolu olan “Sülüklü Göl”de kalkerlerin erimesi

ile meydana gelmiş bir dolin gölüdür (**Şekil 6**). Sülüklü gölün yakınında 60 m. çapında ve ufak yapılı başka bir dolin gölü daha vardır. Fakat bu ikinci gölün suları, bir kanalla boşaltılmıştır. Bugün çayırda kaplı küçük bir açıklık halindedir (Anonim, 1970).



Şekil 6. *Spil Dağı Milli Parkı Sülüklü Göl (Çine, 2020).*

Suların kalker serilerinin altını eritip oymaları sonucu birçok mağara oluşmuştur. En büyüğü “Paşaini”dir. Milli Parkta daha keşfedilmeyi bekleyen birçok mağara vardır. Ayvacık Köyü sınırları içerisindeki *Nurkadın Mağarası* da oldukça önemlidir. Milli Parkın bitişiğinde, Manisa-Turgutlu karayolu üzerinde, sıcaklığı en fazla 21⁰ dereceye kadar düşen “*Ilcasu*” mevcuttur (Anonim, 1970). Spil Dağı, Gediz Ovasının (60 m.) seviyesinden başlar. Birden bire duvar gibi yükselir. Bu yükseklik çok kısa bir mesafe içinde 1.513 m. yi bulur. Kanyon ve boğaz vadiler, platolar ve aşınım yüzeyleri, mağaralar ve inler, huni şeklinde dolinler, uvalalar, lapyalar, düdenler, karstik kaynaklar, paleokarstik şekiller, dik yamaçlar ve vadi yamaçları, tortul, mağmatik ve metamorfik kayalar, kuvars ve kalsit kristal damarları, neojen tortul tabakaları arasında kömürlü seviyeler, fosiller, fay diklikleri, diri faylar ve fay aynası, zirveler-kayalık zirveler, şelaleler, dev kazanları gibi yer şekilleri ile Spil Dağı’nın ilginç paleocoğrafik evrimi jeo-turizm kapsamında jeo-turizm açısından yeni fırsatlar oluşturmaktadır (Semendeoğlu ve ark, 2005).

Milli Park içerisinde doğal güzelliklerin oluşmasına neden olan Kızılbel, Çaybaşı, Çıçın, Şahinlik, Kurşunlu, Paşaini ve Işık derelerinin oluştuğu vadiler dikkat çekicidir (Taşlıgil, 1994). Bu dereler kalkerleri eritip, yararak dik duvarlı kanyon vadiler şeklinde ovaya inmişlerdir. Birçok yerde kalker serilerinin altlarını oyarak inler meydana getirmişlerdir. En büyük olanı Paşainidir. Bu şekiller yanında karst topoğrafyasının lapyalarını, obruk, mağara ve inlerini her yerde görmek mümkündür (**Şekil 7a,b**).



Şekil 7. a) Obruk b) Kadın İni Mağarası (Çine, 2020).

3.8. Flora - Milli park dünyanın başka yerinde bulunmayan endemik bitki türlerine sahip olduğu ortaya konmuştur. Tespit edilen 78 adet endemik türler arasında *Arenaria sipylea* (Spil arenaryası), *Silene sipylea* (Spil nakıl çiçeği), *Achillea nobilis subsp. sipylea* (Spil civanperçemi), *Cirsium sipyleum* (Spil diken), *Centaurea sipylea* (Spil aday diken), *Origanum sipyleum* (Spil mercanköşkü), *Tymus sipyleus* (Spil kekiği) (Yasak ve Durukan, 2017; Anonim, 1970) türleri oldukça önemlidir. Milli park, 600 metreye kadar Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve daha yukarılarda Anadolu karaçamı (*Pinus nigra subsp. pallasiana*) ağaç türü hâkimdir. Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.), bu iki tür arasında karışık olarak yayılır (Çoban, 2016). Alt flora da ise, Ardiç, Laden, Funda, Defne ve Mersin bitkisi hâkimdir (Anonim, 1970). Spil Dağı Milli Parkının vejetasyon tipleri: Maki vejetasyonu, Akdeniz orman vejetasyonu ve Akdeniz Orman-Akdeniz Dağ Stebi geçiş vejetasyonlarıdır (Öztura, 2010).

Akdeniz ikliminin doğal karakteristiği olan maki vejetasyonu Atalay (1983)'e göre kızılçamların tahribi sonucu ortaya çıkmış ve klimaks bir topluluk oluşturmaktadır (Duman, 1985). Spil Dağı'nda safran cinsine ait taksonlar bulunmaktadır (Mathew, 1984), (Candan 2013a,b; 2015a,b). Çam ormanlarıyla kaplı Atalanı, kampçıların eğlence sahası olarak düşünülmüştür. Şeytancık olarak bilinen alan ise, Manisa şehrine ve Gediz Ovasına hâkim, güzel manzara görüntüsü ile zengin bir floraya sahiptir (Özkaya, 2015). Lale Devri'nde önemli yeri olan lalelerin burada yeralması ve hemen her mevsimde açan bitkilere sahip olması (Sümbül, Çiğdem, Sıkla-menler, Yabani Karanfil, Glayyör, Menekşe, Papatya, Gelincikler Yaban Gülleri ve Böğürtlen) milli parkın önemini birkez daha arttırmaktadır.

3.9. Fauna- Spil Dağı'nda tavşan, kurt, çakal, domuz ve tilki, sansar, porsuk, sincap, kirpi ve gelincik gibi hayvanlara rastlanmaktadır. Yırtıcı kuşlardan doğan, atmaca, kartal ve akbabalar; ötücü kuşların ise, çok çeşitli türleri mevcuttur. Yakın zamana kadar bu bölgede sülün, çil keklik, ayı, karaca ve dağ keçisine rastlanmasına rağmen, bu hayvanların nesilleri tükenmek üzeredir. Spil Dağı'nda yaşayan ve bir ölçüde isimleri milli

parkla anılan yılkı atları da (*Equus caballus*) park faunasını çeşitlendiren hayvanlar arasındadır (Hepcan,1997), (Anonim, 1970). Yöre insanının beslememek için alana geçici olarak bıraktığı ve zamanla çoğalıp arttığı yabanilaşmış evcil atlar ‘yılkı’ olarak adlandırılmaktadırlar. Alanda Yılkı atlarının içme suyu ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri suni gölet yapılmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Yılkı Atları ve atların içme suyu ihtiyacının karşılandığı suni gölet (Orjinal, 2020).

Spil Dağı ve çevresinde kurbağa ve sürüngen türleri (kuyruksuz kurbağa, kaplumbağa, yılan ve kertenkele vb.) de tespit edilmiştir (Kumlutaş vd., 2001). Ayrıca Spil Dağı Milli Parkı yaklaşık 20 kuş türüne (Keten kuşu, Tarla kuşu, Kızıl şahin, Saka Kuşu vb.) (Öztura, 2010) ev sahipliği yapmaktadır.

4. Tartışma ve Sonuç

Spil Dağı Milli Parkı coğrafi konumu, etrafında yerleşimlerin az olmasından dolayı her ne kadar insanların müdahalesinden uzak gibi görünse de, yeni tesislerin açılması ile muhtemel ziyaretçi sayısının her geçen gün artacağı sinyali vermektedir. Katılımcı odaklı, koruma-kullanma dengesini gözetken, etkin, uygulanabilir ve bütüncül planlamaların eksikliği milli parkın sahip olduğu kaynak değerleri üzerinde tahribatların meydana gelmesini kaçınılmaz kılmaktadır. Spil Dağı Milli Parkı 2007 yılında Uzun Devreli Gelişim Planı Revizyon çalışmaları tamamlanmış, 18.12.2019 tarih ve 3684023 no’lu sayı ve Bakanlık kararı ile 31.12.2019 tarihinde Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğünce onaylanıp uygulanmak üzere yayınlanmış olsa da, Spil Dağı Milli Parkı’nın muhatap olduğu mevzuatlarda halen belirsizlikleri mevcuttur. Milli Parkın hem 2873 Sayılı Milli Parklar Kanunu hem de 6831 Sayılı Orman Kanunu’na tabi olmasından dolayı, ormancılık faaliyetleri ve orman suçlarının takibi konularında ve Orman yangınlarıyla mücadele çalışmalarında yetki karmaşası bariz olarak yaşanmaktadır. Sorunun çözümü için mevcut protokoller yerine kalıcı mevzuat düzenlemeleri acilen yapılmalıdır. Ormancılık faaliyetlerinde de birçok yetki karışıklığının yaşandığı gö-

rülmektedir. Örneğin alanda silvikültürel çalışmaların yapılması Orman Genel Müdürlüğü'nce (OGM) zaman zaman değerlendirmeye alınabilmektedir. Hatta alanın bazı yerlerinde bu faaliyetin uygulanması talepte edilmektedir. Ancak bu durumun korunan alan kriterlerine aykırı olduğu düşünülmelidir. Çünkü buralarda silvikültürel müdahalelerin yapılması doğaya müdahale olarak kabul edildiğinden korunan alanların doğallığına aykırı bir durum ortaya çıkaracaktır. Bu nedenle bu alanlarda üretim, silvikültürel müdahaleler veya üretim etasının verilmesi sonucu odun hammaddesi alımı gibi ormancılık faaliyetlerinin tamamen engellenmesi ve kesinlikle mevzuatlarda dahi konu edilmemelidir. Sadece yangın tedbirleri açısından bazı ufak müdahaleler kabul edilebilir ölçüde mevzuatla açıkça hükümler olarak verilmelidir.

Ülkemizde ki korunan alanlardan elde edilen gelirlerin yeni yürürlüğe giren 2873 sayılı *Milli Parklar Kanunu'nun 17' inci maddesi* gereğince *Döner Sermaye İşletmelerine* gelir olarak kaydedilme durumu ile milli parka ödenek aktarılması beklenirken hiçbir ödeneğin aktarılmadığı görülmüştür. Dolayısıyla bu tür alanlarda yeterince hizmet verilebilmesi için merkezi yönetim modeli yerine, yerinde yönetim modeli uygulaması çözüm önerisi olarak getirilebilir. Milli Parkın içinde ve bitişğinde yaşayan halkın alanın kaynak değerlerine verilen zararlarını (otlatma, kaçak ağaç kesimi toplayıcılık vs.) en asgariye indirmek için alternatif geçim kaynakları oluşturulmalıdır. Milli parkın gelirlerinden doğrudan veya dolaylı olarak bu köylerde veya yörede yaşayanlara belirli oranlarda bu alanın korunması, tanıtımı gibi konularda olmak üzere gelir aktarımı mevzuatla mümkün kılınmalıdır. Sorunun çözümü için milli park alanında son imar planı ile yapılan ve hizmete açılan kır evleri ile yapılacak olan otel, teleferik gibi tesislerde çevre köylerde yaşayanlardan bu alanlarda istihdam edilebilir. Bu alanlarda yöresel ürünlerin satılmasına da imkân verilmelidir. Hatta teşvik edilmelidir. Belli satış stantları kurularak düşük ücretle alan kirası alınarak bu kişilere bu stantlar tahsis edilebilir. Dolayısıyla alanın gelirlerinden kendilerine pay aktarımı ile kaynak değerlere verilen zarar otomatikman ortadan kalkacaktır. Çünkü alanı bu çalışanlar gelir kapısı olarak gördüklerinden korumaya azami dikkate edeceklerdir.

Spil Dağı Milli Park Müdürlüğü'nde bir Müdür, bir Müdür Yardımcısı ve bir Şef kadrosu mevcuttur. Kadrosunda mutlaka teknik eleman olarak biyolog ve orman mühendisi de olması gerekirken teknik eleman yetersizliği görülmektedir. Spil Dağı Milli Parkı idari yapısı zaman içerisinde Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Milli Park Şefliği, Milli Parklar Başmühendisliği'ne bağlı Mühendislik ve son olarak da Milli Park Müdürlüğü olarak değişmiştir. Tarihçesine bakıldığında yapının da kurumsallaşmadığı görülmektedir. Spil Dağı Milli Park Müdürlüğü'nde şu an toplam 11 personel görev yapmaktadır. Teknik kadroda yeterli sayıda personel

yoktur. Koruma faaliyetleri, alanın sevk ve idaresi bu nedenle eksik kalmaktadır. 2011-2015 yılları arası yaklaşık 15 Milyon TL. lik büyük bir yatırıma konu olmuş bu milli park müdürlüğünde personel eksikliğinin giderilememiş olması büyük bir yönetsel zafiyet doğurmaktadır. Çünkü bu yatırımları yerinde denetleyecek ve bu yapılan sosyal tesisleri sevk ve idare edecek bir kadronun oluşturulması acilen gereklidir. Yürürlükteki son Uzun Devreli Gelişme Revizyon Planı (UDGRP) 'nında detaylı olarak önerilen idari personel ve teknik uzman sayısının arttırılması zaruridir. Bunlar; 1 Müdür, 1 Müdür Yard., 1 Şef, 2 Orman Mühendisi, 1 Biyolog, 1 Peyzaj Mimarı, 1 İnşaat Mühendisi, 1 Veteriner, 1 Turizm Uzmanı, 2 Bilgisayar Sistemleri Uzmanı, 1 Halkla İlişkiler ve 2 Tanıtım Görevlileri, 1 Laboratuvar Teknisyeni, 1 Sayman, 1 İzin İrtifak Sorumlusu, 1 Muhasebe Görevlisi, 1 Santral Görevlisi, 3 Şoför, 2 Kontrol ve Güvenlik Görevlisi, 3 (İdari Memur, İdare Ziyaretçi ve Araştırma Merkezi Görevlileri) toplam 29 kişinin istihdam edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu kadrolarının verilir bu yapının güçlendirilmesi alanın etkin korunması için gereklidir. Yine bu alanlarda görevlendirilecek ve özellikle idari kadroda görev alacak yönetici personelin tecrübeye ve korunan alan mevzuatına ve öngörüsüne hakim bir anlayışa sahip personeller arasından seçilip atanması ve bu prosedüre dikkat edilmesi önemlidir. Tecrübeye sahip ve korumacı bir yönetim anlayışıyla pekiştiren idarecilerin ve yöneticilerin korunan alanlarda daha başarılı olacağı göz ardı edilmemelidir.

Öztura (2010)'ya göre: Türkiye'de milli park kavramı ve eğitimi üzerine yaptığı araştırmada milli park ziyaretçilerinin "*Milli Park*" kavramı konusunda gerekli bilinç, tutum ve davranışa sahip olmadıklarını ortaya koymuştur. Bu nedenle ziyaretçi eğitimlerinin üzerinde durulmalı ve yapılan İdare Ziyaretçi ve Araştırma Merkezi binasında bu faaliyetlere yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bu merkezde konunun uzmanı personeller (orman mühendisi, biyolog, halkla ilişkiler uzmanı vd.) meslek gruplarından görevliler istihdam edilerek alana gelen ziyaretçilere, alanı tanıtıcı ve konunun önemini kavrayıcı eğitim ve anket çalışmaları mutlaka yapılmalıdır. Alanda yeterli bilgilendirme tabelaları ve el broşürler görsel bilgilendirme araçları ile alanın korunmasına yönelik çalışmalar aksatılmadan düzenli olarak yapılmalıdır.

Spil Dağı Milli Parkı 1970 yılında yapılmış olan Genel İnkişaf Planı ile yönetilmekte iken plandaki eksiklikler nedeniyle Uzun Devreli Gelişim Planı Revizyon çalışmaları 18.12.2019 tarih ve 3684023 no'lu sayı ve Bakanlıktan alınan olur ile Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nce onaylanmış ve resmileştirilmiştir. Eski inkişaf planında ön görülen yapıların birçoğu yapılmış ve imar planında öngörülen diğer tesislerinde (otel ve teleferik hattı vd.) çalışmalarına başlanmış ancak yüklenici firma başladığı oteli yarım bırakmış ve teleferik ise hiç başlanmadan plan-proje

aşamasında kalmıştır. Kaba inşaat halindeki otelin milli parkın içerisinde görüntü kirliliğine sebebiyet verdiği görülmektedir. Birçok endemik türe sahip olan milli parkın, yapılaşmaya açılmış olması bu türlerin yaşam alanlarını kısıtlamaya neden olacağı unutulmamalıdır.

Dağ peyzajında bitki örtüsü varlığının korunarak arttırılması, milli park içerisinde yapı materyallerinin doğal malzemeden yapılmasına dikkat edilmelidir. Eğimin fazla olduğu yerlerde ve özellikle yol kenarlarında koruyucu önlemlerle birlikte uyarı levhaları ve aydınlatma elemanları tesis edilmelidir. Milli parkın görsel estetik yapısı planlama kararlarına dahil edilmelidir. Özellikle Atalanı mevkiinde gerek günübirlik kullanım gerekse konaklamalı kullanım yaz aylarında oldukça yoğunluk kazanmakta ve bu nedenle de sorunları beraberinde getirmektedir.

Ziyaretçilerin günübirlik kullanım alanı dışında izinsiz piknik yapımaları sebebiyle yangın tehlikesi, çevre kirliliği, Manisa il merkezine yakın oluşu nedeniyle de kaçak avcılık önemli sorunlardır. Yörede yaşayan halk, ağırlıklı olarak hayvancılıkla geçindiğinden alanda otlatma sorunları da yaşanmaktadır. Özellikle Ayvacık ve yakın çevre yerleşimlerinin keçi otlatma baskısı had safhadadır. Özel mülkiyetler mutlak korumada kaldığından arazi kullanım sıkıntıları vardır. Ayrıca aşırı korumacılık anlayışından sayıları hızla artan ve alanın doğal olmayan türlerinden yıllık atları da hem yerleşim yerlerine hem de milli parkın doğal yapısına zarar vermektedir. Alanda yarattığı kirlilik ve bitki türüne verdiği zarar ciddi boyuttadır. Spil Dağı Milli Parkı, Akdeniz ikliminin etkisi ile, yaz mevsiminde özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında yangına karşı hassas olan kızılçam ve karaçam ormanlarıyla kaplı olan yamaçlarda yangın çıkma ihtimali oldukça yüksektir. Alınan her türlü tedbire rağmen yine de orman yangınlarının çıkmasına ve büyük alanların yanmasına engel olunamadığı son yaşanan orman yangını ile bir kez daha kanıtlanmıştır. Yangın sorununun çözümü için:

- Yerleşik olarak yaşayan yöre halkına ormanların önemi hakkında gerekli eğitimler verilmelidir.
- Milli parka gelen ziyaretçilere alanı tanıtıcı broşür, kitap ve CD'lerin dağıtımı yapılmalıdır.
- Kapı girişinde kontroller sırasında mangal ateşlerinin söndürülmesi için gerekli uyarılar olmalıdır.
- Alanda mevcut olan yangın hidratlarının daima çalışır vaziyette bulunması için gerekli özen gösterilmelidir.
- Manisa Orman İşletme Müdürlüğünce bir yangın koruma ekibi hazır bir şekilde, sezon boyunca milli park sahasında bekletilmelidir.
- İhale ile işletmecilikleri özel sektöre verilmiş tesislerin personel ve yetkililerinin yangınlar konusunda eğitilmesi ve gerekli uyarıların da yapılması gereklidir.

Spil Dağı Milli Parkı, ülkemizin kış turizm mekânları içerisinde önemli bir yere sahiptir. Uludağ Milli Parkı'na benzer özellikler gösterme-

si, ayrıca İzmir ve Aydın gibi nüfus potansiyeli yüksek olan merkezlerinin arasında bulunmasından dolayı çok sayıda ziyaretçi ağırlamaktadır. 2014 yılı verilerine göre yılda 200.000 kişinin ziyaret ettiği milli parka 2015 yılında yapımı biten 42 adet kır evinde hizmete girmesi ile her ne kadar 2020 yılında bu sayı pandemi sebebiyle azalmış olsa da ilerleyen günlerde ziyaretçi sayısının artması beklenmektedir. Milli parkın temiz havası ve zengin orman ekosistemini barındırmasıyla, (özellikle yaz mevsiminde serin yayla havasıyla da tercih edilen yerler arasında olması) günübirlik kullanımını arttırmaktadır. Bu bağlamda milli park içerisinde; bisiklet turları, doğa yürüyüşleri, piknik yapma ve fotoğraf çekme gibi turistik aktivitelere de ayrıca müsaade edilmektedir. Tüm bu aktiviteler ve muhtemel ziyaretçi sayısının artışı göz önüne alındığında alana kapasitenin üstünde ziyaretçi girişinde özellikle doğal ortamın bozulacağı, endemik türlere zarar vereceği endişesi yaşanmaktadır. Dolayısıyla milli parkın taşıma kapasitesi aşılabacağından ve bu alanlar turizm baskısına maruz kalacağından gerekli tedbirler alınmalıdır. Spil Dağı Uzun Devreli Gelişme Revizyon Planı çalışmasının bilimsel çalışmalarla desteklenerek tehditlerin ve alınacak tedbirlerinde ortaya konulması gerekmektedir. Akabinde planlı ve programlı kullanım esasları yayınlanmalı ve mutlaka uygulanmalıdır. Günübirlik kullanıma açık olan alanda ziyaretçi sayısının artması ile birlikte çevre kirliliği artışı da söz konusudur. Hizmete açık olan günübirlik kullanım alanının maksimum taşıma kapasitesinin tekrar gözden geçirilerek yeni planda belirtilmesi ve kapasite aşımı konusunda taviz verilmemesi gerekmektedir. Spil Dağı milli parkı hassas ekosistemler içermektedir. Bu nedenle sürdürülebilir turizm ve eko-turizm gibi doğal ortamda minimum baskı oluşturan düşük yoğunluklu ve küçük gruplarla yapılan etkinlikler daha uygun olacaktır. Burada amaç, yoğun ziyaretçi ile kısa vadeli fayda sağlamak değil, daha kaliteli ve bilinçli ziyaretçilerin uzun vadede alana çekilmesinin sağlanması esastır. Hassas ekosistemlere sahip alanlar da geri dönüşü mümkün olmayan bozulmaları önleyebilmek için tüm çevre değerlerini dikkate alan bir yaklaşımla yeniden ele alınmasını gerektiren bir yöntem süreci başlatmak gerekecektir.

1968 yılından beri milli park alanında avcılık faaliyetleri yasaklanmıştır. Ancak yörede birden fazla avcı derneğinin faaliyeti özellikle Manisa il genelinde avlakların av hayvanı açısından zayıf olması gibi nedenlerle kaçak avcılık faaliyetlerinin maalesef engellenemediği de görülmektedir. Bunun önlenmesi için müdürlükte kurulan Atalanı Milli Park Şefliği'nin milli parkın içerisinde, personel takviyesi yapılarak, görev yapmaları sağlanmalıdır. En son yapılan ve hizmete açılan İdare Ziyaretçi ve Araştırma Merkezi binasında da fiziki şartlar sağlanmış durumdadır. Büyük yatırımlar yapılarak otel, kır evi ve günübirlik alan işletmecilikleri gibi faaliyetleri bulunacak olan bu milli parkımızda şeflik biriminin tam olarak

sahaya hakim kılınması önemli bir konudur. Yine milli park sahasında yer yer kaçak olarak bitki soğanlarının ve özellikle lale soğanının toplanması faaliyeti de yapılmaktadır. Alanda ki çiçek soğanları ve yabani bitkilerin çeşitli sebeplerle bilinçsizce sökülmesi ve toplanması, bitkilerin yaşam alanlarına zarar vermektedir. Bu faaliyetlerin aşırı bir düzeyde yapılması ve milli parkın doğal ve kültürel değerlerine zarar verecek düzeye ulaşması önlenmeli ve bu konuda yöre halkı bilgilendirilmelidir. Milli Parkın içinde ve bitişiğinde yaşayan halk genelde hayvancılıkla geçindiklerinden aşırı otlatmadan dolayı milli parkın doğal yapısına zarar vermektedirler ve sürekli otlatma cezaları kesilmektedir. Sorunun çözümü için tarım teşkilatı ve ORKÖY Kurumu tarafından organik tarım faaliyetlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Flora ve fauna varlığının sürdürülebilirliğini sağlamak, yaptırımların ve cezaların arttırılması, yaban hayatı izleme programının oluşturulması ve yasal altyapının güçlendirilmesi gereklidir.

Milli parkın ilanından sonra sahip olduğu kaynak değerlerini olumsuz bir şekilde etkilenmesini önlemek amacı ile her türlü beşeri müdahale ve düzenleme yasaklanmıştır. Başta ormancılık ve odun kesim faaliyetleri olmak üzere hayvan otlatma ve toplayıcılık gibi faaliyetlerin de milli park yapılması yasaklanmış ve bu sahada sıkı bir koruma-kollama uygulamaları başlatılmıştır. Sorunların mevzuat değişikliği ile civarda yaşayan halkın da koruma faaliyetine iştirakinin sağlanarak aşılabacağı düşünülmektedir. Ekoturizm çalışmalarında civar da yaşayan Ayvacık Mahallesi sakinlerine öncelik verilmelidir. Kır evlerinde ve ileride hizmete açılacak otellerde ihtiyaçlar doğrultusunda istihdam edilmeleri sağlanabilir. Bu şekilde katılımcılık anlayışı içerisinde gelirden pay aktarılacak yöre halkına fayda da sağlanabilir. Bu çerçevede yöre halkın ürünleri de milli park içinde değerlendirmeleri sağlanmalıdır. Önemli bir diğer konuda diğer milli park müdürlüklerinde de önerilen Müdürlük bünyesinde mutlaka Sosyolog, Halkla İlişkiler Uzmanı ve Psikoloğun istihdam edilmesi, halkla iyi ilişkiler kurma, iletişim ve yönetişimin güçlendirilmesi bakımından önem arz etmektedir. Çünkü asıl olan bu sahanın aslına uygun, zarar görmeden devamlılığını sağlamaktır. Koruma-kullanma dengesine dayalı yönetim stratejileri geliştirilmelidir.

Sonuç olarak; Önemli bir destinasyon olan milli park, gerek internet, gerek yazılı ve görsel medyada ve gerekse ulusal ve uluslararası ağlarda tanıtımlarının daha güçlü bir şekilde yapılması, alanın mevcut diğer etkinlikleri ile potansiyel etkinliklerinin de tanıtımının gerçekleştirilmesi, beklentinin daha da yükseltilmesini sağlayacaktır. Spil Dağı Milli Parkının etkin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından korunan alan mevzuatının (2873 sayılı Milli Parklar Kanununun) güncellenerek sorunlara çözüm önerilerinin mevzuat güvencesine alınarak çözülmesi, yasallaşması önem teşkil etmektedir. Güçlü bir yasal statü ile korunan

alanın(ların) gelecek nesillere aktarımının sağlanması gereklidir. Aksi halde korunan alanlarımızın korunması ve sürdürülebilirliğinin tehlikeye girebilme olasılığı oldukça yüksek olup, çözüm önerileri getirilmez ve uygulanmaya konulmaz ise *Korunan alan* kavramının da *Korunamayan alan* kavramına kendiliğinden zaman içinde dönüşmüş olacağı da göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKLAR

- Anonim, (1970). Spil Dağı Milli Parkı Amenajman Planı. İzmir Orman Bölge Genel Müdürlüğü, İzmir.
- Atalay, İ. (1983). Türkiye Vejetasyonu Coğrafyasına Giriş, Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Yayın No:19, İzmir
- Candan F, (2015 b). Morphological Investigations on a New and Endemic Saffron (*Crocus chrysanthus* subsp. *sipyleus*) from Turkey, International Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries, 3(4): 137-141
- Candan F, (2015a). Morphological Characteristics and Phenology of the New Taxon *Crocus chrysanthus* subsp. *chrysanthus* var. *chrysanthus* from Turkey, International Journal of Plant Science and Ecology, Vol. 1, No. 5, 196-200
- Candan, F. (2013a). Some Observations on Plant Karyology and Investigation Methods. In Marina Silva-Opps (ed.), Current Progress in Biological Research, Intech-Open Science International Publisher, USA-Croatia-China.
- Candan, F.; Ozhatay N, (2013b). *Crocus chrysanthus* s. Lato (Iridaceae) in Turkey. Annales Botanici Fennici, 50 (6):423-430.
- Çine Y., (2020). Mili Parka Ait Fotoğraflar, Manisa
- Çoban G. (2016). Milli Parklarda Koruma-Kullanma Dengesinin Sağlanması Yönünde Geliştirilen Ziyaretçi Yönetim Araçlarının İncelenmesi Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi.
- Demir, C., (2002). Turizm ve Rekreasyon Faaliyetlerinin Olumsuz Çevresel Etkileri: Türkiye’deki Milli Parklara Yönelik Bir Uygulama, Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi Cilt:17 S. 2, s. 93-117
- Duman, H. (1985). Manisa Dağı (Spil Dağı) Milli Parkının Flora ve Vejetasyonu Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Hepcan, Ş., (1997). Milli Parklarda Yönetim Zonlarının Belirlenmesi Amacıyla Manisa Spil Dağı Milli Parkı Örneğinde Bir Yöntem Araştırması. E. Ü. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi. İzmir.
- Kervankıran İ. ve Eryılmaz A., (2016). Milli Parkların Turizm ve Rekreatiyonel Faaliyetlerde Sürdürülebilir Kullanımı Isparta İli Örneği SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, Aralık 2016, Sayı: 39, ss. 151-182.
- Kızıllıhan, N., Ünal, T. (2013). Manisa Spil Dağı Milli Parkı Kırsal Turizm Potansiyelinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi 7, 10- 29.
- Kocaman G., (2017). Destinasyon Markalaşmasının Memnuniyet Üzerine Etkisi: İzmir Efes Antik Müzesi Ve Çanakkale Gelibolu Tarihi Milli Parkı

Alanları Üzerine Bir Araştırma Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.

Kumlutaş, Y., Ilgaz, Ç., Durmuş, S.H. (2001). SpiL Dağı (Manisa) ve civarının herpetofaunası: Arazi çalışmasının sonuçları, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt .:2 , Sayı/No: 1

Mathew, B., (1984). Crocus: In Davis, P.H. (ed.), The Flora of Turkey and The East Aegean Islands, 8:413-438, Edinburgh University.

Özkaya, M. (2015). Türkiye’de Korunan Alan Olarak Milli Parkların Yönetimi: Orman Ve Su İşleri 4. Bölge Müdürlüğü Örneği. ADÜ. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisan Tezi.

Özkaya M, Tarhan B., Çınar H.S. (2019). Muğla-Marmaris Milli Parkı Durum Analizi: Sorunlar, Beklentiler Ve Çözüm Önerileri Ziraat, Orman Ve Su Alanında Araştırma Ve Değerlendirmeler Yayıncı: Gece Kitaplığı

Öztura, E. (2010). Truva Tarihi Milli Parkı, Kazdağı Milli Parkı ve Spil Dağı Milli Parkı Ziyaretçilerinin Türkiye’de “Milli Park” Kavramı ve Eğitimi Üzerine Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Çanakkale.

Semenderoğlu A., Aytaç A.S., Aşkın Y., Gül P. (2005). Manisa (Spil) Dağı Milli Parkı’nın Alternatif Planlama Stratejisine Yönelik Ön Araştırma, Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, 8-10 Eylül 2005, SDÜ, Isparta

Spil Dağı Milli Park Müdürlüğü (2020), Milli Park Müdürlüğü Belgeleri, Manisa.

Taşlıgil, N., (1994). Spil Dağı Milli Parkı, Türk Coğrafya Dergisi, S.29, s. 257-268

Timothy, DJ (2000). “Tourisim ve international parks”, Tourism and National Parks (Ed: RW Butler, ve SW Boyd), John Wiley ve Sons, West Sussex

Url1. (2021). <https://www.google.com/maps/place/%C4%B0z-mir/@38.5891937,26.8946789,9.97z/data=!4m5!3m4!1s0x14bbd862a-762cacd:0x628cbb1a59ce8fe!8m2!3d38.423734!4d27.142826> Erişim tarihi 09.05.2021

Url 2. (2021). <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/manisa/manisa-192/> Erişim tarihi (11.09.2021).

Url 3.(2021). <http://www.spildagi.com/> Erişim tarihi (11.09.2021)

Url 4. (2021). <http://www.tuik.gov.tr> Erişim tarihi (23.09.2021).

Yasak Ü. ve Durukan Z. (2017). Spil Dağı Milli Parkı’nın Turizm Kaynaklarının Analizi. Tarih Okulu Dergisi (TOD) Haziran, Yıl 10, pp. 315-347.DOI No: <http://dx.doi.org/1014225/Joh1085>.

Bölüm 13

TÜRKİYE’DE EROZYON SORUNU VE EROZYON TAHMİNİNDE KULLANILAN MODELLER

Ahmet Alper BABALIK¹

İbrahim DURSUN²

Nilüfer YAZICI³

1 Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü,
32260, ISPARTA, ORCID: 0000-0001-9365-1088

2 Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü,
32260, ISPARTA, ORCID:0000-0003-2261-1112

3 Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü,
32260, ISPARTA, ORCID:0000-0002-4397-5639

1. GİRİŞ

Toprak, yerküreyi meydana getiren hava, su ve kara bileşenleri içerisinde yer alan ve tüm canlıların yaşamında önemli yer tutan doğal kaynaklarımızın başında yer almaktadır. Bir cm^3 büyüklüğündeki bir toprak parçası içerisinde gözle görülmeyecek mikroskopik boyutta on binlerce canlı organizmalar bulunmaktadır. Canlıların yaşamsal ihtiyaçlarını karşılaması bakımından toprağın önem arz eden kısmı yüzey toprağıdır. Yüzey toprak günümüze kadar devam eden zamanda insanoğlu tarafından barınma, tarım, sanayi faaliyetleri ve rekreasyonel düzenleme gibi amaçlara yönelik olarak kullanılmaktadır (Karaca ve Turgay, 2012).

Toprak, karmaşık ve gözenekli yapıya sahip doğal bir canlıdır. Toprak oluşum süreci süresince yer aldığı coğrafik alanda anakaya ve iklim özelliklerine göre karakter kazanan bitkilere gelişme imkanı oluşturan canlı bir sistemdir. Topraklar oluşum süreçleri süresince geçirdikleri her evrenin etkisini üzerinde barındırmaktadırlar (Öztaş, 2012). Buna karşın yanlış arazi kullanımları sonucu toprakların önce ekosistemi destekleyen ve besleyen can damarlarının zarar görmesi, süreç devamlılığında ekosistem değerlerini kayıbetmeye başlaması ilerleyen olumsuz etkileşimler zincirinin devamlılığı sonrası toprak ekosistem hizmetleri içerisinde işlevselliğinin azalmasına hatta yok olmasına neden olmaktadır (Dengiz ve Coşkun, 2016).

Günümüz teknolojisi oldukça yüksek noktalarda olmasına rağmen yapay olarak üretilemeyen ve kendisini yenilemesi binlerce yıllık bir süreç gerektiren topraklar, tarımsal faaliyetlerle kendini gösteren ve gerekli önlemlerin alınmaması durumunda artarak erozyonla yok olmaktadır. Bu durum insanlığın geçmişten günümüze kadar karşılaştığı sorunların başında yer almaktadır.

Arazilerin yanlış ve bilinçsiz kullanımı sonucunda toprak bozulumu zaman geçtikçe artmaktadır. Erozyon ülkemizde, ciddi toprak kayıplarına neden olmasının yanında ekonomik ve ekolojik olarak da büyük hasarlar vermektedir. Topraklarımızın neredeyse %86'sı erozyona maruz kalmaktadır (Kara vd., 2010).

Arazi koşulları içerisinde toprak kaybını ölçmek için harcanan zaman ve paranın yüksek olması ve sonuçların doğru belirlenmesi için ölçüm işlemlerinin süreklilik içerisinde yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda erozyonun belirlenmesi ve tahmin edilmesinde birçok araştırmacı farklı erozyon tahmin modelleri geliştirmişlerdir.

Bu çalışma ile, erozyon ve ülkemizdeki durumu hakkında bilgi vererek, ülkemizde kullanılmış erozyon tahmin yöntemlerinden; AGNPS, CORINE, GLEAMS, ICONA, LEAM, MICONA, MUSLE, PESERA,

SWAT, SWRRB, USLE/RUSLE, WEPP/GeoWEPP gibi modellerin güçlü ve zayıf yönlerini literatür bilgilerine göre kıyaslamak amaçlanmıştır.

2. EROZYON

Erozyon, toprak taneciklerinin kendisine etki eden etmenlerin etkisiyle taşınması süreci olarak tanımlanmaktadır (Kanar ve Dengiz, 2015). Bir başka deyimle toprağın su ve rüzgar tarafından bir yerden aşındırılması, başka bir yere taşınması ve birikmesi olayına “Erozyon” denilmektedir. Ülkemizin dağlık bir yapıya sahip olması, arazisinin yarıya yakın bir kısmının (%45’inin) eğimleri %40 ya da daha dik yamaçlardan oluşması, ormanlık alanların tahrip edilerek yerleşime veya tarıma açılması, meralarda zamansız ve aşırı otlatma yapılması ülkemizde erozyonu hazırlayan başlıca sebepler olarak görülmektedir (Babalık, 1999).

Erozyon çalışmalarında amaç, farklı yetiştirme ortamları ve arazi kullanımları sonucunda oluşan erozyonla toprak kaybını belirlemek ve erozyonu önlemeye yönelik uygulamaları tespit etmektir. Türkiye’nin %37.3’ü yarı kurak iklim koşullarının etkisindedir. Son yıllarda ağaçlandırma çalışmalarının büyük bir kısmı yarı kurak bölgelerde yapılmakta olup, ağaçlandırma alanlarının çoğunun bu bölgelerde bulunduğu bilinmektedir (ÇEM, 2018).

Dinamik Erozyon Modeli ve İzleme Sistemi sonucu belirlenen bulgular baz alındığında ülkemizde erozyon dağılımı; Çok Hafif % 60.28, Hafif % 19.13, Orta % 7.93, Şiddetli % 5.97 ve Çok Şiddetli % 6.7 olarak ortaya konulmaktadır. Durum arazi kullanımı bakımından ele alındığında ülkemizde erozyona uğrayan toprakların % 38.71’inin tarım alanlarında, % 4.17’sinin orman alanlarında ve % 53.66’sının mera alanlarında yer aldığı görülmektedir. Fırat-Dicle, Kızılırmak ve Sakarya havzaları ise ülkemizde erozyonla taşınan toprak miktarının en fazla olduğu havzalar olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak erozyon ile taşınan toprak miktarı hektar bazında ele alındığında Çoruh, Doğu Akdeniz ve Asi havzalarının ilk sıralarda yer aldığı belirlenmiştir (ÇEM, 2021).

Erozyon olayını; su erozyonu, rüzgâr erozyonu ve kütle (yerçekimi, çığ, buzul, dalga) erozyonu olarak üç gruba ayırmak mümkündür (Morgan, 2005). Bununla birlikte erozyonla ilgili yapılan çalışmaların temelini su ve rüzgar erozyonu oluşturmaktadır (Karaoğlu, 2014).

2.1. Su Erozyonu

Toprağın, yağmur ve yağmurdan sonra sahanın yüzeyinde meydana gelen yüzeysel akış ve akarsu yataklarında akmakta olan dere akışlarının etkisi ile aşınması ve taşınması “Su erozyonu” olarak adlandırılmaktadır (Günay, 2008). Türkiye’de erozyona uğramış ve erozyon olayının aktif

devam ettiği toprakların yaklaşık %99'u su, geriye kalan yaklaşık %1'lik kısmı da rüzgar erozyonuna maruzdur (Cebel vd., 2013). Su erozyonu; damla erozyonu, tabaka erozyonu, oluk (çizgi) erozyonu, oyuntu erozyonu ile kanal ve mekra erozyonu olmak üzere 5'e ayrılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Su erozyonundan bir görünüm (URL-1, 2021)

2.2. Yer Çekimi Erozyonu veya Kütle Halinde Toprak Hareketi

Birtakım etkenlerle denge koşulları bozulan eğimli bir arazinin ya tamamının ya da bir kısmının yer çekimi ile hareket etmesi olayına yer çekimi erozyonu ya da kütle halinde toprak hareketi denir (Şekil 2). Yer çekimi erozyonu, dağlık veya kentsel alanlarda sık ve yaygın bir jeomorfolojik olaydır. Kendi ağırlığı ile tetiklenen dik bir yamaçtaki kütle başarısızlığıdır. Yerçekimi kuvvetine bağlı erozyon, belirli hidrolojik, jeolojik ve topografik koşulların birleşik etkisi altında gerçekleşmektedir (Balcı, 1996; Shroder ve Bishop, 1998; Wang vd., 2014).

Kütle hareketi, yer çekimi etkisi altında ufak ya da iri kütleler şeklinde ayrışma ürünü olan kaya üzerinde bulunan örtünün yamaç aşağı istikametinde yer değiştirmesinden kaynaklanmaktadır. Heyelan, çamur (lav) akıntıları, kaya düşmesi, materyal çıkışı ve dağ uçması gibi çeşitleri vardır (Balcı ve Öztan, 1987).



Şekil 2. Yer Çekimi erozyonundan bir görünüm (URL-2, 2021)

2.3. Çığ ve Buzul Erozyonu

Buzul erozyonu, yüksek kesimlerde biriken aşırı miktardaki karın sıkışması, yoğunluğunun artarak buzullaşması ve yavaşça aşağıya doğru hareket etmesi sonucu kaynaklanan bir doğa olayıdır (Şekil 3). Erozyonun tanımındaki gibi aşınma, taşınma ve birikme süreçlerinin olduğu bir erozyon türüdür (Yılmaz, 2006).



Şekil 3. Çığ ve Buzul erozyonundan bir görünüm (URL-3, 2021)

2.4. Dalga Erozyonu

Dalgaların yaratmış olduğu dövme etkisiyle kıyı kesimini meydana getiren materyal aşınır, parçalanıp ufalanır ve bunlar dalgalar tarafından karaların içerisine kadar sürüklenir (Şekil 4). Böylelikle dalga erozyonu oluşmaktadır (Özhan, 2004).



Şekil 4. Dalga erozyonundan bir görünüm (URL-4, 2021; URL-5, 2021)

2.5. Kimyasal Erozyon

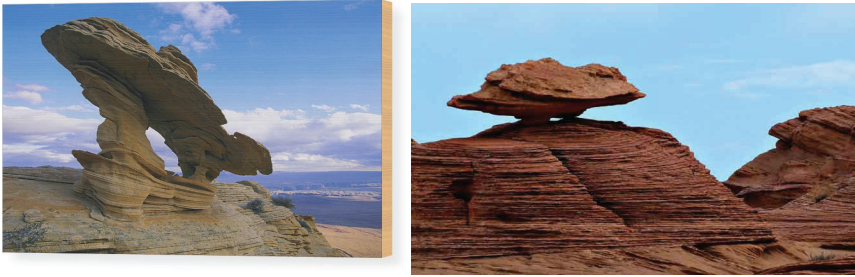
Kimyasal aşınma olarak da adlandırılan kimyasal erozyon, kimyasal bir işlem yoluyla kayaların ve diğer jeolojik özelliklerin bozulmasına, çatlamasına veya parçalanmasına neden olmaktadır (Şekil 5) (Cebel ve Akgül, 2011).



Şekil 5. Kimyasal erozyondan bir görünüm (URL-6, 2021; URL-7, 2021)

2.6. Rüzgâr Erozyonu

Rüzgâr erozyonu, toprağın rüzgarla ayrılması, parçacıkların taşınması ve birikmesi olayıdır (Şekil 6). Toprak, rüzgâr erozyonuyla birlikte 3 ayrı şekilde hareket eder. Bunlar; (1) askı halinde, (2) sıçrama ile ve (3) sürüklenme ile taşınmaktadır (Giménez vd., 2019; Schwab vd., 1993). Şiddetli rüzgâr erozyonu, dünya topraklarının yaklaşık üçte birini etkileyen küresel bir çevresel sorundur (Pimentel vd., 1995; Shen vd., 2018). Ülkemizdeki erozyonun % 0.7-1'ine tekabül eden rüzgâr erozyonu en fazla yerel olarak Konya-Karapınar ve Iğdır-Aralık ilçelerinde görülmektedir (ÇEM, 2016).



Şekil 6. Rüzgâr erozyonundan bir görünüm (URL-8, 2021; URL-9, 2021)

3. EROZYON ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Erozyon ölçümlerinin nedenleri; (1) erozyon ve koruma uygulamalarının çevresel etkilerini belirlemek, (2) bilimsel olarak erozyon araştırmalarının yapılması, (3) erozyon kontrol teknolojisinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi, (4) erozyon tahmin teknolojisi geliştirme ve (5) koruma kaynaklarının tahsisi ve koruma yönetmelikleri, politikaları ve programlarının geliştirilmesi olarak sıralanabilir (Toy vd., 2002).

Devam eden erozyon süreçlerini (sebepleri ve etkileri) anlamak için bilimsel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Erozyon ölçüm teknikleri,

erozyonun nedenlerini, etkilerini ve amaçlarını ortaya koymada doğru sonuçlar vermektedir. Erozyon neden-sonuç çalışmalarında erozyon süreçleri ve değişkenler arasındaki ilişkiler irdelenmektedir. Bir denklemde ifade edildiğinde bu, bağımlı bir değişkenin, bir veya daha fazla bağımsız değişkenin değerlerinden tahmin edilebileceği anlamına gelir.

Erozyon araştırmaları bir laboratuarda veya sahada yapılabilir. Laboratuardaki erozyon ölçümlerinin avantajları, bağımlı değişkenlerin aralığının daha iyi kontrol edilmesine ve gelişmiş (otomatik) ekipmanın kullanımına ve tekrarlanan ölçümlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlamalarıdır. Sahadaki araştırmanın avantajları, gerçekçi toprak ve bitki özellikleri ve çevresel değişkenlerdeki zamansal değişiklikler ile uygun ölekte ölçüm yapma imkânı vermesidir (Stroosnijder, 2005).

Başlıca erozyon ölçüm yöntemleri;

- Deneme Parselleri ile Erozyonun Belirlenmesi,
- Demir Çiviler Yardımıyla Erozyonun Belirlenmesi,
- Çubuklar ile Erozyonun Belirlenmesi,
- Radyoaktif Materyal ile Erozyonun Belirlenmesi,
- Erozyon Kaldırımları Yardımıyla Erozyonun Belirlenmesi,
- Toprak Profili Çalışmaları ile Erozyonun Belirlenmesi,
- Akarsu Derinliklerinden Örnek Alma,
- Yatak Yüğü Tuzakları,
- Otomatik Araçlar Yardımıyla Erozyonun Belirlenmesi,
- Su Bulanıklığını Ölçülmesi,
- Uzaktan Algılama ile Sediment Belirleme,

olarak belirtilmektedir (Özhan, 2004).

4. EROZYON TAHMİN MODELLERİ

Toprak erozyonunun ölçümü ve değerlendirilmesinde pek çok matematiksel model ortaya konmuştur (Özsoy, 2007). Bu modellerin amacı erozyon şiddetini (az şiddetli, orta şiddetli, şiddetli, çok şiddetli) belirlemeye yöneliktir. Haritalama metodu kullanılarak bir havzada mevcut olan ve aktif olan erozyonu değerlendirip nitel bir şekilde tanımlama yapmak mümkündür (Yılmaz, 2010).

Toprak erozyonunun risk değerlendirmesi için birçok nitel ve nicel yöntem vardır. Bu alanda çalışan birçok bilim insanının bakış açılarına göre, asıl amaç toprak erozyonu parametrelerini ve tetikleyici faktörleri

içeren nitel haritaları göstermektir. Toprak erozyonunu değerlendirmek için birkaç model ve yöntem bulunmaktadır. Ülkemizde bu amaçla kullanılan AGNPS, CORINE, GLEAMS, ICONA, LEAM, MICONA, MUSLE, PESERA, SWAT, SWRRB, USLE/RUSLE, WEPP/GeoWEPP gibi farklı yöntemler bu çalışmanın konusu olarak belirlenmiştir.

4.1. AGNPS

AGNPS (Agricultural Non-point Source Pollution Model) modeli ilk olarak ABD Tarım Bakanlığı -Tarımsal Araştırma Merkezi (USDA-ARS) tarafından 1989 yılında geliştirilmiş olan yüzeysel akış, sediment ve kimyasal madde taşınımını simüle ederek tahmin yapan bir bilgisayar programıdır. AGNPS büyüklüğü 0.4-16 hektar arasında değişen sahalarda, en fazla 20.000 hektarlık alanlara sahip havzalarda simülasyon yapabilmektedir (Öztürk vd., 2003).

AGNPS; hidroloji, erozyon ve sediment taşınımı, kimyasal madde (ilaç vb.) taşınımı ve noktasal kaynaklı girdi olmak üzere 4 alt modelden meydana gelmektedir (Binger vd., 2001).

Modelde, kaybedilen toprak miktarının belirlenmesinde USLE'nin geliştirilmiş bir versiyonu olan RUSLE'den faydalanılmaktadır.

$$SL = (EI) K L S C P (SSF)$$

Formülde;

SL: Toprak kaybı ($m^3/yıl$)

EI : Yağışın toplam kinetik enerjisi ve 30 dakikalık maksimum şiddeti

K : Toprağın erozyona duyarlılık katsayısı

LS : Topografik katsayı

C : Bitki örtüsü ve amenajman katsayısı

P : Toprak koruma katsayı

SSF : Hücre içi eğim katsayısı

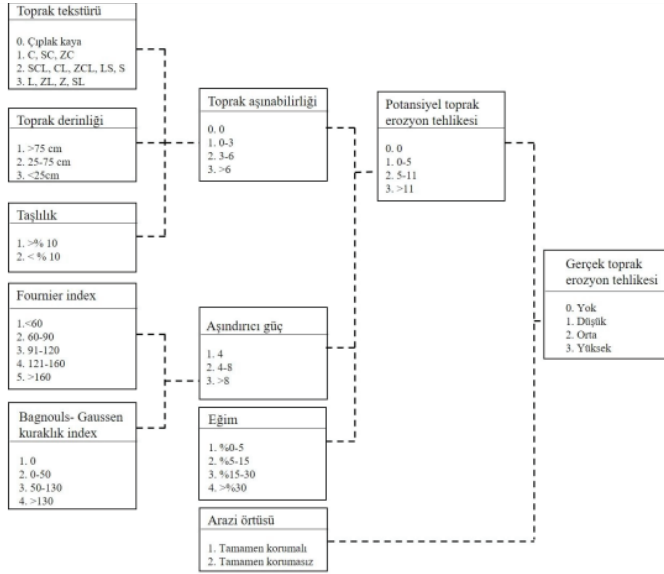
Türkiye'de AGNPS modelinin kullanımı sınırlı sayıda olup Kırnak (2002), Apaydın ve Öztürk (2003), Aydın ve Yıldırım (2003) gibi araştırmacılar tarafından model kullanılmıştır. Bu konuda çalışanlardan Öztürk vd. (2003)'ne göre AGNPS, olay bazlı bir model olup; yağış-yüzey akış bağıntısı kurulurken yağış öncesindeki toprak rutubeti ve hidrolik koşulların çok iyi analiz edilmiş olması gerekmektedir.

4.2. CORINE

CORINE (COoRdination of INformation on the Environment) modeli USLE (Universal Soil Loss Equation) tabanlı olup, Avrupa Birliği (AB) tarafından geliştirilen ve toprak erozyonunun belirlenmesinden yararlanan yöntemlerden biridir. CORINE modelinin kullanıcılara sağladığı fayda, çalışma sahasının bütünü için erozyon tahmininde kullanılabilir.

CORINE yöntemi, kullanılarak üretilen erozyon risk haritalarının yapılabilmesi için 3 parametreye ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 7). Bunlar; bitki örtüsü verisi, potansiyel toprak erozyon riski ve aktüel toprak erozyon riskidir (CORINE, 1992; Bayramın vd., 2003).

CORINE erozyon tahmin modeline ait genel içerik şeması Şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 7. CORINE erozyon tahminleme metodolojisi (Everest ve Özcan, 2017)

Türkiye’de CORINE yöntemi kullanılarak erozyon riskinin tespit edilmesi amacıyla yürütülen çalışmalar incelendiğinde; Erol ve Çanga (2004)’nın Eskişehir Mihalicçık ilçesinde, Dindaroğlu ve Canbolat (2013)’ın Kuzgun baraj gölü havzasında, Karaş vd. (2009)’nin Sakarya havzasının bir alt havzası olan Porsuk-Sarısu havzasında CORINE yöntemini kullanarak potansiyel ve gerçek erozyon risklerini belirledikleri görülmektedir. Reis vd. (2016)’nin Kahramanmaraş ilinde yürüttükleri araştırmada, gelecekte yapılacak çalışmalarda sayısal tahmin modellerini değerlendirmek ve doğrulamak için saha çalışmaları yoluyla toprak kaybı ve sediment verimi tahmini ile birleştirilebileceğini ifade etmişlerdir.

Ayrıca Everest ve Özcan (2017) tarafından Dümrek havzası mansabında yer alan sahalarda CORINE yönteminden faydalanılarak erozyon riskinin tahminlemesi çalışması yapılmıştır.

4.3. GLEAMS

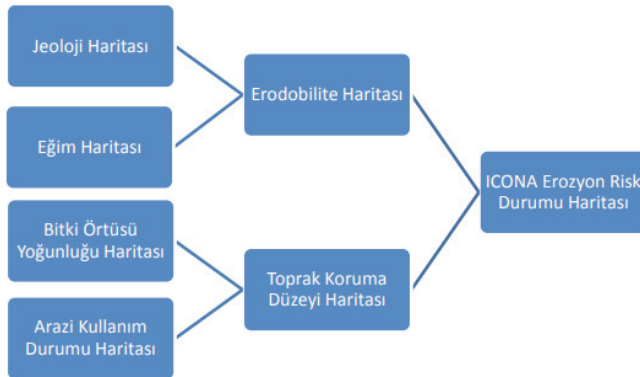
CREAMS modelinin geliştirilmesiyle GLEAMS (Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems) modeli ortaya çıkmıştır. Bu model, tarla bazında en fazla 50 yıllık sürede homojen alanda kök bölgesi ve araziden sediment, pestisit ve bitki besin maddesi taşınımını simüle edebilen bir modeldir. Model 4 parametreden oluşmaktadır. Bunlar; hidroloji, erozyon-sediment verimi, bitki besin maddesi değişimi ve taşınımı ile pestisit taşınımıdır (Knisel ve Douglas-Mankin, 2012).

Türkiye’de GLEAMS modelinin kullanımı sınırlı sayıda olup, Apaydın ve Öztürk (2003) Ankara ili Yenimahalle-Güvenç havzasında yaptıkları çalışmada CBS yardımıyla GLEAMS metodunu kullanmışlardır.

4.4. ICONA

CORINE yönteminin devamında üretilen bir modeldir. Zamanla yapılan çalışmalarda pek çok jeolojik veriyi de esas alan ICONA (Institute for CONservation of the NAture) modeli geliştirilmiştir (Bayramın vd., 2003).

ICONA, İspanya Doğal Kaynakları Koruma Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilmiş, arazi kullanımı, topoğrafik durum, bitki örtüsü yoğunluğu ve havzanın jeolojik özelliklerinin değerlendirilerek bölgenin erozyon risk haritalarının oluşturulduğu bir yöntemdir (Şekil 8). ICONA modeli iklim verilerinin kullanılmadığı erozyon modellerindendir. Bu model geniş alanlar için toprak kaybı tahmini yapabilmektedir (Yüksel vd., 2007; Yılmaz, 2010).

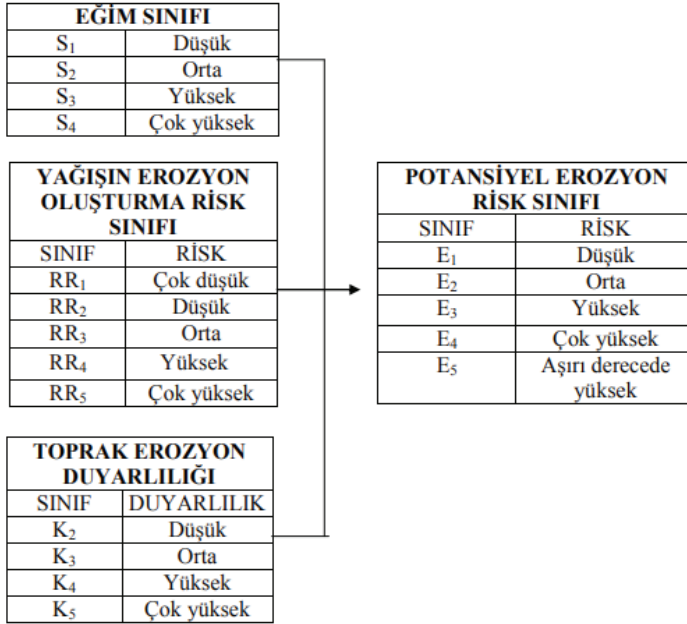


Şekil 8. ICONA yönteminin akış diyagramı (ICONA, 1997)

Türkiye’de ICONA yöntemi kullanılarak erozyon riskinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; Bayramın vd. (2003)’nin Ankara-Beyşehir bölgesinde, Dengiz vd. (2014)’nin Kastamonu ili İnebolu havzasında, Hatipoğlu ve Hatipoğlu (2020)’nin Harşit Çayı havzasında, Ediş vd. (2021)’nin Ankara ilinin Çubuk ilçesi sınırlarında yer alan Meşeli havzasında ICONA erozyon risk modeli kullanılarak erozyona duyarlı alanların belirlenmesi çalışmaları yaptıkları görülmektedir.

4.5. LEAM

LEAM (Land Erodibility Assessment Model), potansiyel erozyon risk ölçümlerinde yararlanılan erozyon tahmin yöntemlerinden biridir (Şekil 9). LEAM modeli, eğim tehlikesi, yağışın erozivite etkisi ve iklim ve toprağın erodibilitesi olan erozyon duyarlılık özelliği olmak üzere 3 parametreden oluşmaktadır (Erdem, 2017).

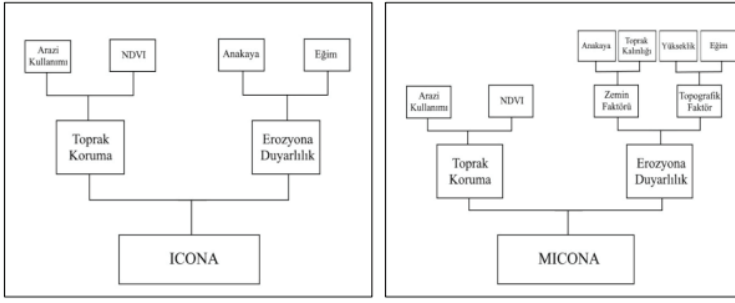


Şekil 9. Erozyon haritalamada LEAM metodu akış diyagramı (Erdem, 2017)

Türkiye’de LEAM yöntemi kullanılarak erozyon riskinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; Çakal vd. (2002)’nin Tortum gölüne ait bir su toplama havzasında, Karaş vd. (2009)’nin Sakarya’da bulunan Sarısu havzasında, Kanar ve Dengiz (2015)’in Kocaeli iline bağlı Madendere havzasında, Erdem (2017)’in Ordu ili Turnasuyu mevkinde yaptıkları araştırmalarda LEAM modeli kullanılmıştır.

4.6. MICONA

MICONA modeli, ICONA modeline toprak kalınlığı ve yükseklik verilerinin eklenmesi ile elde edilmiştir (Hatipoğlu ve Uzun, 2020). MICONA modelinde yağış verisi doğrudan kullanılmamaktadır. Hatipoğlu ve Uzun (2020) her 100 m'lik yükseklik artışında, yıllık yağış miktarının da 54 mm artırıldığı Schreiber formülünün her zaman doğru sonuçlar vermediğini belirtmektedirler. Bu sebeple MICONA modeline Schreiber formülü ile elde edilmiş yağış verisi yerine, yağış yanında diğer doğal ortam özelliklerini de temsil etmesi adına yükseklik verisi eklenmiştir. Ayrıca erozyonu doğrudan etkileyen toprak kalınlığı faktörü de önemli bir veri olarak modelde yer almaktadır (Hatipoğlu ve Uzun, 2020) (Şekil 10).



Şekil 10. MICONA Modelinin aşamaları (Hatipoğlu ve Uzun, 2020)

Türkiye’de MICONA yöntemi kullanılarak erozyon riskinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; Hatipoğlu ve Uzun (2020) Melet Irmağı Havzasında, Hatipoğlu ve Hatipoğlu (2020) Harşit Çayı Havzası’nda yaptıkları araştırmalarda MICONA modelini kullanmışlardır.

4.7. MUSLE

MUSLE modeli, USLE modelinde yer alan yağış enerji faktörü yerine yüzey akış enerji faktörünün yerleştirilmesiyle geliştirilmiştir. Eşitlik, Texas ve Nebraska’da 18 havzada bireysel olaylara ait verilerin değerlendirilmesi ve ABD’de 102 havzada uygulanarak geçerliliğinin ortaya konulması sonucunda yaygın olarak kullanılmıştır (Williams ve Berndt, 1977).

MUSLE modeli ile sediment verimi aşağıda yer alan ilişkiyle ifade edilmektedir (Williams, 1975).

$$Y=11.8(Qq p)^{0.56} K L S C P$$

(1) Formülde;

Y= sediment verimi (metrik-ton),

Q = yüzey akış hacmi (m^3),

qp = pik debi ($m^3 sn^{-1}$),

K =Toprak erozyon duyarlılık faktörü ($ton\ ha\ saat\ ha^{-1}\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$),

C = Bitki örtüsü ve ürün yönetimi faktörü,

P = Toprak koruma faktörü,

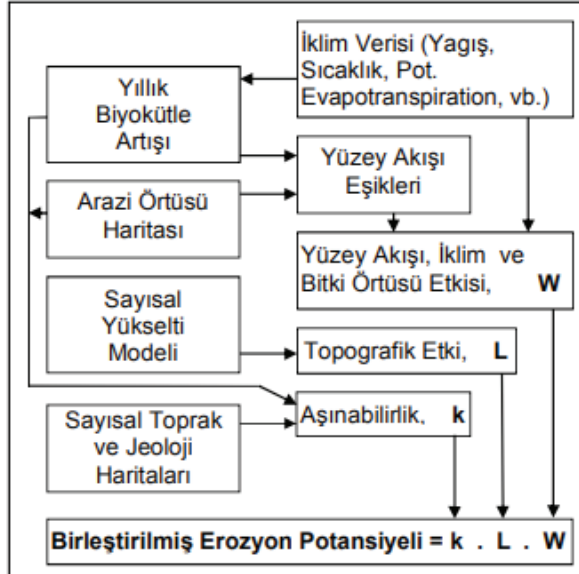
LS =Eğim uzunluğu ve eğim derecesi faktörü,

olarak belirtilmektedir.

Türkiye’de MUSLE modelinin kullanımı sınırlı sayıda olup Koç (2014)’un Tarsus (Mersin) Topçu Deresi alt havzasında yaptığı yüksek lisans çalışmasında ve Yılmaz vd. (2021)’nin Balıkesir-Bigadiç Kocadere havzasında yaptıkları araştırmalarda MUSLE modelini kullanmış oldukları görülmektedir.

4.8. PESERA

PESERA; iklim, bitki örtüsü, topografya ve toprak verilerini yüzey akışı ve toprak erozyonunu hesaplayabilmek için tek bir yapıda entegre eden erozyon tahmin modelidir (Şekil 11). Bu model 4 parametreyi (iklim, bitki örtüsü, topografya ve toprak) dikkate alarak erozyonu tahmin etmektedir.



Şekil 11. PESERA Modeli akış diyagramı (Berberoğlu vd., 2014)

Türkiye’de PESERA modelinin kullanımı sınırlı sayıda olup Çilek ve Berberoğlu (2013) Seyhan havzasında, Çilek vd. (2014) Akdeniz ve Ege havzalarında yaptığı araştırmalarda PESERA modelini kullanmışlardır.

4.9. SWAT

SWAT (Soil and Water Assessment Tool), ABD’de kırsal havzalarda noktasal olmayan kirlenmenin uzun dönemli etkilerini belirlemek ve su kaynaklarının gelişimi ve yönetimi, nehir ölçekli havzalarda temel hidrolojik işlemlerin anlaşılmasını sağlamak için geliştirilmiş bir havza modelidir (Arnold vd., 1998). Tarımsal havzalardan deşarj, sediment, besin ve pestisit verimlerini tahmin etmek için günlük, sürekli ve uzun vadeli simülasyonlar gerçekleştirebilmektedir (Neitsch vd., 2011). SWAT modeli, yüzeysel akış, infiltrasyon, perkolasyon, evapotranspirasyon, göl ve rezervuar depolaması, yeraltı akışı gibi hidrolojik süreçleri ve bitki besin elementleri ve pestisit yüklerini de modelleyebilmektedir. Model ile günlük veya daha uzun süreli simülasyonlar yapılabilmektedir. Çok büyük alanlarda çalışabilen SWAT modeli havzayı birden çok alt havzalara ayırbilmektedir. Model girdi parametreleri olarak meteorolojik, topografik, toprak, bitki örtüsü, arazi kullanımı gibi verileri kullanmaktadır (Arnold vd., 1998).

Türkiye’de SWAT yöntemi kullanılarak erozyon riskinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; bu modeli kullanan birçok araştırma olmakla beraber İmamoğlu (2017)’nin İstanbul ili Büyükçekmece Havzasında yaptığı ve Dutal (2020)’in Kahramanmaraş ilinde Körsulu Deresi Yağış Havzasında yaptığı doktora çalışmalarında SWAT modelini kullanmış oldukları görülmektedir.

4.10. SWRRB

SWRRB (Simulator for Water Resources in Rural Basins - Kırsal Havzalarda Su Kaynakları Simülatörü) havza modeli kırsal havzalarda su bütçesi ile ilgili işlemleri simüle eden bir modeldir. Modelin amacı, ölçüm yapılmamış kırsal havzalarda yönetimin su ve sediment verimleri üzerinde etkilerini kabul edilebilir doğrulukta tahmin etmektir. Hidroloji alt modeli su dengesi eşitliğine dayanmaktadır (Arnold ve Williams, 1987, Arnold ve Williams, 1995; Apaydın ve Öztürk, 2003).

Türkiye’de SWRRB modelinin kullanımı sınırlı sayıda olup Apaydın ve Öztürk (2003)’ün Ankara ili Güvenç havzasında yaptığı araştırmada SWRRB yöntemi kullanılmıştır.

4.11. USLE ve RUSLE

USLE (Universal Soil Loss Equation), erozyonla kaybolan toprak miktarının tahmin edilebilmesi amacıyla en çok kullanılan matematiksel

modellerden biridir. Toprak kaybı denklemi tarım arazilerinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Daha sonrasında inşaat sahaları, mera ve orman sahalarında kullanımlar için ilaveler yapılmıştır. 1985 yılında USLE'nin ilave araştırma sonuçları ve gelişen teknolojiye bağlı olarak yeniden gözden geçirilmesine (revize edilmesine) karar verilmiş, revizyon çalışmaları 1987'de başlamış ve yeni teknoloji RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) olarak adlandırılmıştır (Lal, 1994). RUSLE; iklim, toprak türü, arazi kullanım şekli, topoğrafya gibi erozyona neden olan faktörleri de dikkate alarak birim alana düşen yıllık toprak kaybını tahmin eden ampirik bir modeldir (Renard vd., 1997; Covert, 2003; Yüksel vd., 2007).

Türkiye'de USLE/RUSLE yöntemi kullanılarak yapılan birçok çalışma olmakla birlikte; Karabulut ve Küçükönder (2008)'in Kahramanmara Ovası ve çevresinde, Karas vd. (2009)'nin Sakarya ili Porsuk-Sarısu havzasında, Tüfekçioglu ve Yavuz (2016)'un Yusufeli mikro havzasında, Alparslan ve Küçükönder (2021)'in Kaman deresi alt havzasında, Çilek (2021)'in Göksu havzasında yaptıkları araştırmalarda USLE/RUSLE modelini kullanmış oldukları görülmektedir.

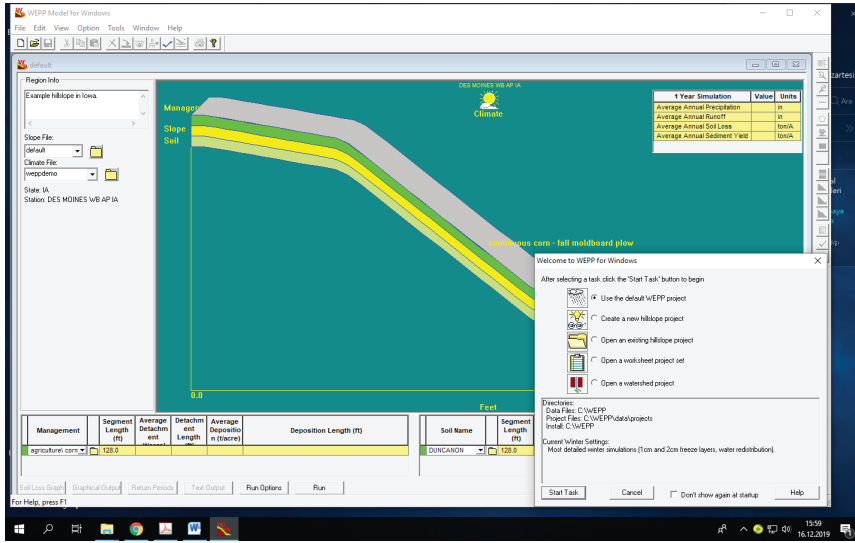
4.12. WEPP/GeoWEPP

WEPP (Water Erosion Prediction Project); toprak türü, iklim koşulları, topografik durum, toprak örtü yüzdesi dâhil olmak üzere belirli erozyon faktörlerini kullanarak sediment verimi ve yüzeysel akış tahmini için geliştirilmiş bir modeldir. WEPP işlem tabanlı model olduğu için, erozyon değerlendirmesine ve sediment veriminin belirlenebilmesinde önemli miktarda veri girişi gerektirmektedir (Flanagan ve Livingston, 1995). WEPP erozyon modeli, geniş ölçekte net toprak kaybı ve birikiminin zamansal ve mekânsal dağılımını tahmin edebilen sürekli bir simülasyon modelidir (Ascough II vd., 1997; Baffaut vd., 1997; Flanagan ve Nearing, 1995). Erozyon modelleri içerisinde özellikle son yıllarda en çok tercih edilen programlardan biri olan WEPP, CBS ile entegre edilerek GeoWEPP programı geliştirilmiştir. GeoWEPP programı GIS, WEPP ve TOPAZ programlarını entegre eden ve özellikle büyük yağış havzaları için uygulama imkanları sunan en son WEPP teknolojisidir (Martz ve Garbrecht, 1993; Garbrecht ve Martz, 1999). WEPP'in uygulanmasındaki en büyük zorluklardan biri olan karmaşık topoğrafik yapının belirlenebilmesi Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ile doğru bir şekilde sağlanabilmektedir.

WEPP modeli; veri giriş dosyalarını oluştururken basit DOS ara yüzeyi kullanılmakta ve iklim, toprak ve bitki dosyaları oluşturulabilmektedir. Modelin çıkış dosyalarını da yine grafik ortamda Windows üzerinde görmek mümkündür. Sürekli bir bilgisayar simülasyon programı olan WEPP erozyon modeli, yamaç bir araziden yüzeysel akışla birlikte meydana gelen toprak kayıpları ve sediment birikimini, derelerden mey-

dana gelen toprak kayıpları ve sedimentin taşınmasını tahmin etmektedir (Erdoğan Yüksel, 2015) (Şekil 12).

Türkiye’de WEPP/GeoWEPP modelinin kullanımı konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde; Yüksel vd. (2008)’nin Kahramanmaraş ili Orcan deresi havzasında, Özalp vd. (2017)’nin Artvin ili Godrahav deresi havzasında, Aydın (2009)’ın Gümüşhane-Torul Barajı yağış havzasında, Demir vd. (2018)’nin Tokat ilinde, Erdoğan Yüksel vd. (2019)’nin Çoruh nehrine birleşen Düz Dere havzasında, Dutal ve Reis (2020)’in Kahramanmaraş ilinde Körsulu Deresi Yağış havzasında WEPP/GeoWEPP yöntemini kullanarak erozyon tahminlerinde bulundukları görülmektedir.



Şekil 12. WEPP modelinde kaybolan toprak miktarı ve sediment veriminin yamaç boyunca programda gösterimi

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Erozyon, dünyanın var oluşundan beri yaşanan bir durumdur. Günümüzde toprak erozyonu en ciddi çevresel problemlerden birisi olarak kabul edilmektedir. Çünkü erozyon hem havza içerisinde önemli olup, hem de sediment taşınımı ile ilgili süreçleri içermektedir. Bir bölgede; arazilerin bozulma dereceleri dikkate alınarak yapılan toprak ve su korumaya çalışmalarında toprak erozyonunun dağılımının bilinmesi önemlidir. Toprak erozyonunun havza içi ve dışı etkisinin değerlendirilmesinde, erozyona uygun alanların büyüklüğü ve erozyon şiddetinin tanımlanması gerekmektedir.

Erozyon ölçümlerinin hem maliyetli hem de zaman alıcı olması birçok erozyon tahmin modellerinin gelişmesine neden olmuştur. Erozyon

tahmin modelleri ve artan sayıdaki modelleme yöntemleri ile bir havza veya bir alan üzerindeki erozyonun tahmini çalışmaları yapılmaya başlanmıştır.

Ülkemizde araştırmacıların kullandıkları erozyon modellerinden bu araştırmada; AGNPS, CORINE, GLEAMS, ICONA, LEAM, MICONA, MUSLE, PESERA, SWAT, SWRRB, USLE/RUSLE, WEPP/GeoWEPP tahmin modelleri irdelenmiştir.

Kırnak (2002)'ın Kuzey Amerika'nın Ohio bölgesinde yapmış olduğu araştırmada, WEPP ve AGNPS modelleri, coğrafi bilgi sistemi ile birlikte, Ohio'da yer alan tarımsal havzasındaki yüzey akış ile birlikte erozyonun tahmin edilmesinde kullanmıştır. İstatistiksel analizler WEPP modelinin ortalama yüzey akış, pik akış ve sediment miktarını AGNPS modeline göre daha iyi tahmin ettiğini göstermiştir. AGNPS modeli erozyonu % 17 oranında daha az tahmin ederken, WEPP modelinin sedimenti % 36 oranında fazla tahmin ettiği vurgulanmıştır.

Apaydın ve Öztürk (2003)'ün Ankara ili Güvenç havzasında yapılan çalışmada, AGNPS, SWRRB ve GLEAMS modelleri kullanılmıştır. Araştırmada buldukları sediment değerleri incelendiğinde AGNPS ve SWRRB'nin birbirine yakın sonuç verdiği, yıllık ortalama olarak hesaplanan değerden sırasıyla 15.94 ve 16.03 t/ha farklı tahminde bulundukları, GLEAMS'in ise sediment tahmininde ölçülen miktara göre oldukça düşük değerler tahmin ettiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışma sonucu olarak kullanılan her üç modelin de yüzey akış ve sediment verim tahmininde başarılı olamadığını, ancak bu sonuç sadece Güvenç havzası için geçerli olduğunu belirtmişlerdir.

Hatipoğlu ve Hatipoğlu (2020)'nin Harşit Çayı Havzası'nda yaptıkları çalışmada, ICONA modeli ile MICONA modelleri karşılaştırılmıştır. “Çok Yüksek” ve “Yüksek” riskli alanlar bir arada değerlendirildiğinde çalışma sahasında MICONA modelinin ICONA modeline göre 240.2 km² daha geniş bir alanı riskli gösterdiği görülmektedir.

Karaş vd (2009)'nin Porsuk-Sarısu Havzasında yaptıkları çalışmada, CBS tekniklerini kullanarak CORINE, LEAM ve USLE olmak üzere üç farklı erozyon haritalama metodundan yararlanarak havzanın erozyon risk haritalarının hazırlanması amacıyla yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçları CORINE yöntemine göre havza topraklarının % 97.12'sinde erozyon riskinin olmadığı şeklinde sonuç verirken, erozyon riskinin az ya da orta derecede olduğu alanların oranı % 2.88 bulunmuştur. LEAM yönteminin sonuçlarına göre havza topraklarının % 64.33'lik kısmının düşük, % 29.29'unun orta, % 5.42'sinin orta-yüksek ve % 0.96'lık kısmının ise yüksek derecede erozyon risk sınıfında yer almıştır. USLE yönteminin sonuçlarına göre havza için potansiyel toprak kayıplarının miktarı 0 - 179.9

t/ha/yıl arasında değişmekte olup; havza geneli için ortalama potansiyel toprak kaybı miktarı 1.88 t/ha/yıl'dır. Kullanılan erozyon haritalama yöntemlerinden CORINE ve LEAM dikkate aldıkları parametre değişkenlerinin sorgulamaları ile birbirine benzer yaklaşımlarla erozyonu haritalarken; USLE, birbirinden bağımsız oldukları varsayılan faktör değerlerinin çarpımlarının kombine etkisini yansıtmaktadır. Erozyon riskini az, orta, yüksek gibi benzer şekilde sınıflandıran CORINE ve LEAM yöntemleri ile erozyon nitelik yani kalite olarak tarif edilirken, USLE'de bu diğer ikisinden farklı olarak nicelik yani miktar olarak ifade edilmektedir. Ancak, erozyonu subjektif kavramlarla nitelik olarak sınıflandıran CORINE ve LEAM modellerinin kullanımında sonuçların karşılaştırılma ve yorumlanması tartışmalara yol açabilir.

Yılmaz vd. (2021)'nin Balıkesir ili Kocadere Havzasında yaptıkları araştırmada, süspanse sediment örneklemelerine ve akım verilerine dayalı olarak havzanın sediment anahtar eğrisi çıkarılmıştır. Buna göre alt havza sediment verimi 2.11 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ olarak belirlenmiştir. MUSLE eşitliği ile yapılan araştırmada tahmin edilen sediment verimi ise 2.22 ton ha⁻¹ yıl⁻¹ olmuştur.

Çilek vd. (2014)'nin Akdeniz ve Ege havzalarında farklı arazi kullanım türleri için yıllık toprak kaybını değerlendirmesi amacıyla yürüttükleri araştırmada, PESERA erozyon modeli ile RUSLE erozyon modeli sonuçları kıyaslanmıştır. PESERA'da elde edilen sonuçlar daha önemli bulunmuştur.

Shen vd. (2009)'nin Çin'deki Üç Boğaz Rezervuar Alanındaki Zhangjiachong Havzası için akış ve tortu verimini simüle etmek için yaygın olarak kullanılan iki model WEPP ve SWAT uygulanmıştır. Modeller çalıştırılmış ve simüle edilen akış ve sediman verim değerleri, ölçülen akış ve sediman verim değerleri ile karşılaştırılmıştır. Kalibrasyon periyodunda WEPP ve SWAT için model verimlilik değerleri sırasıyla akış için 0.864 ve 0.711 ve tortu verimi için 0.847 ve 0.678 olarak bulunmuştur. Bu durum her iki modelin sonuçlarının da kabul edilebilir olduğunu göstermektedir. Ancak araştırmacılar WEPP simülasyonlarının çoğu durumda SWAT'tan daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir.

Renschler ve Lee (2003), GeoWEPP büyük CBS veri kümelerinden WEPP modeli girişinin hazırlanmasına olanak tanıdığını, ancak, WEPP'in 260 hektardan daha büyük su havzalarında kanal süreçlerini simüle etmek için tasarlanmadığını belirtmişlerdir. Bunun yerine SWAT'ın daha büyük kanal ağlarının simülasyonunu sağlayan bir kanal yönlendirme prosedürü sunduğunu ifade etmişlerdir.

Sonuç olarak, erozyon modelleriyle ilgili yapılan çalışmalar iredelendiğinde erozyon tahmin modelleri tespit edilen son teknolojilerdir. Modeller bir havzaya veya bir alana ait özelliklerin değerlendirilmesinde hem araştırmacılara zaman kazandırmakta hemde arazi gözlemlerinden elde edilen değerlere yakın değerler ortaya koyması nedeniyle önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Alparslan, K., Küçükönder, M. (2021). Kaman Deresi Havzasının Erozyon Durumunun Değerlendirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(3), 216-232. doi: <https://doi.org/10.17780/ksujes.960853>.
- Apaydın, H., Öztürk, F. (2003). Yüzey akış ve sediment modellerinin coğrafi bilgi sistemi yardımıyla uygulanması. Journal of Agricultural Sciences, 9(4), 381-389. doi: https://doi.org/10.1501/Tarimbil_00000000841.
- Arnold, J.G., Williams, J.R. (1987). Validation of SWRRBSimulator for water resources in rural basins. J. of Water Resources Planning and Management, 113(2), 243-256.
- Arnold, J.G., Williams, J.R. (1995). SWRRB A watershed scale model for soil and water resources management. User manual, USA.
- Arnold, J.G., Srinivasan, R., Muttiah, R.S., Williams, J.R. (1998). Large area hydrologic modeling and assessment - part 1: model development. Journal of American Water Resources Association, 34, 73-89. doi: [10.1111/j.1752-1688.1998.tb05961.x](https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1998.tb05961.x).
- Ascoug II, J.C., Nearing, M.A., Baffaut, C., Liu, B.Y. (1997). The WEPP Watershed Model: I. Hydrology and Erosion. Transactions. American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 40(4), 921-933. doi: [10.13031/2013.21343](https://doi.org/10.13031/2013.21343).
- Aydın, C., Yıldırım, Y.E. (2003). Harabe Deresi Havzasında Yağış-Akış ilişkisinin AGNPS Modeliyle Değerlendirilmesi. Journal of Agricultural Sciences, 9(2), 243-248. doi: https://doi.org/10.1501/Tarimbil_00000000797.
- Aydın, M. (2009). Gümüşhane-Torul Barajı Yağış Havzasında Arazi Kullanımına Göre WEPP (Water Erosion Prediction Project) Modeli ile Toprak Kayıplarının Belirlenmesi ve Alınması Gereken Önlemler. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 9(1), 54-65.
- Babalık, A.A. (1999). Erozyon ve Türkiye. T.C. Orman Bakanlığı, Teknik Bülten, Sayı: 6, Sayfa: 3, Ankara.
- Baffaut, C., Nearing, M.A., Ascoug II, J.C., Liu, B. (1997). The WEPP Watershed Model: II. Sensitivity Analysis and Discretization on Small Watersheds Transactions. American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 40(4), 935-943. doi: <https://doi.org/10.13031/2013.21344>.
- Balcı, N. (1996). Toprak Koruması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Balcı, N., Öztan, Y. (1987). Sel Kontrolü, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Genel Yayın No: 113, Fakülte Yayın No: 12, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon.
- Bayramin, İ., Dengiz, O., Baskan, O., Parlak, M. (2003). Soil Erosion Risk Assessment with ICONA Model; Case Study: Beypazarı Area. Turkish Journal Agriculture Forestry, 27(2), 105-116.

- Berberoğlu, S., Çilek, A., Dönmez, C., Erdoğan, M. A., Ersoy, M., Akın, A., Şatır, O. (2014). İklim Değişikliğinin Türkiye’de Çevresel Risk Dağılımına Etkisinin Konumsal Modeller Yardımıyla Tahmini. 5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014), 14-17 Ekim, İstanbul.
- Binger, R.L., Theurer, F.D., Cronshey, R.G., Dardon, R.W. (2001). AGNPS 2001 User Manual, USA.
- Cebel, H., Akgül, S. (2011). Toprak Erozyonu, Oluşumu ve Koruyucu Önlemler. Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim, 134, 57-61.
- Cebel, H., Akgül, S., Doğan, O., Elbaşı, F. (2013). Türkiye büyük toprak gruplarının erozyona duyarlılık “K” faktörleri. Toprak Su Dergisi, 2(1), 30-45.
- CORINE (1992). Soil Erosion Risk and Important Land Resources in the Southern Regions of the European Community. EUR 13233, Luxembourg.
- Covert, A. (2003). Accuracy Assessment of WEPP-Based Erosion Models on Three Small, Harvested and Burned Forest Watersheds. MSc Thesis, Natural Resource College of University of Idaho, USA.
- Çakal, M.A., Birhan, H., Özlü, A., Coşkun, T., Yıldırım, N.Z., Sevim, Z., Bakır, H. (2002). LEAM metoduyla Tortum gölü havzasında erozyon riski taşıyan alanların coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama kullanılarak belirlenmesi. Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu, 18-20 Eylül, Mustafa Kemal Üniversitesi Antakya.
- ÇEM (2016). Türkiye’de Erozyon Kontrolü Çalışmaları. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Erozyonla Mücadele Müdürlüğü, Ankara.
- ÇEM (2018). Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Etüt Proje, Etüt Projenin Önemi, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara.
- ÇEM (2021). Erozyon Kontrolü. <https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/32/Erozyon-Kontrolu>, Erişim tarihi: 03.11.2021
- Çilek, A., Berberoğlu S. (2013). Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla Seyhan Havzasında PESERA ve RUSLE erozyon modellerinin kıyaslanması. TMMOB 2013 Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi. 11-13 Kasım, Ankara.
- Çilek, A., Berberoğlu, S., Erdoğan, M. A., Dönmez, C. (2014). PESERA ve RUSLE erozyon modellerinin Akdeniz ve Ege havzalarındaki sonuçlarının karşılaştırılması. UZAL-CBS 2014. 14-17 Kasım, İstanbul.
- Çilek, A. (2021). Düzenleyici Ekosistem Hizmetlerinde Toprak Erozyonunun Haritalanması: Göksu Havzası Örneği. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 36(2), 409-419. Doi: <https://doi.org/10.21605/cukurovaumfd.982792>.
- Dutal, H. (2020). Körsulu Deresi Yağış Havzasının Wepp (Water Erosion Prediction Project) ve Swat (Soil And Water Assessment Tool) Modelleri Kullanılarak Havza Amenajmanı Bakımından Planlanması Üzerine Araştırma-

- lar. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Dutal, H., Reis, M. (2020). Determining the effects of land use on soil erodibility in the Mediterranean highland regions of Turkey: A case study of the Korsulu stream watershed. *Environmental monitoring and assessment*, 192(3), 1-15. doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-020-8155-z>.
- Demir, S., Oğuz, İ., Özer, E. (2018). Estimation of soil losses in a slope area of Tokat Province through USLE and WEPP Model. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(12), 1838-1843.
- Dindaroğlu, T., Canbolat, M. (2013). Erzurum ili Kuzgun Baraj Gölü havzasında gerçek ve potansiyel erozyon risk alanlarının CORINE yöntemiyle belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 16(4), 8-15.
- Dengiz, O., İmamoğlu, A., Saygin, F., Göl, C., Edis, S., Dogan, A. (2014). Soil Erosion Risk Assessment Using ICONA Modelling For Inebolu Watershed. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 136-142.
- Dengiz, O., Coşkun, A. (2016). Farklı topografik pozisyon ve arazi örtüsü ve arazi kullanımı altında toprakların oluşumu ve agregat stabilite değerlerinin belirlenmesi. *Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, TÜCAUM*, 13-14 Ekim, Ankara.
- Ediş, S., Aytaş, İ., Özcan, A.U. (2021). ICONA modeli kullanarak toprak erozyon riskinin değerlendirilmesi: Meşeli (Çubuk/Ankara) Havzası Örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 15-22. doi: <https://doi.org/10.53516/ajfr.948519>.
- Erdem, M. (2017). Erozyon tahmin modelleri ile toprak kaybının hesaplanması. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Erdoğan Yüksel, E. (2015). Borçka Barajı Yağış Havzası'nda Meydana Gelen Toprak Erozyonu ve Sediment Veriminin WEPP Erozyon Tahmin Modeli ve CBS Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi. Doktora Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Erdoğan Yüksel, E., Özalp, M., Yıldırım, S. (2019). Predicting Soil Erosion Status of the Düz Creek Watershed in Artvin. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 19(3), 290-298. doi:10.17475/kastorman.662495.
- Erol, E., Çanga, M.R. (2004). Coğrafi bilgi sistemi tekniği kullanılarak erozyon tehlikesinin değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(2), 136-143.
- Everest, T., Özcan, H. (2017). Dürmek Havzası Mansap Bölümü Erozyon Riskinin CORINE Yöntemi ile Belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 39-47.
- Flanagan, D.C., Livingston, S.J. (1995). WEPP User Summary (USDA-Water Erosion Prediction Project). National Soil Erosion Research Laboratory, Report No:11, USA.

- Flanagan, D.C., Nearing, M.A. (1995). USDA-Water Erosion Prediction project: Hillslope profile and watershed model documentation. USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, NSERL Report No: 10, 1-123, USA.
- Garbrecht, J., Martz, L.W. (1999). TOPAZ: An Automated Digital Landscape Analysis Tool for Topographic Evaluation, Drainage Identification, Watershed Segmentation and Subcatchment Parameterization; TOPAZ Overview. USDA-ARS Publication No. GRL 9-I, USA.
- Giménez, A., Lozano, F. J., Torres, J. A., Asensio, C. (2019). Automated system for soil wind erosion studies. *Computers and Electronics in Agriculture*, 164, 104889. doi:10.1016/j.compag.2019.104889.
- Günay, T. (2008). Orman, Ormansızlaşma, Toprak, Erozyon, TEMA Vakfı Yayınları.
- Hatipoğlu, İ. K., Uzun, A. (2020). Melet Irmağı havzası'nda erozyon riskinin Micona modeli ile değerlendirilmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (74), 17-31. doi: <https://doi.org/10.17211/ted.644135>.
- Hatipoğlu, İ. K., Hatipoğlu, Ş. C. (2020). Harşit Çayı Havzası'nda ICONA ve Alternatif Olarak Geliştirilen MICONA Modellerinin Karşılaştırılması. *Journal of Social Sciences and Humanities*, 4(2), 108-135.
- ICONA (1997). Guidelines for Mapping and Measurement of RainfallInduced Erosion Proceses in the Mediterranean Coastal Areas. Priority Action Programme Regional Activity Centre, Split, Croatia.
- İmamoğlu, M.Z. (2017). Aktif Uzaktan Algılama Verileri Vve CBS Destekli Hidrolojik Model Kullanılarak Büyükçekmece Havzası'nın İncelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kanar, E., Dengiz, O. (2015). Madendere havzasında potansiyel erozyon risk durumunun iki farklı parametrik model kullanarak belirlenmesi ve risk haritalarının oluşturulması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 123-134. doi:10.19159/tutad.45374.
- Kara, Ö., Şensoy, H., Bolat, İ. (2010). Slope length effects on microbial biomass and activity of eroded sediments. *Journal of Soils and Sediments*, 10(3), 434-439. doi:10.1007/s11368-010-0192-8.
- Karabulut, M., Küçükönder, M. (2008). Kahramanmaraş ovası ve çevresinde CBS kullanılarak erozyon alanlarının tespiti. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11(2), 14-22.
- Karaca, A., Turgay, O.C. (2012). Toprak kirliliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 1(1), 13-19.
- Karaoğlu, M. (2014). Erozyon, Rüzgâr Erozyonu ve Iğdır-Aralık Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2), 167-172.
- Karaş, E., Oğuz, İ., Türkseven, E., Keskin, S. (2009). Sakarya-Porsuk-Sarısu-Havzasında CORINE, LEAM ve USLE metodolojilerinin kullanılarak

- erozyon risk haritalarının hazırlanması, 1. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, 16-18 Haziran, Konya.
- Kırnak, H. (2002). Comparison of Erosion and Runoff Predicted by WEPP and AGNPS Models Using a Geographic Information System. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26(5), 261-268.
- Knisel, W.G., Douglas-Mankin, K.R. (2012). CREAMS/GLEAMS: Model use, calibration, and validation. *Transactions of the ASABE*, 55(4), 1291-1302.
- Koç, G. (2014). Modifiye Edilmiş Üniöersal Toprak Kayıpları Eşitliğı (Musle) Kullanılarak Tarsus (Mersin) - Topçu Deresi Alt Havzası'nda Erozyon Potansiyelinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Lal, R. (1994). *Soil Erosion Research Methods*. Soil and Water Conservation Society and St. Lucie Press, Ankeny, IA, USA.
- Martz, L.W., Garbrecht, J. (1993). Automated Extraction Of Drainage Network And Watershed Data From Digital Elevation Models. *Journal of the American Water Resources Association*, 29(6), 901-908.
- Morgan, R.P.C. (2005). *Soil Erosion and Conservation*. Blackwell Publishing, USA.
- Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., Williams, J. R. (2011). *Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009*. Texas Water Resources Institute, Texas, USA.
- Özalp, M., Erdoğan Yüksel, E., Yıldırım, S. (2017). Subdividing Large Mountainous Watersheds into Smaller Hydrological Units to Predict Soil Loss and Sediment Yield Using the GeoWEPP Model. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(5), 1007-1017. doi:10.15244/pjoes/69171.
- Özhan, S. (2004). Havza Amenajmanı, İÜ Orman Fakültesi Yayınları, İÜ Rektörlük Yayın No: 4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481, İstanbul.
- Öztaş, T. (2012). Tarımsal toprak mekaniğı ve teknolojisinin gelişimi, kapsam ve önemi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 1(1), 4-5.
- Öztürk, F., Sönmez, F.K., Yıldırım, Y.E., Bayramın, İ., Apaydın, H., Karas, E (2003). Kurukavak deresi havzasında yüzey akış ve sediment miktarının AGNPS modeli ile tahmini. *Journal of Agricultural Sciences*, 9(3), 344-351. doi: https://doi.org/10.1501/Tarimbil_00000000835
- Özsoy, G. (2007). Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Teknikleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Blair, R. (1995). Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267(5201), 1117-1123.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., Yoder, D.C. (1997). *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with*

the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). United States Government Printing Office, Washington, USA.

Renschler, C. S., Lee, T. (2003). Assessment of BMPs for larger watersheds - requirements to link geowep and swat; in Total Maximum Daily Load (TMDL) Environmental Regulations-II Proceedings of the 8-12 November, pp. 550-556, Albuquerque, New Mexico USA.

Reis, M., Akay, A.E., Savaci, G. (2016). Erosion Risk Mapping Using CORINE Methodology for Goz Watershed in Kahramanmaraş Region. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 18, 695-706.

Schwab, D.O., Fangmeier, D.D., Elliot, W.J. (1993). RK, Krevet". Soil and water conservation engineering," 4th Edition, John Wiley and Sons, Inc. New York.

Shen, Z.Y., Gong, Y.W., Li, Y.H., Hong, Q., Xu, L., Liu, R.M. (2009). A comparison of WEPP and SWAT for modeling soil erosion of the Zhangjiachong Watershed in the Three Gorges Reservoir Area. *Agricultural Water Management*, 96(10), 1435-1442.

Shen, Y., Zhang, C., Wang, X., Zou, X., Kang, L. (2018). Statistical characteristics of wind erosion events in the erosion area of Northern China. *Catena*, 167, 399-410. doi:10.1016/j.catena.2018.05.020.

Shroder, J.F., Bishop, M.P. (1998). Mass movement in the Himalaya: new insights and research directions. *Geomorphology* 26, 13-35.

Stroosnijder, L. (2005). Measurement of erosion: is it possible? *Catena*, 64(2-3), 162-173.

Toy, T.J., Foster, G.R., Renard, K.G. (2002). Soil Erosion: Processes, Prediction, Measurement, and Control. John Wiley and Sons Inc, New York.

Tüfekçioğlu, M., Yavuz, M. (2016). Yusufeli mikro havzasında (Artvin) yüzey erozyonu toprak kaybının tahmin edilmesi ve erozyon risk haritasının oluşturulması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(2), 188-199. doi: 10.17474/acuofd.47342.

URL-1 (2021). <https://www.erosioncontrolservices.net/soil-erosion-basics-types-and-causes/>, Erişim tarihi: 03.11.2021

URL-2 (2021). https://kircaalihaber.com/?pid=3&id_news=21492, Erişim tarihi: 03.11.2021

URL-3 (2021). <https://www.americangeosciences.org/education/k5geosource/content/rocks/what-is-glacial-erosion>, Erişim tarihi: 03.11.2021

URL-4 (2021). <https://pixabay.com/photos/cliff-rocky-coast-rock-sea-waves-2350532/>, Erişim tarihi: 03.11.2021

URL-5 (2021). <https://earths-changingsurface.weebly.com/erosion.html>, Erişim tarihi: 03.11.2021

- URL-6 (2021). <https://tr.pinterest.com/rozkuszka/erosion/>, Erişim tarihi: 03.11.2021
- URL-7 (2021). <https://www.probroker.it/agronomi-agrotecnici-e-periti-agrari/>, Erişim tarihi: 03.11.2021
- URL-8 (2021). <http://expeditieaarde.blogspot.com/2015/01/whats-difference-between-weathering-and.html>, Erişim tarihi: 03.11.2021
- URL-9 (2021). <https://science4fun.info/erosion/>, Erişim tarihi: 03.11.2021
- Yılmaz, E. (2006). Çamlıdere Barajı Havzasında Erozyon Problemi ve Risk Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara.
- Yılmaz, H. (2010). Kürk çayı havzasının uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak erozyon riskinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.
- Yılmaz, G., Aruğaslan, L., Yüceerim, G. (2021). Kocadere Havzasında Sediment Veriminin Arazi Ölçümlerine ve MUSLE Modeline Dayalı Olarak Tahmin Edilmesi. Toprak Su Dergisi, Özel Sayı, 11-18.
- Yüksel, A., Akay, A.E., Reis, M., Gündogan, R. (2007). Using the WEPP Model to Predict Sediment Yield in A Sample, Watershed In Kahramanmaraş Region. International Congress River Basin Management, 2, 11-22. Antalya.
- Yüksel, A., Akay, A.E., Gündoğan, R., Reis, M., Çetiner, M. (2008). Application of GeoWEPP for Determining Sediment Yield and Runoff in the Orcan Creek Watershed in Kahramanmaraş, Turkey. Sensors, 8(2), 1222-1236. doi:10.3390/s8021222.
- Wang, F., Zhang, C., Peng, Y., Zhou, H. (2014). Diurnal temperature range variation and its causes in a semiarid region from 1957 to 2006. International Journal of Climatology, 34(2), 343-354. doi:10.1002/joc.3690.
- Williams, J.R. (1975). Sediment-yield prediction with Universal Equation using runoff energy factor. In: Present and prospective technology for predicting sediment yield and sources. Oxford: USDA. ARS-S-40, 244-252.
- Williams, J.R., Berndt, H.D. (1977). Sediment yield prediction based on watershed hydrology. Transactions of the ASAE, 20(6), 1100-1104.

Bölüm 14

ÇİFTÇİLERİN KURAKLIK KOŞULLARINDA SULAMA VE HİBE DESTEKLERİ KONUSUNDA DAVRANIŞ VE DÜŞÜNCELERİ: CEYHAN HAVZASI ÖRNEĞİ

Muhammed ÇUHADAR¹

¹ Bu çalışma “Kuraklık Koşullarında Uygun Sulama ve Tarım Tekniklerinin Üreticiler Tarafından Uygulanabilirliği: Ceyhan Havzası Örneği” isimli doktora tezinden türetilmiştir. Danışman: Prof. Dr. Ela Atış

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed ÇUHADAR, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye. E mail: muhammedcuhadar@gmail.com. ORCID: 0000-0003-0776-5893

1. GİRİŞ

Su, birçok sektör için hayati öneme sahip olan en önemli kısıtlardan biridir. Tarım sektörü açısından düşünüldüğünde bitkisel ve hayvansal üretim için su daha da büyük bir öneme sahip olmaktadır. İklim değişikliği, değişkenliği, kuraklık ve yanlış sulama yöntemleri nedeniyle su arzı günden güne azalmakta, çiftçiler ürünlerini zamanında ve yeterli miktarda sulayamamaktadır. Bu durumda iklim değişikliği ve kuraklığın olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması için yapılması gerekenler büyük önem arz etmektedir.

Tarım sektörü dünyadaki en büyük tatlı su kullanıcısıdır ve toplam tatlı suyun üçte ikisini tek başına tüketmektedir. Dünyanın birçok yerinde, sulama suyu aşırı kullanılmakta ve dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde tatlı su sıkıntısı kritik hale gelmektedir. Ayrıca, hızlı kentleşme, tarımda tatlı su ihtiyacı ile diğer sektörler arasında çatışmalara neden olmaktadır. Sonuç olarak, tarıma verilen tatlı su kaynaklarının, diğer sektörlerin gelişimsel ihtiyaçlarını karşılamak için yeniden rasyonalize edilmesi gerekecektir (Chai ve diğerleri, 2016). Bu da tarımda kullanılan suyun verimliliğini artırmak ile mümkün olacaktır. Su verimliliğini artırmanın yolu da büyük ölçüde sulama yöntemi ile ilişkilidir.

Tarıma ayrılan su miktarının artırılabilmesi ve diğer sektörlerle su kullanımı açısından rekabet halinde olması nedeniyle mevcut sudan en iyi şekilde yararlanmak ve su tasarrufu sağlamak, kuraklığın olumsuz etkilerini azaltma açısından bir zorunluluktur. Bunun içinde ülkemizde kullanılan sulama yöntemlerinin basınçlı sulamaya yönlendirilmesi ve çiftçilerin bu yöntemleri benimsemesi büyük önem arz etmektedir (Değirmenci ve diğerleri, 2016; Kartal ve diğerleri, 2019a; 2019b; Arslan ve diğerleri, 2020; Kartal ve diğerleri, 2020). Çünkü yüzey sulama yöntemlerinde sulama etkinliği yaklaşık %60 iken, basınçlı sulama yöntemlerinden bu oran %80-90'a çıkmaktadır (Howell, 2003; Irmak ve diğerleri, 2011; Smith ve diğerleri, 2005; Coşkun, 2008; Bjorneberg, 2013; Phocaides, 2007; Phocaides, 2000; Soussa, 2010). Bu da sudan %30 oranında tasarruf sağlanması anlamına gelmektedir.

Ülkemizde basınçlı sulama sisteminin çiftçilere benimsetilmesi için bu sistemlere (yağmurlama, damla) ve bu sistemlerle beraber yapılan güneş paneli kurulumunda çiftçilere kurulum bedelinin (KDV hariç) %50'si oranında hibe desteği sağlanmaktadır (Resmi Gazete, 2017; Resmi Gazete, 2021). Ayrıca araştırmanın yürütüldüğü dönemde susuz koşullarda üretilen ürünlerin yetiştirilmesi için buğday ve arpaya 5 kuruş/kg, nohut ve mercimeğe 50 kuruş/kg, yem bitkilerinden fiğ, burçak ve mürdümük için ise 60 TL/dekar destek verilmektedir (Resmi Gazete, 2018). 2020 yılında buğday ve arpa için verilen destek miktarı 10 kuruş/kg olmuştur (Resmi Gazete, 2020). Bu araştırmada da çiftçilerin bu destekler hakkın-

da bilgi sahibi olma durumu, yararlanma düzeyleri ve destekler hakkında çiftçilerin düşünceleri ve desteklerden yararlanma konusunda yaşanan sorunlar araştırılıp konu hakkında önerilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde;

- Wilcoxon Singed Rank Testi ve Hiperbolik İndirgeme Teorisini kullanarak hibe desteğinin artması durumunda, çiftçilerin basınçlı sulama sistemi tercih düzeyinin belirlenmesi ve yorumlanması,
- Çiftçilerin modern sulama ve tarım teknikleri kullanması yönünde davranış değişikliğini hedefleyen politika ve önlemlerin geliştirilmesi, amaçlanmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda araştırma hipotezleri şu şekilde belirlenmiştir:

- H1: Çiftçiler, basınçlı sulama sistemlerine sağlanan hibe desteği artırılırsa, bu sistemleri çok daha fazla tercih edeceklerdir.
- H2: Çiftçilerin susuz koşullarda üretilen ürünler için aldıkları destek yeterlidir.

Elde edilen bulgular, politika uygulayıcılar açısından önemli sonuçlar içermektedir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmaya ait veriler, Türkiye'nin 25 nehir havzasından biri olan Ceyhan Havzası'nda yer alan ve yağış yetersizliğinin en fazla yaşandığı ilçeler olan Afşin, Elbistan ve Ekinözü'nde 2018 Ekim-Kasım ve 2019 Mart-Nisan aylarında gerçekleştirilen anket çalışmasından elde edilmiştir. Anket sayısını belirlemek için Kahramanmaraş İl Tarım ve Orman Müdürlüğü (2017) verilerinden yararlanılarak araştırma bölgesinde tarımsal faaliyette bulunan toplam çiftçi sayısı baz alınmıştır. Örnek hacminin belirlenmesinde aşağıdaki oransal örnek hacmi formülü kullanılmıştır (Miran, 2002).

$$n = \frac{N (1 - p)}{(N - 1)\sigma^2_p + p(1 - p)}$$

Formülde;

= Örnek hacmi,

N = Toplam çiftçisi sayısı,

p = Kuraklıktan etkilenen çiftçilerin oranı,

σ^2_p = Oranın varyansıdır.

Hesaplama, kuraklıktan etkilenen çiftçi sayısını gösteren bir veri mevcut olmadığından ve maksimum örnek hacmine ulaşmak istendiğinden, $p: 0.50$ ve $(1-p): 0.50$ olarak alınmıştır. Yapılan hesaplamada anket çalışması için görüşülecek çiftçi sayısı %99 güven aralığı ve %10 hata payı ile 162 olarak belirlenmiştir. Araştırmada çiftçilerin geçmişten günümüze sulama konusundaki düşünceleri ve davranış değişikliklerinin yanında kuraklığın etkilerinin azaltılması için devlet tarafından sağlanan hibe destekleri kullanım durumu ve düzeyi ve hibe kullanımı ile ilgili sorunlar ve düşüncelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla bazı istatistikî farklılıkları test etmek için Wilcoxon Signed Ranks testi, Man Whitney U testi ve Ki kare testi kullanılmıştır. Ayrıca çiftçilerin hibe artışı olması şartıyla destekten yararlanmayı düşündükleri arazi miktarı ile hali hazırda destekten yararlanan arazi miktarı arasındaki fark, davranış değişikliği kuramlarından Hiperbolik İndirgeme (Hyperbolic Discounting) teorisi ile değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Çiftçilerin Demografik ve Sosyo-Ekonomik Özellikleri

Araştırma bölgesinde yapılan anket çalışması sonucu elde edilen verilere göre, çiftçilerin yaşı ortalama 52,47 yıl, hanehalkı büyüklüğü ortalama 5,07, ortalama eğitim süreleri 6,97 yıl, tarımsal tecrübeleri 31,36 yıl ve tarımsal gelirin toplam gelir içindeki payı %72 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Ayrıca çiftçilerin %93,2'si evlidir.

Çizelge 1. Çiftçilerin genel özellikleri.

Özellikler	Ortalama	Minimum	Maksimum	Std. Sapma
Yaş	52,47	24	77	11,91
Hane halkı sayısı	5,07	1	12	1,99
Eğitim (yıl)	6,97	0	15	2,92
Tarımsal tecrübe (yıl)	31,36	2	63	14,73
Tarımsal gelirin payı (%)	72,01	5,26	100,00	27,87

TÜİK 2018 yılı verilerine göre, Türkiye’de ortalama hanehalkı büyüklüğü 3,4 kişi olarak hesaplanmıştır (TÜİK, 2018). Kahramanmaraş ilinde mısır üreticileri ile yapılan bir çalışmada çiftçilerin yaş ortalaması 53 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, aynı çalışmada hanehalkı büyüklüğü 5,26 bulunmuş olup araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Candemir ve diğerleri, 2017). Aynı bölgede yapılan başka bir çalışmada ise tarımsal gelirin payı %87 olarak belirlenmiştir (Erdal ve diğerleri, 2013).

3.2. İşletmelere Ait Bilgiler

Anket çalışmasına katılan çiftçilerin işlediği toplam arazi miktarı yaklaşık 163 dekadır ve çiftçiler arazilerinin ortalama 9,57 dekarını nadasa

bırakmaktadır (Çizelge 2). Türkiye’de ortalama arazi büyüklüğü yaklaşık 58 dekar olarak hesaplanmıştır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018b). Bu sonuca göre, araştırma kapsamındaki işletmelerde işlenen arazi miktarı Türkiye ortalamasının çok üzerindedir. Araştırma bölgesinde sulanan arazi miktarı yaklaşık 64 da, sulanamayan arazi miktarı ise yaklaşık 99 dekardır (Çizelge 2). Türkiye’de işlenen arazilerin %31,4’ü sulanmaktadır (TÜİK, 2016a). Araştırma bölgesinde ise sulanan arazinin toplam işlenen araziye oranı %39,2 olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda arazi parçalılık durumu (parsel sayısı) 8.86 olarak bulunmuştur. Türkiye’de işletme başına düşen tarımsal arazi parça sayısı ortalama 5,9’dur (TÜİK, 2016b). Bu durumda, araştırma bölgesindeki parçalılık durumunun daha fazla olduğu ortaya çıkmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. İşletmelere ait arazi kullanım bilgileri

Bilgiler	Ortalama	%	Minimum	Maksimum	Std. sapma
Toplam işlenen arazi (da)	162,61	100,0	3	845	171,22
Sulanan arazi (da)	63,78	39,2	0	845	111,10
Sulanmayan arazi (da)	98,83	60,8	0	714	137,56
Nadas arazi (da)	9,57	5,9	0	203	30,55
Parsel sayısı	8,86	-	1	50	8,20

3.3. Çiftçilerin Sulama Konusundaki Davranış ve Düşünceleri

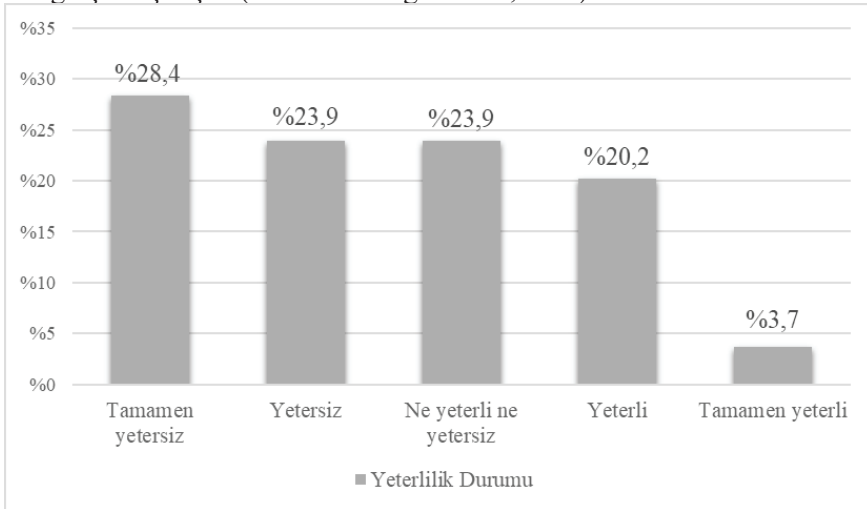
Araştırma kapsamındaki çiftçilere kuraklık koşullarında en önemli kaynaklardan biri olan su ve sulamaya ilişkin sorular yöneltilmiştir. Çiftçilerin 10 yıldan bu yana sulama yöntemlerindeki değişiklik incelendiğinde, 10 yıl önce çiftçilerin %98,3’ü çoğunlukla salma sulama yöntemini kullanırken, günümüzde bu oran %69,2’ye düşmüştür. Çiftçilerin, basınçlı sulama yöntemleri olan damla ve yağmurlama sulama yöntemlerini çoğunlukla kullanımı ise 10 yıldan bu yana %15,9’a kadar yükselmiştir.

Sulu tarım faaliyeti yürüten çiftçilere, sulama suyunun nereden temin edildiği sorulduğunda, çiftçilerin %33,9’u 10 yıl önce yeraltı suyu cevabı verirken, bu oran beş yıl önce %39,1, şu anda ise %55,6 olmuştur. Bu sonuca göre bölgede yerüstü sularındaki azalma nedeniyle yeraltı suyu kullanım oranı artmaktadır. Bunun sonucu olarak yeraltı suyu seviyesinde de ciddi bir düşüş görülmektedir (Çizelge 3). Konuyla ilgili bir çalışmada, Kaliforniyalı çiftçilerin 1984-2013 yılları arasında kuraklığın yüzey sularını azaltmasından dolayı yer altı suyu kullanımını artırdığı ortaya konulmuştur (Wallender ve diğerleri, 2017). Ayrıca, dünyada toplam sulanan alanların %62’sinin yüzey sularıyla, %38’inin ise yeraltı sularıyla sulandığı belirtilmektedir. Bu sonuç, araştırmanın beş yıl önceki rakamlarıyla tutarlıdır (FAO, 2011).

Çizelge 3. Çiftçilerin kullandığı sulama yöntemi ve su temin yerleri

Sulama Yöntemi (%)	10 yıl önce	5 yıl önce	Şimdi
Damla	1,7	0,9	14,9
Yağmurlama	-	0,9	15,9
Salma	98,3	98,2	69,2
Toplam	100,0	100,0	100,0
Sulama suyu kaynağı (%)	10 yıl önce	5 yıl önce	Şimdi
Yeraltı suyu	33,9	39,1	55,6
Kanal	25,0	20,9	13,9
Baraj-Gölet	22,6	20,0	11,1
Yüzey suları	18,5	20,0	18,5
Diğer	-	-	0,9
Toplam	100,0	100,0	100,0
Yeraltı suyu seviyesi (m)	64,5	76,7	96,1

Araştırma bölgesinde sulu tarım faaliyeti yürüten çiftçilere sulama suyunun yeterli olup olmadığı sorulduğunda, çiftçilerin %28,4'ü hiç yeterli değil, %23,9'u yeterli değil, yine %23,9'u ne yeterli ne yetersiz cevabı vermişlerdir. Sulama suyunun yeterli olduğunu düşünen çiftçilerin oranı %20,2 iken, tamamen yeterli cevabı veren çiftçilerin oranı ise sadece %3,7 olmuştur. Bu sonuç araştırma bölgesinde sulama suyunun çiftçi açısından yetersizliğini gözler önüne sermektedir (Şekil 1). Kahramanmaraş'ın Pazarcık İlçesinde gerçekleştirilen bir çalışmada sulama kanalından yeterli miktarda su alma derecesi incelenmiş ve çiftçilerin %45'i yeterli miktarda su alırken, suyun yetersiz olduğunu düşünen çiftçilerin oranı ise %11 olarak gerçekleşmiştir (Arslan ve Değirmenci, 2018).



Şekil 1. Sulama suyu yeterlilik durumu

Sulu tarım faaliyeti yürüten çiftçilere sulama suyu temin etmede herhangi bir sorun yaşayıp yaşamadıkları sorulduğunda %51,4'ü evet, %6,4'ü ise kısmen cevabını vermiştir. Yaşanılan sorun çeşidi sorulduğunda, %73 oranında “su kıtlığı”, %15,9 oranında “zamanında su alamama” ve %3,2 oranında “suda azalma” seçenekleri öne çıkmaktadır (Çizelge 4). Kahramanmaraş'ın Pazarcık İlçesinde yürütülen bir çalışmada çiftçilerin %12'sinin sulama suyunu zamanında alamadığı belirlenmiştir (Arslan ve Değirmenci, 2018).

Çizelge 4. Sulama suyu temin etmede sorun yaşama durumu ve yaşanan sorun çeşidi

Sulama suyu temin etmede sorun yaşama durumu	Çiftçi sayısı	%
Evet	56	51,4
Hayır	46	42,1
Kısmen	7	6,4
Toplam	109	100,0
Yaşanılan sorun çeşidi	Çiftçi sayısı	%
Su kıtlığı	46	73,0
Zamanında su alamama	10	15,9
Suda azalma	2	3,2
Boru maliyetlerinin fazlalığı	1	1,6
Borularda tıkanma	1	1,6
Elektrik voltajında düşme	1	1,6
Kanal çapının yetersiz olması	1	1,6
Su kirliliği	1	1,6
Toplam	63	100,0

Anket çalışmasına katılan çiftçilere sulama ücretleri ile ilgili olarak, “sulama suyu için çiftçilerden ücret alınmalı mı?” sorusu yöneltildiğinde genel olarak %58 oranında evet cevabı alınmıştır. Bu sonuç, sulama yapan ve yapmayan çiftçilere göre alındığında, sulama yapmayanlar (ya da yapamayanlar) büyük bir çoğunlukla (%84,9) sulama suyundan ücret alınması gerektiğini düşünmektedir. Sulama yapanlarda ise bu oran %45'e düşmektedir. Sulama yapan ve yapmayanlara göre sulama için çiftçilerden ücret alınıp alınmaması düşüncesi istatistiki olarak farklılık göstermektedir ($p<0,01$). Yani, sulama şansı bulunmayan çiftçiler, üretim faaliyeti yürüttükleri bölgeye sulama imkanı sağlanması için sulama suyuna ödeme yapmaya karşı daha hassastır. Ancak sulama yapan çiftçilerin %79,6'sı ödedikleri sulama ücretlerinin azaltılmasını istemektedir. Ayrıca, çiftçilere sulama için ücret alınmasının su tasarrufu sağlayıp sağlamadığı sorulduğunda, %72,8 oranında evet cevabı alınmıştır. Sulama yapan çiftçilerde bu oran %67,9 iken, sulama yapmayan çiftçilerde ise %83,0 gibi yüksek bir oran ortaya çıkmıştır (İstatistiki olarak 0,05 düzeyinde anlamlılık tespit edilmiştir). Sulama yapan çiftçilerin 1 dekar için yıllık sulama suyu masrafı yaklaşık 198 TL olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Sulama ücreti ile ilgili bilgiler

			Çiftçi sayısı	%
Sulama suyu için ücret alınmalı mı? (Ki kare: 23,369 p<0,01)	Sulama yapanlar	Evet	49	45,0
		Hayır	60	55,0
	Sulama yapmayanlar	Evet	45	84,9
		Hayır	8	15,1
Sulama için ödenen ücret?		Artırılmalı	3	3,2
		Azaltılmalı	74	79,6
		Değişmemeli	16	17,2
Sulama için ücret alınması su tasarrufu sağlar mı? (Ki kare (4,126) p<0,05)	Sulama yapanlar	Evet	74	67,9
		Hayır	35	32,1
	Sulama yapmayanlar	Evet	44	83,0
		Hayır	9	17,0
			Sayı	Ortalama
Sulama için 1 dekara ödenen ücret (TL/yıl)			109	197,93

Basınçlı sulama sistemleri (yağmurlama ve damla) hem su tasarrufu hem de verim artışı sağlamaktadır (Atalık, 2014). Araştırma bölgesindeki çiftçilerin sulama yöntemi verimliliği ile ilgili bilgiler değerlendirilecek olursa, çiftçilerin %95,7'sinin basınçlı sulama sistemlerinin su tasarrufu ve verim artışı sağladığını bildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde yer alan çalışmalarda sulama etkinliğinin salma sulamada ortalama %60, yağmurlama sulamada %80 ve damla sulamada %90 olduğu belirtilmektedir (Howell, 2003; Irmak ve diğerleri, 2011; Smith ve diğerleri, 2005; Coşkun, 2008; Bjorneberg, 2013; Phocaidés, 2007; Phocaidés, 2010; Sousa, 2010). Çiftçilere salma, yağmurlama ve damla sulama sistemlerinde, tarlaya uygulanan suyun % kaçını bitkinin kullandığı (sulama etkinliği) sorusu yöneltilmiştir. Çiftçilerin bu oranları tam olarak bilmeleri mümkün olmadığı için bu oranların %±10 cevapları da doğru kabul edilmiştir. Bu bağlamda, çiftçilere yöneltilen soruda salma sulama için %50-60-70, yağmurlama sulama için %70-80-90 ve damla sulama için %80-90-100 cevapları doğru kabul edilerek sonuçlar alınmış ve çiftçilerin %46,9'u salma sulamanın, %48,8'i yağmurlama sulamanın ve %79,6'sı damla sulamanın sulama etkinliğini doğru bilmiştir. Çiftçiler genelde yağmurlama ve damla sulama sistemlerinin etkinliklerinin %100 olduğunu düşünmektedirler. Bu yüzden yağmurlama sulama sistemi sonucu düşük, damla sulama sistemi sonucu yüksek oranda gerçekleşmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Çiftçilerin farklı sulama yöntemlerinde sulama verimliliğini bilme durumu

		Çiftçi sayısı	%
Basınçlı sulama sistemlerinin su tasarrufu ve verim artışı sağladığını bilme durumu	Evet	155	95,7
	Hayır	7	4,3
Salma sulama yönteminde bitkinin suyun % kaçını kullandığını doğru bilme durumu (50-60-70 cevapları doğru kabul edilmiştir)	Evet	76	46,9
	Hayır	86	53,1
Yağmurlama sulama yönteminde bitkinin suyun % kaçını kullandığını doğru bilme durumu (70-80-90 cevapları doğru kabul edilmiştir)	Evet	79	48,8
	Hayır	83	51,2
Damla sulama yönteminde bitkinin suyun % kaçını kullandığını doğru bilme durumu (80-90-100 cevapları doğru kabul edilmiştir)	Evet	129	79,6
	Hayır	33	20,4

3.4. Çiftçilerin Kuraklığın Etkisini Azaltabilecek Hibe Destekleri Konusundaki Düşünceleri

Bu bölümde, Türkiye’de çiftçilere verilen ve kuraklığın etkisini azaltmada faydalı olacağı düşünülen, basınçlı sulama sistemleri kurulumu, güneş paneli kurma ve doğrudan ekim makinesine verilen hibe destekleri için çiftçi görüşleri alınmıştır.

Türkiye’de araştırmanın yürütüldüğü dönemde basınçlı sulama sistemlerinin kurulumunda çiftçilere %50 devlet desteği sağlanmaktadır (Resmi Gazete, 2017). Araştırma bölgesindeki çiftçilerin %76,5’inin bu bilgidan haberdar olduğu tespit edilmiştir. Bu destekten yararlanan çiftçi oranı ise %15,3’tür.

Araştırma bölgesindeki çiftçilerin %76,5’inin basınçlı sulama sistemlerine verilen %50’lik hibe desteğinden haberdar olduğu ve bu çiftçilerin, ortalama 10,67 dekar arazileri için bu destekten yararlandıkları belirlenmiştir. Ancak çiftçilerin yalnızca 19’u (%15,3) bu hibeden yararlanmış ve ortalama 25000 TL destek almışlardır. Ayrıca, çiftçilere %50 hibe desteği yeterli değilse % kaç olması gerektiği sorulduğunda ortalama %67,61 olması gerektiği sonucu elde edilmiştir. Çiftçilerin, istedikleri oranlarda hibe artışı sağlandığı takdirde arazilerinin ortalama 53,21 dekarı için bu destekten yararlanacağı sonucuna varılmıştır. Son olarak, çiftçilerin %64,5’i, %50 hibenin yanında, bu sistemlerin kurulması için kendilerine faizsiz kredi tahsis edilirse, basınçlı sulama sistemlerini tercih edeceklerini belirtmişlerdir. Araştırma bölgesinde basınçlı sulama sistemi hibe desteğinden yararlanan çiftçilerin şikayetçi olduğu konulardan biri de verilen hibenin tek seferde değil de üç parça halinde ödenmesidir. Hibe desteğinden yararlanma oranını artırmak için hibe ödemelerinin tek seferde yapılması önem taşımaktadır. Zira çiftçilerin %8,4’ü hibenin tek seferde ödenmesi halinde bu hibeden yararlanacaklarını belirtmişlerdir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Basınçlı sulama sistemlerine verilen hibe desteği ile ilgili çiftçi görüşleri

		Çiftçi sayısı	%
Basınçlı sulama sistemlerine %50 hibe desteği verildiğini bilme durumu	Evet	124	76,5
	Hayır	38	23,5
Basınçlı sulama sistemlerine verilen %50 hibe desteğinden yararlanma durumu	Evet	19	15,3
	Hayır	105	84,7
		Çiftçi sayısı	Ortalama
Hibeden haberdar olanların destekten yararlandığı arazi miktarı (da)		124	10,67
Alınan destek miktarı (TL)		19	25000,00
%50 hibe desteği yeterli değilse % kaç olması gerektiği		162	67,61
Hibe desteğinden yararlanarak basınçlı sulama sistemi kurmak istenilen arazi miktarı (da)		151	53,21
Başka tür desteklerde basınçlı sulama sistemlerinin tercih edilme durumu	Faizsiz kredi	100	64,5
	Ödeme ertelemeli kredi	1	0,7
	Hibenin tek seferde ödenmesi	13	8,4
	Vergi indirimi	21	13,5
	Diğer	20	12,9
	Toplam	155	100,0

Basınçlı sulama sistemlerinin işletme masrafları, açık kanal sistemlerine göre daha fazladır (Değirmenci ve Arslan, 2018). Bu masraflardan en önemlisinin basınçlı sulama sistemi için kullanılan enerji gideri olduğu araştırma bölgesindeki çiftçiler tarafından belirtilmiştir. Türkiye’de araştırmanın yürütüldüğü dönemde basınçlı sulama sistemi ile birlikte yapılan güneş paneli kurulumunda çiftçilere %50 hibe desteği sağlanmaktadır (Resmi Gazete, 2017). Araştırma bölgesindeki çiftçilere bu destekten haberdar olup olmadıkları sorulduğunda %50 oranında evet cevabı alınmıştır. Çiftçiler için en önemli gider, elektrik enerjisi olmasına rağmen, çiftçilerin yarısı basınçlı sulama sistemlerinde kullanılması için verilen güneş paneli kurulum desteğini bilmemektedir. Bu destekten haberdar olan çiftçilerin hiçbiri bu destekten yararlanmamıştır ancak çiftçilerin %53,7’si yararlanmayı düşünmektedir. Ancak, çiftçiler bu hibenin ortalama %72,31 olması gerektiğini belirtmişlerdir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Güneş paneli kurmaya verilen hibe desteği ile ilgili çiftçi görüşleri

		Sayı	%
Güneş paneli kurmada %50 hibe desteği verildiğini bilme durumu	Evet	81	50,0
	Hayır	81	50,0
Güneş paneli kurma desteğinden yararlanma durumu	Evet	0	0,0
	Hayır	81	100,0
Güneş paneli kurma desteğinden yararlanmayı düşünme durumu	Evet	87	53,7
	Hayır	75	46,3
		Ortalama	
Çiftçilere göre hibenin olması gereken miktarı (%)		72,31	

Araştırma bölgesinde anket çalışmasına katılan çiftçilere doğrudan ekim yöntemini bilip bilmedikleri sorulduğunda, %55,6'sının bilmediği belirlenmiştir. Çiftçilerin %88,3'ü bu yöntemi daha önce hiç uygulamazken, %91,4'ü ise doğrudan ekim makinesine %50 hibe desteği verildiğinden haberdar değildir. Bu bilgilerden sonra çiftçilere doğrudan ekim makinesi alıp almayacakları sorulduğunda %38,9'u alacağını belirtmiştir. Ayrıca, çiftçilere “%50 hibe desteği yeterli değilse % kaç olmalı?” sorusu yöneltildiğinde, ortalama %63,95 olması gerektiği tespit edilmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Doğrudan ekim makinesine verilen hibe desteği ile ilgili bilgiler

		Sayı	%
Doğrudan ekim yöntemi hakkında bilgi sahibi olma durumu	Evet	72	44,4
	Hayır	90	55,6
Doğrudan ekim yöntemini uygulama durumu	Evet	19	11,7
	Hayır	143	88,3
Doğrudan ekim makinesine %50 hibe desteği verildiğini bilme durumu	Evet	14	8,6
	Hayır	148	91,4
Bu destekten yararlanarak doğrudan ekim makinesi alma isteği	Evet	63	38,9
	Hayır	99	61,1
		Ortalama	
Çiftçilere göre hibenin olması gereken miktarı (%)		63,95	

3.5. Çiftçilerin Hibe Kullanımı Açısından Davranış Değişikliğine Gitmelerinin Sağlanması

Araştırmanın önceki bölümünde kuraklığın etkisinin azaltılması açısından devlet tarafından bazı ürün ve yöntemlere sağlanan desteklerle ilgili çiftçilerin bilgi düzeyi ile görüşleri belirlenmiş ve bu desteklerden yararlanma durumları ortaya konmuştur. Belirtilen destekler arasında (sulama sistemi, güneş paneli, doğrudan ekim makinesi) yalnızca sulama sistemi desteğinden yararlanıldığı tespit edilmiş ve ayrıca, basınçlı sulama sistemleri için verilen mevcut destek miktarında artış olması durumunda, çiftçilerin bu hibeden yararlanmak için ne yönde davranış değişikliğine gidecekleri de belirlenmiştir. Bu amaçla, basınçlı sulama sistemlerine devlet tarafından sağlanan %50 hibe desteğinden haberdar olan çiftçilere şu anda arazilerinin kaç dekarında hibe desteğinden yararlanarak basınçlı sulama sistemi kurdurdukları sorulmuş ve ortalama 10,67 dekar cevabı alınmıştır (124 çiftçi). Daha sonra çiftçilere, %50 hibe desteği yeterli değilse kaç olmalı sorusu yöneltilmiş ve ortalama %67,61 cevabı alınmıştır. Çiftçilere talep ettikleri hibe desteği artışı sağlandığı takdirde, arazilerinin ortalama 53,21 dekarında basınçlı sulama sistemi kurulumu yaptıracağı belirlendikten sonra hibe artışı öncesi yararlanılan arazi miktarı ile hibe artışı sonrası çiftçilerin hibeden yararlanmayı düşündükleri arazi miktarı

arasında istatistiki olarak fark olup olmadığı Wilcoxon Signed Ranks Testi ile analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre iki ortalama arasında istatistiki olarak fark bulunmuş ($p < 0,01$) ve çiftçilerin, talep ettikleri hibe desteği artışı sağlandığı takdirde büyük bir davranış değişikliğine giderek hibeden yararlanacağı arazi miktarlarını artıracakları tespit edilmiştir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Çiftçilerin sulama sistemi desteğinden yararlandığı ve yararlanacağı arazi miktarları Wilcoxon Signed Ranks testi sonuçları

Ön test - Son test	n	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	z	p
Negatif sıra	3 ^a	52,67	158,00		0,000
Pozitif sıra	101 ^b	52,50	5302,00	-8,351 ^b	
Eşit	47 ^c				

Çiftçiler, talep ettikleri ortalama %67,61'lik hibe desteği sağlandığı takdirde basınçlı sulama sistemleri için şu anda yararlandıkları arazi miktarını ortalama 10,67 dekardan 53,21 dekara çıkaracağını belirtmiş (bkz. Çizelge 7) ve bu değişiklik istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur (bkz. Çizelge 10). Bu noktada, bu sonuç, davranış değişikliği kuramlarından Hiperbolik İndirgeme (Hyperbolic Discounting) teorisi ile değerlendirilmiştir.

Zaman tercihleri davranışsal ekonomi araştırmasının en aktif ve en gelişmiş bileşenlerinden biri olmuştur. Araştırmalar, bireylerin tercihlerini artan bir şekilde değil, hiperbolik (artan ve azalan) olarak yaptığını ortaya koymuştur. Yani, bireyler daha kısa sürelerde daha yüksek bir indirgeme oranına ve daha uzun sürelerde daha düşük indirgeme oranlarına sahip olabilmektedir (Anonim, 2012). Burada, indirmeden kasıt, bireyin elde edeceği faydanın bir kısmından feragat etmesidir. Hiperbolik İndirgeme, bireylerin gelecekteki eylemlerini daha kolay gerçekleştireceklerini düşündükleri için rasyonel davranmadıklarını öngörmektedir. Teoriye göre bireyler, daha küçük ödüller hemen elde edilebilir durumda değilse, uzun süreli faydaya her zaman daha çok değer vermektedirler (Heshmat, 2011). Örneğin, bugün herhangi bir birey, gelecek yıl sigarayla bırakmak isteyebilir, ama gelecek yıl geldiğinde bireyin zevkleri (içinde bulunduğu koşullar) sigara bırakmayı erteleyebilir (Anonim, 2012). Başka bir örnek olarak, bireyler bugünkü 100 TL'lik ödülü bir hafta sonraki 120 TL'lik ödüle tercih ederken, sekiz gün sonraki 120 TL'lik ödülü, bir hafta sonraki 100 TL'lik ödüle tercih edebilmektedir (Dolan ve diğerleri, 2010). Bu araştırmada bu durum, çiftçilerin gelecekte basınçlı sulama sistemleri için verilen hibe desteğinden daha fazla yararlanma isteği olarak gerçekleşmiştir. Çünkü teoriye göre bireyler, faydalı şeyleri bugünden ziyade, gelecekte daha fazla yapma eğilimindedir. Sonuç olarak, çiftçilerin hibe artışı şartı

ile hibeden yararlanma miktarını yüksek düzeyde artıracığını belirtmesi, Hiperbolik İndirgeme teorisine dayandırılabilir. Çiftçiler elbette gelecekte basınçlı sulama sistemlerinden yararlanmayı düşünmektedir. Ancak, gerçekten yararlanacakları düzey, elde edilen sonuç kadar yüksek olmayacaktır. Yani çiftçiler bugün %67'lik destek sağlandığında arazilerinin 53 dekarında bu sistemleri kullanmayacaklardır. Çiftçilerin basınçlı sulama sistemi kurdurmayı düşündükleri arazi miktarı (53,21 da) hibe artışından dolayı olmaktan ziyade, hiperbolik indirgeme etkisindedir.

3.6. Kuraklığa Dayanıklı Ürün Yetiştirmek İçin Beklenen Destek Düzeyi

Araştırma bölgesinde, çiftçilere araştırmanın yürütüldüğü döneme ait, susuz koşullarda üretilebilen ürünler için devlet tarafından sağlanan destek miktarları verilmiş (Resmi Gazete, 2018) ve bu ürünleri yetiştirmeye razı olmaları için kabul edecekleri minimum destek miktarları sorulmuştur. Çiftçiler buğday için ortalama 26,73 kuruş/kg, arpa için ortalama 27,12 kuruş/kg, nohut için ortalama 81,88 kuruş/kg, mercimek için ortalama 81,74 kuruş/kg ve yem bitkileri için ise ortalama 82,89 TL/da destek istemektedirler. Verilen destekler ile çiftçilerin bu ürünleri yetiştirmeye razı olmak için kabul edeceği minimum destek miktarı arasında anlamlı bir fark olup olmadığı test edilmiş ve bütün ürünlerde anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Sonuç olarak, susuz koşullarda üretilebilen bu ürünler için verilen destekler çiftçiler tarafından çok düşük görülmektedir ve bu desteklerin artırılması gerektiği elde edilen sonuçlardan açık bir şekilde anlaşılmaktadır (Çizelge 11). Çiftçiler bu hibe artışlarını elde edemezler ise, zaten düşük çapta üretilen ve kuraklığa buğday ve arpaya oranla daha fazla dayanıklılık gösteren nohut, mercimek ve yem bitkileri (fiğ, burçak, mürdümük) üretim alanında bir artış sağlanamayacaktır. Buğday ve arpaya ayrılan alanın hepsinde elbette ki nohut, mercimek, yem bitkileri yetiştirilmesi istenmemektedir. Ancak, bölge şartlarındaki kuraklığa daha dayanıklı buğday ve arpa çeşitleri geliştirilene kadar, nohut, mercimek ve yem bitkilerine ayrılan alanı artıracak önlemlerin alınması önemlidir.

Çizelge 11. Çiftçilerin Beklediği Fiyat Düzeyi

Ürünler	Verilen destek	Ürünleri yetiştirmek için beklenen minimum tutar	Man Whitney U testi	
			Z	p
Buğday	5 kuruş (kg)	26,73 (kuruş/kg)	-15,811	0,000
Arpa	5 kuruş (kg)	27,12 (kuruş/kg)	-15,812	0,000
Nohut	50 kuruş (kg)	81,88 (kuruş/kg)	-13,368	0,000
Mercimek	50 kuruş (kg)	81,74 (kuruş/kg)	-12,975	0,000
Fiğ, Burçak, Mürdümük	60 TL (da)	82,89 (TL/da)	-8,241	0,000

4. SONUÇ

Çalışmada, araştırma bölgesinde çoğunlukla uygulanan sulama yöntemlerine bakıldığında genel olarak salma sulama yöntemi kullanım oranının 10 yıldan beri azaldığı, yağmurlama ve damla sulama yönteminin ise arttığı görülmüştür. Yine de damla ve yağmurlama sulama yöntemi kullanım oranı günümüzde düşük seviyelerinde kalmıştır. Bu oranın gün geçtikçe artırılması gerekmektedir. Bu bağlamda damla ve yağmurlama sulama yöntemlerinin tercih edilmesi aşamasında kolaylaştırıcı uygulamaların yerine getirilmesi önem taşımaktadır. Araştırma alanında sulama suyu kaynağı bakımından, yüzey sularındaki azalmadan kaynaklı kanal, baraj-gölet ve dere-ırmak gibi sulama kaynaklarının kullanımında 10 yıldan bu yana azalma görülürken, yeraltı suyunu kullanma oranında dikkate değer bir artış görülmektedir. Yüzey sularındaki azalmadan dolayı artan yeraltı suyu kullanım oranı, yeraltı su seviyesini de düşürmüştür. Yeraltı ve yer üstü sularındaki azalma, çiftçilerin sulama suyunu yeterli bulup bulmadıkları sorusunu ortaya çıkarmış ve çiftçilerin yarıdan fazlasının sulama suyunu yeterli bulmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumda, kuraklık ve sulama suyunun etkin kullanılmamasından kaynaklanan azalmaların, çiftçilerin büyük bir bölümünü etkilediği sonucu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, çiftçilerin çoğu sulama suyu temin etmede sıkıntı yaşamaktadır ve bu sıkıntıların büyük çoğunluğu su kıtlığından, suyu zamanında alamamadan ve suda meydana gelen azalmadan kaynaklanmaktadır. Bu sonuçlardan hareketle, araştırma bölgesinde ciddi bir su sorunu göze çarpmakta ve acilen önlem alınmadığı takdirde bu sorun geri dönülemez boyutlara ulaşma potansiyelini barındırmaktadır.

Çiftçilerden sulama suyu için ücret alınmasının su tasarrufu açısından ne derece etkili olduğunun belirlenmesi, kuraklığın yaşandığı bir bölgede önemli bir konudur. Bu noktada, çiftçilerin çoğunun sulama suyu için ücret alınmasının su tasarrufu sağladığını düşündüğü sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, sulama yapan ve yapmayan çiftçilere göre alındığında; sulama yapmayanlarda çok daha yüksek bir oranda gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Yani sulama olanağına sahip olmayan çiftçiler sulama suyu için ödeme yapmaya daha isteklidirler. Ayrıca, çiftçiler sulama suyundan ücret alınması gerektiğini ve bunun su tasarrufu için önemli olduğunu belirtmekle birlikte, sulama ücretinin azaltılması gerektiği üzerinde de durmaktadırlar. Halbuki sulama suyuna ödenen ücreti azaltmanın en önemli yollarından biri, su tasarrufu sağlayacak ve su kullanım etkinliğini artıracak yöntemlerin uygulanmasıdır. Ayrıca güneş paneli kurulumu da çiftçilerin sulama için ödedikleri elektrik ücretinden kurtulmasını sağlayacaktır. Çiftçilerin bu yöntemleri kullanımının önündeki engellerin tespit edilip kaldırılması büyük önem arz etmektedir.

Çiftçilerin, kurak bir bölgede su tasarrufu sağlayan ve su kullanım etkinliği yüksek olan yöntemlerle ilgili bilgi sahibi olması, bu yöntemleri tercih etme bakımından çok etkili olacaktır. Bununla ilgili olarak, araştırma bölgesindeki çiftçilerin sulama yöntemleri ile ilgili bilgi düzeyleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, çiftçilerin basınçlı sulama sistemlerinin sulama etkinliğinin yüksek olduğunu bildiklerini göstermektedir. Ayrıca çiftçilerin çoğu basınçlı sulama sistemlerine %50 hibe desteği verildiğini bilmektedir. Bütün bu farkındalıklara ve hibe desteğine rağmen basınçlı sulama yöntemlerini kullanma oranları düşük düzeydedir. Bunun altında birçok neden yatmaktadır. Bunlardan bir tanesi araştırma alanında, eskiden yapılmış olan DSI sulamalarında açık kanal sistemlerinin yaygınlık göstermesidir. Bölgede sulama kanallarının kapalı sistem olarak düzenlenmesi basınçlı sulama sistemi tercihinin artıracaktır. Bir diğer sorun ise basınçlı sulama sistemi için verilen hibe desteği için bürokratik işlemlerin ve evrak işlerinin fazla olmasıdır. Ayrıca, bu sistemlerin kurulumu için sulama sistemi tedarikçisi ile kullanıcı arasında belirli bir sözleşme ve proje dahilinde alım yapılması zorunluluğu vardır. Bu çeşit sözleşme ve proje dahilinde çalışabilen tedarikçi firmaların ise çiftçilere yüksek masraflar çıkarabilmekte olduğu çiftçiler tarafından belirtilmiştir. Bu durumda söz konusu desteklerin çiftçilere pek yansımadığı ve sözleşme veya proje dahilinde yapılmayan sulama sistemleri kurulumunun daha düşük masraflı olduğu çiftçiler tarafından dile getirilmiştir. Ayrıca çiftçiler, hibe desteğinin yeterli olmadığını, artırılması gerektiğini ve hibe desteği dışında faizsiz kredi sağlanması durumunda basınçlı sulama sistemlerini tercih edeceklerini açıklamışlardır. Çiftçilerin, talep ettikleri hibe desteği artışı sağlandığı takdirde davranış değişikliğine giderek hibeden yararlanacağı arazi miktarlarını artıracakları belirlenmiştir. Bu durumda, araştırmanın birinci hipotezi olan “Çiftçiler, basınçlı sulama sistemlerine sağlanan hibe desteği artırılırsa, bu sistemleri çok daha fazla tercih edeceklerdir.” hipotezi kabul edilmiştir.

Araştırma alanındaki çiftçilerin en büyük masraf kalemlerinden biri sulama suyunun yeraltından çekilmesi için ödedikleri elektrik ücretidir. Çiftçilerin bu masraf kaleminden kurtulması için basınçlı sulama sistemi ile birlikte yapılan güneş paneli kurulumuna %50 hibe desteği verilmektedir. Ancak, çiftçilerin yalnızca yarısı bu destekten haberdardır ve çiftçilerin hiçbirisi bu destekten yararlanmamıştır. Hibe desteğinin artırılması durumunda çiftçiler, bu destekten yararlanacaklarını belirtmişlerdir. Basınçlı sulama sistemi hibe desteğinden yararlanmanın önündeki engeller kaldırıldığında güneş paneli kurulum desteğinden yararlanma oranı da artacaktır. Ayrıca, yine çiftçilere sağlanacak faizsiz kredi desteği de bu destekten yararlanan çiftçi sayısını artıracaktır.

Kuraklığın etkilerini azaltacak yöntemlerden bir tanesi de doğrudan

ekim yöntemidir. Bu yöntemle toprağın su tutma kapasitesi artırılarak kurak koşullarda geleneksel sürüm tekniklerine göre daha yüksek verim elde edilmektedir. Bu yöntem, bölge şartları dikkate alındığında araştırma bölgesi için çok uygun bir yöntem olarak göze çarpmaktadır. Araştırma bölgesindeki çiftçilerin bir kısmının bu yöntem hakkında bilgi sahibi olduğu belirlenmiştir. Bu oranın artırılması çeşitli yayım faaliyetleri ile mümkün olabilecektir. Doğrudan ekim yöntemini uygulayan ve doğrudan ekim makinesi için sağlanan %50'lik hibe desteğinden haberi olan çiftçi sayısı çok azdır. Çiftçilerin bir kısmı bu makineyi almak isteğini belirtmiştir. Doğrudan ekim makinesinin Tarım ve Orman Bakanlığı'nca bölge çiftçilerine tahsis edilerek çiftçilere kiralama yoluyla kullandırılması, çiftçilerin bu yöntemi benimsemesinin sağlanması için güzel bir uygulama olacaktır. Bu yöntemin faydalarını gören çiftçiler bu makineyi satın almak için hibe kullanımı kapsamında alım gerçekleştirecektir.

Kurak bölgelerde kuraklığa dayanıklı bitki seçimi, kuraklığın etkisini azaltma açısından bir gerekliliktir. Bu bağlamda araştırma bölgesindeki çiftçilere kuraklığa dayanıklı ürünlerin üretilmesi için verilen destek miktarları sunulmuş ve bu ürünleri yetiştirmeye razı olacakları destek miktarları sorulmuştur. Sonuç olarak çiftçilerin verilen destek miktarlarını yeterli görmediği ve artırılmasını talep ettiği anlaşılmıştır. Bu sonuçtan hareketle, araştırmanın ikinci hipotezi olan "Çiftçilerin susuz koşullarda üretilebilen ürünler için aldıkları destek yeterlidir." hipotezi reddedilmiştir.

Araştırma alanında tespit edilen sorunlardan diğeri ise, araştırma kapsamında yer alan Elbistan'a bağlı İğde köyünde ve bu köyün çevresindeki diğer sekiz köyde sulama kanalı olmasına rağmen çiftçilerin sulama olanağından faydalanamamasıdır. Görüşülen çiftçiler, sulama birliğinin elektrik dağıtım şirketine olan borcundan dolayı 2012 yılında faaliyetlerini durduğunu, ayrıca bunun, sulama birliğine su aidatını ödemediklerinden de kaynaklandığını, böylece yedi yıldır sulama yapamadıkları için büyük ekonomik kayıplar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Tüm bu sorunların çözümü ve bölgeye tekrardan su verilmesi için, sulama birliğinin elektrik dağıtım şirketine olan borcunun ya devlet tarafından ya da bölgede bu mağduriyeti yaşayan çiftçiler tarafından ödenerek (görüşülen çiftçiler bu borcu ödemeye razı olduklarını belirtmişlerdir) sulama kanalının tekrar aktif hale getirilmesi gerekmektedir. Bölgeye tekrar su verildikten sonra böyle bir sorunun tekrar yaşanmaması için ise, su kanallarının kapalı sistem haline getirilmesi ve su kanalına her çiftçi için su sayacı takılarak, kullanılan su miktarına göre su bedeli ödeme sistemi getirilmelidir. Bu sistem, basınçlı sulama yöntemlerine olan talebi de artıracaktır.

Tüm bu belirtilen önlemler alınıp sorunlar çözüldüğünde, ülke tarımı ve ekonomisine büyük katkısı olan araştırma bölgesinde yürütülen tarım

faaliyetinin günden güne artan kuraklık durumundan etkilenme derecesi önemli boyutlarda azalacaktır. Bu ve benzer araştırmaların, ülke ya da araştırma bölgesi çapında uygulanacak kuraklıkla ilgili politikaların belirlenmesinde yol gösterici olacağına inanılmaktadır. Ne zaman ve hangi bölgede etkili olacağı net olmayan ciddi bir kuraklık durumunda çiftçi odaklı çalışmalar sayesinde alınmış önlemler, hem bölge hem de ülke için ekonomik ve ekolojik anlamda önemli ölçüde yarar sağlayacaktır.

Bir araştırma sırasında yaşanan zorlukların ve çalışma kısıtlarının belirlenmesi, o konuda çalışma yapacak araştırmacılar için yol gösterici bir nitelik taşıyacaktır. Bu bağlamda, bu araştırmada belirlenen kısıtlar verilmiştir. Bu kısıtlardan birincisi, araştırma alanının tarımda verim kaybına neden olan termik santrallerin etrafında yer almasıdır. Bu durum, yaşanan verim kayıplarının kuraklık ya da termik santral kaynaklı olduğunu belirlemeyi zorlaştırmaktadır. Çalışmanın ikinci kısıtı, bölgede termik santral-den kaynaklanan gelir kayıpları olduğu için çiftçiler, bazı anket sorularına politik cevap verme eğilimi gösterebilmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Anonim, (2012). Influencing Consumer Behaviour: Improving Regulatory Design, Department of Finance and Deregulation, Australian Government, ris.pmc.gov.au/sites/default/files/posts/2013/01/influencing-consumer-behaviour.doc (Date of access: 28 September 2019).
- Arslan, F., Değirmenci, H., Kartal, S., ve Alcon, F. (2020). Mapping performance of irrigation schemes in Turkey. *Agronomy Research*, 18(4): 2303-2316.
- Arslan, F. ve Değirmenci, H., (2018). Sulama Şebekelerinin işletme-bakım ve yönetim modernizasyonunda RAP-MASSCOTE yaklaşımı: Kahramanmaraş Sol Sahil Sulama şebekesi örneği, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(1): 45-51s.
- Bjorneberg, D.L., (2013). Irrigation: Methods, Encyclopedia of Environmental Management, Agricultural Research Service, Kimberly, ID, USA, 10.1016/B978-0-12-409548-9.05195-2. <https://eprints.nwisl.ars.usda.gov/1568/1/1524.pdf> (Date of access: 24 October 2019).
- Candemir, S., Kızılaslan, N., Kızılaslan, H., Uysal, O. ve Aydoğan, M., (2017). Kahramanmaraş ilinde dane mısır ve pamuk üretiminde girdi gereksinimi ve karlılıkları açısından karşılaştırmalı analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1): 1-8s.
- Chai, Q., Gan, Y., Zhao, C., Xu, H.L., Waskom, R.M., Niu, Y. ve Siddique, K.H., (2016). Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress: A review, *Agronomy for Sustainable Development*, 36(3): 20-36pp.
- Coşkun, Z., (2008). Basınçlı sulama yöntemleri ve su tasarrufu, Sulama-Drenaj Konferansı, 10-11 Nisan 2008, Adana, Türkiye, Bildiriler Kitabı: 279-293s.
- Değirmenci, H., ve Arslan, F. (2016). Assessment of irrigated areas by sprinkler and drip irrigation methods in Lower Seyhan Plain. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(4): 454-461.
- Dolan, P., Hallsworth, M. ve Halpern, D., (2010). *Mindspace: Influencing Behaviour Through Public Policy*. Institute for Government, Cabinet Office London, 96p.
- Erdal, G., Erdal, H. ve Gürkan, M., (2013). Türkiye’de Uygulanan Tarımsal Desteklerin Üretici Açısından Değerlendirilmesi (Kahramanmaraş ili örneği), *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi*, 3(2): 92-98s.
- FAO, (2011). The state of the world’s land and water resources for food and agriculture (SOLAW)—managing systems at risk, <http://www.fao.org/3/a-i1688e.pdf> (Erişim tarihi: 16 Kasım 2019).
- Heshmat, S., (2011). *Eating behavior and obesity: Behavioral economics strategies for health professionals*, Springer publishing company, New York, 242p.

- Howell, T.A., (2003). Irrigation efficiency, Encyclopedia of water science, Taylor and Francis, New York, 467p.
- Irmak, S., Odhiambo, L.O., Kranz, W.L. ve Eisenhauer, D.E., (2011). Irrigation efficiency and uniformity, and crop water use efficiency, Biological Systems Engineering: Papers and Publications, Nebraska, 451p.
- Kahramanmaraş İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, (2017). Kahramanmaraş İli Tarımsal İşletme Verileri.
- Kartal, S., Değirmenci, H., ve Arslan, F. (2020). Assessment of irrigation schemes with performance indicators in southeastern irrigation district of Turkey. Journal of Agricultural Sciences, 26(2): 138-146.
- Kartal, S., Değirmenci, H., ve Arslan, F. (2019). Ranking irrigation schemes based on principle component analysis in the arid regions of Turkey. Agromony Research, 17(2): 456-465.
- Kartal, S., Değirmenci, H., ve Arslan, F. (2019). Sulama Kanal Çeşitleri ve Uzunluklarının Sulama Performans Göstergelerine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22(3): 444-450.
- Miran, B., (2002). Temel İstatistik, E.Ü. Matbaası, İzmir. 288s.
- Phocaides, A., (2000). Technical handbook on pressurized irrigation techniques. Food and Agric. Organ., Rome.
- Phocaides, A., (2007). Handbook on pressurized irrigation techniques. Food & Agriculture Org., Rome, 254p.
- Resmi Gazete, (2017). Kırsal Kalkınma Destekleri Kapsamında Bireysel Sulama Sistemlerinin Desteklenmesi Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2017/48) Sayı: 30263 Tarih: 17.12.2017.
- Resmi Gazete, (2018). Bitkisel Üretime Destekleme Ödemesi Yapılmasına Dair Tebliğ (Tebliğ No: 2018/17) Sayı: 30373 Tarih: 27.03.2018.
- Resmi Gazete, (2021). Kırsal Kalkınma Destekleri Kapsamında Bireysel Sulama Sistemlerinin Desteklenmesi Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2021/7) Sayı: 31406 Tarih: 25.02.2021.
- Smith, R.J., Raine, S.R. ve Minkevich, J., (2005). Irrigation application efficiency and deep drainage potential under surface irrigated cotton. Agricultural Water Management, 71(2): 117-130pp.
- Soussa, H.K., (2010). Effects of drip irrigation water amount on crop yield, productivity and efficiency of water use in desert regions in Egypt, Nile Basin Water Sci. Engineering J, 3(2): 96-109pp.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, (2018b) Faaliyet Raporu, Ankara, 416s.
- TÜİK, (2016a) “Tarımsal İşletme ve Yapı Araştırması 2016. Arazi Kullanımına Göre Sulanan ve Sulanmayan Arazi Dağılımı”. www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 16 Ekim 2019)

- TÜİK, (2016b) “Tarımsal İşletme ve Yapı Araştırması 2016”, İşletme büyüklüğüne göre işletme başına düşen tarım arazisi parça sayısı ve tarım arazisi ortalama parça büyüklüğü, www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 16 Ekim 2019)
- TÜİK, (2018). “İstatistiklerle Aile 2018”, www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 16 Ekim 2019).
- Wallander, S., Marshal, E. ve Aillery, M., (2017). “Farmers Employ Strategies To Reduce Risk of Drought Damages”, Unites States Department of Agriculture, Economic Research Service. https://ageconsearch.umn.edu/record/264878/files/https___www_ers_usda_gov_amberwaves_2017_june_farmers-employ-strategies-to-reduce-risk-of-drought-damages___WgnFJk4_OAx8_pdfmyurl.pdf (Erişim tarihi: 26 Ekim 2019)

Bölüm 15

LOJİSTİK VE TEMEL FAALİYETLERİ

Hasan SERİN¹

Yunus ŞAHİN²

1 Prof. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye. hasanserin@ksu.edu.tr. ORCID: 0000-0003-4359-0074

2 Arş. Gör., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye. ysahin@ksu.edu.tr. ORCID: 0000-0002-5193-5098

*Bu çalışma, Prof. Dr. Hasan SERİN'in danışmanlığını yaptığı Orman Ürünleri Sektöründe Karşılaşılan Lojistik Problemler Üzerinde Hedef Programlama ve Analitik Hiyerarşi Sürecin Uygulanması adlı tez çalışmasından alınmıştır.

1. Giriş

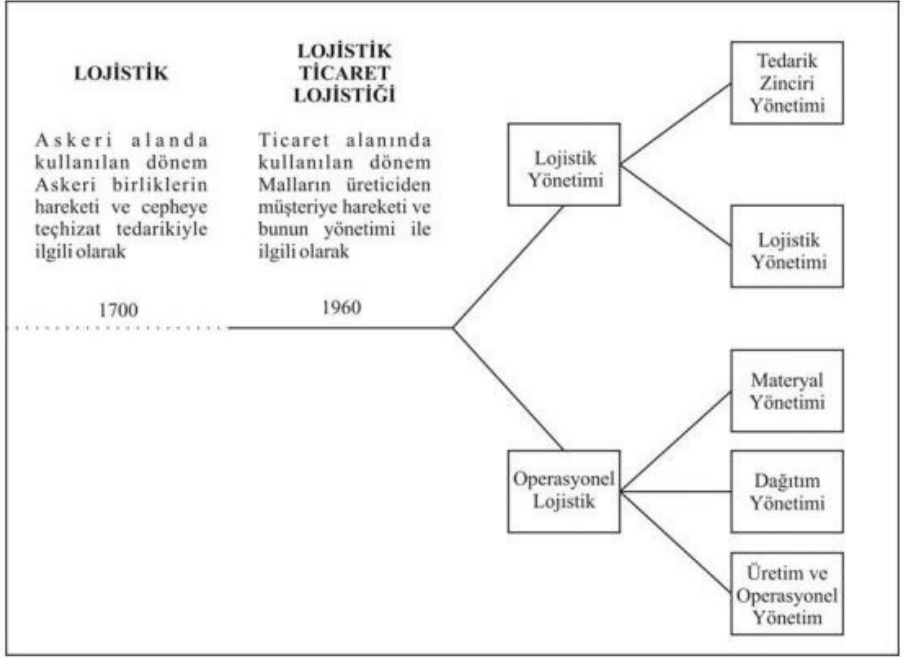
Lojistik, müşterilerin ihtiyaçlarını tatmin etmek için, üretimden tüketime doğru ilerleyen yolda hizmet, mal ve verilerin iki yönde ilerlemesine yönelik lojistik çalışmaların verimlilik ve etkinliklerinin iyileştirilmesidir (Tanyaş, 2006). Diğer bir tanıma göre malzemenin yönetimi ile bunun ne şekilde ve nasıl dağıtılacağını incelemektedir (Rusthon vd. 2010).

Geniş bir boyut kazanan lojistik, üretilen malzemelerin transferi ve depolara yerleştirilmesi haricinde; geri dönen malzemelerin taşınması, atıkların geri kazanılması ve yok edilmesi, fabrikaların ve depoların kuruluş yerlerinin belirlenmesi, malzeme elleçleme, satın alma, müşteri hizmetleri, sipariş işleme, tahmin, üretim, stok yönetimi, paketleme, planlama, parça ve hizmet desteği, ve iletişim gibi bir çok faaliyet yürütmektedir (Karacan ve Kaya 2011).

1.1. Tarih Boyunca Lojistiğin Gelişimi

İlk olarak askeri alanda kullanılan lojistiğin geçmişi binlerce yıl önce ortaya çıkmıştır. Bilimsel anlamda lojistik, tarımsal ürünlerin dağıtımı ile stratejik yönden avantaj elde etme, yer ve zaman faydası sağlamak amacıyla 1900'lü yıllarda başlamıştır (Douglas vd., 1998). ABD'de ve Avrupa'da Fordist üretim sisteminin uygulanmasıyla birlikte bir takım konuların önemi artmıştır. Hammaddenin tedarik edilmesi, yarı işlenmiş ve işlenmiş mamullerin taşınması, tedariki ve teslimatı gibi üretim sisteminde yer alan bu konular işletmeler açısından daha sık ele alınmaya başlanmıştır (Tutar vd., 2009).

Lojistiğin tarih boyunca gelişiminde önemli rol oynayan etkenlerden birisi de teknolojinin ilerlemesi olarak belirtilmiştir. Dünyada bir yerden bir yere ulaşımın farklı bir boyuta gitmesinin, teknoloji faktörünün yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren hızlı bir şekilde gelişmesi sağlamaktadır. Hatta işletmeler arasındaki rekabet ve lojistik sektörünün ilerleyişi arasındaki ilişkinin ortaya çıkma anı yirminci yüzyılın ikinci yarısı olarak düşünülmektedir. Ayrıca teknolojik alandaki gelişmeler, dünyanın farklı yerlerine erişilebilirliği artırmak için uluslararası boyutta ticareti ve bu ticaretin hacmini etkilediği tespit edilmiştir (Bayraktutan ve Özbilgin, 2014). Bu ortaya çıkan bütün faktörlerin bir arada bulunması, lojistik faaliyetlerinin gelişmesinde hızlı bir artışa neden olmuştur.



Şekil 1.1. Lojistiğin Tarih Boyunca Gelişimi

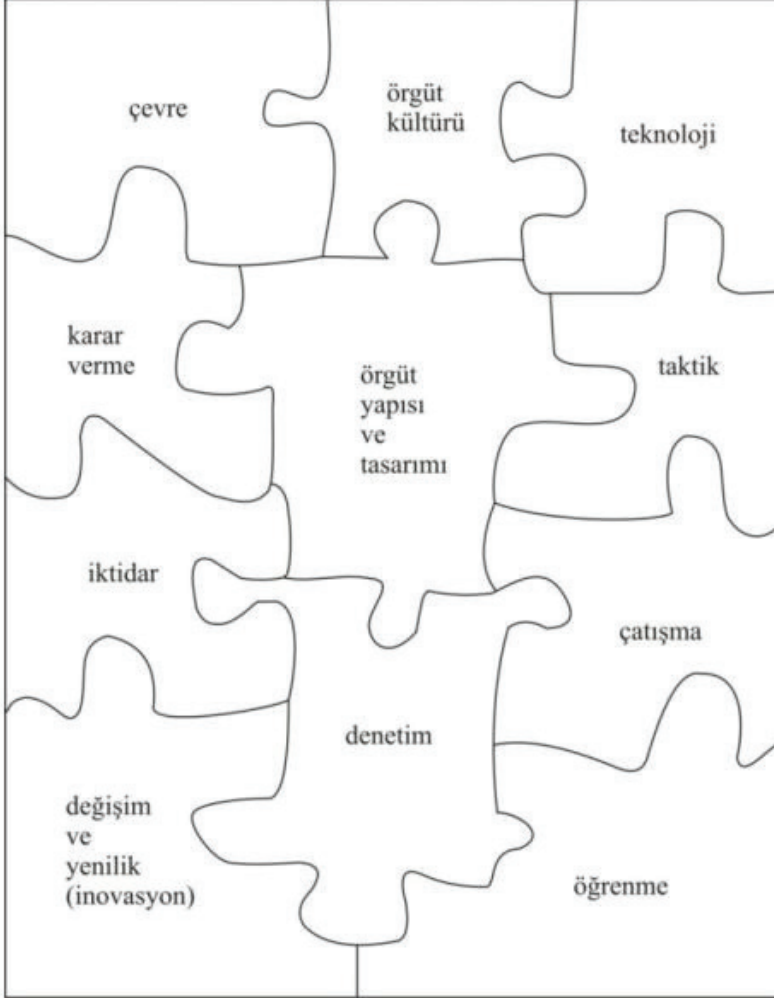
İçinde bulunduğumuz yüzyılda ve bir önceki asırda faaliyet gösteren işletmeler stratejik yönetim faaliyetlerini stratejik açıdan önemli olan konu ve faktörlerin neler olduğunu anlama ve onlara odaklanma faydasını gözeterek genişletmişlerdir (Durgun, vd., 2015; Serin ve Durgun, 2018). Dolayısıyla işletmeler stratejik açıdan 3 temel gelişmeye göre faaliyetlerini gerçekleştirmek zorunda kalmıştır. Bu 3 temel konu maliyetlerin düşürülmesi, kaliteli üretim ve müşteri memnuniyeti şeklinde düşünülmektedir. Bu şekilde tüketiciye istediği yer ve zamanda talep ettiği ürünü arz edebilmek çok önem kazanmıştır (Ruhan, 2001). Bununla birlikte günümüzde müşteriler lojistik firmalarından sadece bir malı bir yerden bir yere götürmelerini değil, tüm teknolojik donanımlara sahip şekilde bilgi akışını da sağlamalarını beklemektedirler. (Sezen ve Erdoğan, 2009).

1.2. Günümüzde lojistiğin temel faaliyetleri

Günümüzde kapsamlı olarak ilerleyen Lojistik faaliyetleri, ihracatçı ve ithalatçı ülkeler/firmalar arasındaki ulaşım işlemlerinin öncesinde bilginin akışını, iletişimde kullanılan yolları ve ulaşım sonrasında depolama işlemlerini yürüttüğü görülmektedir (Vallee, 2011). Çizelge 1.1’de lojistik faaliyetlerinin bünyesinde yer alan konular yer almaktadır. Şekil 1.2’de ise lojistik sistem yapısını oluşturan lojistik faaliyetlerle birlikte bu faaliyetlerin etkisi olan birkaç faktör yer almaktadır.

Çizelge 1.1. Lojistik faaliyetler (Sahavet G., 2006)

Temel Lojistik Faaliyetler	
Müşteri Hizmetleri	Depo/dağıtım merkezi yer seçimi ve yerleşimi
Taşıma	Dokümantasyon akışı
Envanter Yönetimi	Geri Dönen Malların Elleçlenmesi
Depo/Depolama Yönetimi	Ambalajlama
Elleçleme	Satın alma
Talep Yönetimi	Yedek parça ve satış sonrası hizmet
Sipariş Yönetimi	Tersine lojistik



Şekil 1.2. Lojistik Sistem Yapısı (Sahavet G., 2006)

Lojistik sistem yapısı içerisinde (Şekil 1.2) karar verme, örgüt yapısı, çevre, örgüt kültürü, teknoloji, öğrenme, taktik, denetim, inovasyon, çatışma gibi etkili faktörler yer almaktadır. Sistemde yer alan bu faktörlerin

her biri ayrı ayrı lojistik faaliyetlerin yürütüldüğü alanların belirlenmesinde direkt olarak etkisini göstermektedir.

1.2.1. Siparişleri Hazırlama Süreci

Lojistiğin temel faaliyetlerinden olan sipariş hazırlama süreci, alıcılardan temin edilen siparişler, siparişlerin müşterilerin isteklerini karşılama ve siparişlerin istenilen yere ulaşımı ve bu süreçlerin kontrol edilmesi olarak bilinmektedir. Alınan siparişleri yerine getirme bakımından müşterilerin taleplerini karşılayabilmesi, lojistik yönetiminde önemli bir faktör olarak görülmektedir. İşletmenin önemli bölümlerini oluşturan lojistik, üretim hattı ve pazarlama planlarını birlikte bütünleştirmesi etkili bir sipariş hazırlama süreci ortaya çıkarmaktadır (Özdemir, 2004).

Siparişlerin toplanması, planlanması, siparişlerin iletilmesi, siparişlerin hazırlanma süreci ve siparişlerin teslim edilmesi aşamaları sipariş döngüsünü oluşturmaktadır. Alınan siparişlerin minimum sürede alıcıya teslim edilmesi sipariş işleminin temel amacını oluşturmaktadır. Bundan sonraki aşamada işletme kendisine farklı bir rekabet avantajı oluşturacaktır. Sipariş döngüsü, nakil ve depolama gibi önemli faaliyetlerle iyi bir bütünleşme gerçekleştirirse etkili bir şekilde çalışması beklenecektir (Bilginer, vd., 2008).

1.2.2. Talep Tahmini ve Planlaması Süreci

Talep tahmininin birçok yapıda türleri bulunmaktadır. Örnek olarak; fiyatlandırma veya reklam ile ilgili tüketici talepleri, rekabet veya diğer benzer kavramlar ile ilgili talepler gösterilmektedir. Gelecekte müşteri tarafından talep edilmesi beklenen hizmet ve ürünlerin sonrasında bunların üretilmesinde kullanılması beklenen malzemelerin öncesinde oluşturulması talep tahmin süreci olarak bilinmektedir. Bu tahmin sürecinde yer alan gelecekteki ürün ve hizmet taleplerinin belirlenmesi, yapılan bütün tahminlerin başladığı noktayı sağlamakta ve işletmedeki diğer faaliyetler için gereken girdiyi oluşturarak önemli olan bir fonksiyonu meydana getirmektedir (Lambert, vd., 1998).

Bilindiği üzere bilgiye dayalı olarak talebin en üst düzeyde karşılanmasını isteyen talep yönetimi, diğer yandan da maliyet ve envanterin gecikme süresinin, giderlerin minimuma inmesini hedef olarak belirlemektedir. Talep tahmininin daha kolay yapılabilmesi için zincir halkaları arasında doğru yönetilen bilgi iletişiminin sağlanması gerekmektedir. Talep yönetimi gerçekleştirilmesi için talebin doğru tahmin edilmesi ve esnek üretim yeteneğine ihtiyaç duyulmaktadır (Gürdal, 2006).

Bir diğer konu olan üretim planlaması, firmanın sahip olduğu kaynaklarını rasyonel olarak kullanmasıyla istenilen kalite ile ürünlerin üretilmesi ile ilgili kararların alınması işlemi olarak belirtilmektedir. Başka

bir ifadeyle üretim planlaması; işletmenin kimler tarafından ne şekilde, nasıl ve ne zaman yapılacağına ilişkin faaliyetler ile birlikte üretim faaliyetlerinin istenilen kalite, miktar, yer ve zamana göre belirlenmesidir. Bu üretim planlaması ile ulaşılmak istenen hedef, belirlenen ürünlerin üretimini istenilen düzeyde ve özellikte gerçekleştirmesi olarak belirtilmektedir. Bu şartın gerçekleşmesi için ihtiyaç duyulan üretim işlemlerinin yeterli düzeyde ve en uygun zaman aralığında sağlanabilmesi ile oluşacaktır. İşletmede üretilmesi planlanan ürünün özellikleri ve miktarı; malzeme, işgücü ve sermaye, hammadde maliyetleri gibi üretim faktörleriyle direkt olarak ilgili olduğu belirtilmektedir (Yılmaz, 2006).

Hammaddenin zamanında ve istenilen miktarlarda temin edilmesi, üretim ve stok düzeylerinin tespit edilmesi, en düşük maliyetle üretim faaliyetlerinin sıraya konması ve sistemin oluşturulması, yeni tezgah, makine, ve teçhizatların elde edilmesi, ek kapasitelerin tespit edilmesi gibi sorunlar üretim planlaması ile çözüme ulaştırılmaktadır. İşletmelerde yer alan üretim planlamasının hedefi; üretim aşamasında yapılan faaliyetleri en düşük maliyetle gerçekleştirmek ve zamanında üretim yaparak müşteri taleplerini karşılamak olarak ifade edilmektedir (Yılmaz, 2006; Serin, vd., 2016).

1.2.3. Dağıtım Bağlantıları

İşletmelerin lojistik süreçleri ve müşterileri arasındaki kritik bağlantılar dağıtım bağlantıları olarak belirtilmektedir. Dağıtım bağlantılarındaki iletişim kanalları; firma, müşteri ve tedarikçi arasında ya da lojistik süreci bileşenleri arasında olabilmektedir (Lambert, vd., 1998).

1.2.4. Tesis ve Depo Seçimi

İşletmelerde lojistik faaliyetlerin etkin bir şekilde yerine getirilebilmesi için fabrika, depo gibi mekansal yerlerin belirlenmesi, lojistik fonksiyonlar arasında önemli bir karar noktası olarak gösterilmektedir. Farklı taşıma yollarının gündeme gelmesinde; üretimde kullanılacak malzemelerin üretim sürecine dahil edilmesi ve üretilen ürünlerin ise tüketicilerin kullanımına sunulması için pazara aktarılmaları neden olmuştur. İşletmelere ayrı birer avantaj sağlayabilecek nitelikteki konulardan birisi de ulaştırma olanaklarına istenilen zamanda, ölçüde, yerde erişilmesi olarak belirtilmektedir. Bundan başka, bölgelere göre farklılıklar gösteren bir faktör de taşıma maliyetleri olmaktadır. Tesis yer seçimi açısından dikkate alınması gereken konular arasında tüm bu durumlar yer almaktadır (Sevim, vd., 2008).

Ürünlerin bir noktadan diğerine daha düşük maliyetle ulaştırılması için etkili bir şekilde yer seçimi yapılarak verimlilikte artış elde edilecektir. İşletmelerde tesis yerinin seçilmesi önemli aşamalardan birisi olmakta

ve bu faktörün lojistik süreç içerisinde etkinliğini ve verimliliğini büyük ölçüde etkilemektedir (Lambert, vd., 1998).

1.2.5. Parça ve Servis Desteği

Lojistik süreç içerisinde yer alan ürünlerin hammadde veya mamul olarak lojistik biriminin, bunların tamir ve servisleriyle de ilgilenmesi gerekmektedir. Ayrıca ürünün müşteriye teslim edilmesi, satış sonrasında gerek yedek parça gerekse müşteri servisi hizmetlerinin yerine getirilmesi lojistik biriminin bu süreç içerisinde sorumlulukları olarak belirtilmektedir (Lambert, vd., 1998).

1.2.6. Satın Alma

İşletmenin nasıl lojistik birimi iç ve dış ilişkileri ve malzeme akışlarını üstleniyorsa satın alma birimi de işletmenin iç ve yukarı yönlü kanal faaliyetlerini üstlendiği ifade edilmektedir. Satın alma faaliyetlerinin literatürde; malzeme yönetimi, stratejik kaynak, tedarik yönetimi veya stratejik tedarik yönetimi denilmektedir. Genellikle satın almanın biriminin sağladığı fayda; uygun ürün veya hizmetin, uygun miktar, kalite ve şartlarda, doğru tedarikçiden, uygun zamanda, uygun fiyatla, uygun yerde olması olarak belirtilmektedir. Lojistik faaliyetlerin sürdürülebilirliği açısından satın alma biriminin faaliyetleri önemli olmaktadır. İlave olarak satın alma biriminin görevleri arasında; sadece satılma işleminin gerçekleşeceği mallar, üretimde kullanılması planlanan malzeme ve parçalar, işletme bünyesinde kullanılacak olan ürünler olarak gösterilmektedir. Satın alma biriminin faaliyetlerinin daha önemli hale gelmesinde; satın alma biriminin işlevlerinin uygun zamanda, uygun fiyatla, uygun miktarda, uygun kalitede, uygun kaynak yöntemiyle yapılması ve satın almanın beş temel doğrusu olan zaman, fiyat, miktar, kalite ve kaynak faktörlerinin bulunması gösterilmektedir (Lambert, vd., 1998).

1.2.7. Antrepo ve Depolama

Antrepo veya depo; üretimde kullanılan hammadde, yarı mamul ve nihai ürünlerin, başlangıç ve tüketimin yapıldığı yerlerde veya bu iki nokta arasında stok işleminin yapıldığı kapalı alanlar olarak belirtilmektedir. Genellikle uzun dönem için ya da proje çalışması şeklinde düşünülen depolama sürecinde stratejik karar vermek ve lojistik kaynağın dağıtılması ile ilgilendiği ifade edilmektedir. Bu tür stratejik kararlara yeterli önem verilmelidir çünkü ekonomik anlamda maksimum nokta hedeflense de karar verme sürecindeki bilişsel yanlılıklar, duygular ve sosyal etkileşimler işletmenin arzuladığı sonuçları düşürebilmektedir (Serin, vd., 2020). Tedarikçiler ve tüketiciler arasında antrepo veya depolar bir köprü oluşturabilirken tek başına bunlardan birisi tedarikçi olarak görülmediği belirtilmektedir. Genellikle rutin ve kısa dönemli kararlar olan operasyon ka-

rarları, lojistik performansının gerçekleşmesi ve kontrol edilmesi ile ilgili olmaktadır (Lambert, vd., 1998).

Genellikle ardiye, bir malzemenin fazladan olduğu yerler olarak belirtilirken, fiziki dağıtım sürecinde hareket yerlerinden biri olan depolar ise, bir şeyin korunması, saklanması ve gerektiğinde kullanılması amaçlı konulduğu yerler olarak tanımlanmaktadır. Malzeme yönetiminin en önemli elemanı olan depolama işleminin sağladığı faydalardan biri de, yüklü miktardaki malların tüketicilerin ihtiyaç duyduğu zamanda ve miktarda onlara ulaştırılmak üzere hazır bulundurulması olarak belirtilmektedir. Lojistik zincir boyunca önemli bir halka olan depolama işlemi, bir plan ile birlikte gerçekleşmeli ve teknik detaylara uygun olarak yerine getirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Depolamanın önemli bir süreç olarak görülmesindeki sebepler arasında; maliyetlerin düşürülmesi, lojistik iş süreçlerinin aksamaması ve müşteri beklentilerinin en üst düzeyde karşılanması gösterilmektedir. Ayrıca depoların görevlerinde sadece lojistik iş akışında yer alan stok yönetiminin başarılması değil, aynı zamanda statik stokların korunma ve bulundurulması da yer almaktadır. Bu nedenle depoların kilit rol üstlenmelerinin nedeni; tedarikçiye, üreticiye, dağıtıcıya ve perakendecilere yönelik verdikleri hizmetler olarak belirtilmektedir (Koban ve Keser, 2007).

1.2.8. Envanter Yönetimi

Envanter yönetimi Lojistik yönde yapılan çalışmaların önemli konularından biri olarak belirtilmektedir. Malların ya da eşyaların depolanması ile ileride ortaya çıkması muhtemel olan ihtiyaçları karşılanmakta ve bu şekilde envanterinde yaptığı işlev görülmektedir (Karadoğan, 2008). İşletmelerin üretim yaparken kullandıkları hammadde, yarı mamul ve diğer malzemelerin tedarik edilmesi veya satın alma işlerinin yürütülmesi, iş akışının düzgün bir şekilde sağlanması faaliyetleri envanter yönetimi konuları arasında yer almaktadır (Bilginer, vd., 2008). Gelecekte ortaya çıkma ihtimali olan talepler ile ilgili tahminde bulunmak ve üretim/dağıtım arasındaki maliyetin azaltılması envanter yönetiminin faaliyetleri arasında bulunmaktadır.

İşletmelerin ortaya çıkardığı mal ve hizmet akışlarının devamlılığını yürütmek ve stokta yer alan ürünlerin miktarı ile istenilen talebin eşleştirme işlemini dengelemek envanter yönetiminin amacı olarak bilinmektedir. Envanter yönetiminin etkinliğinin durumu işletmenin faaliyetleri süresince elde ettiği karlılığı etkilemektedir. Envanter maliyetlerinin düşürülmesi ya da satış miktarlarının arttırılması ile işletmenin karlılığının artışı gerçekleşmektedir. Ayrıca envanter yönetiminin sürecinde pazara doğru gerçekleşen ürün akışında, hangi noktalarda, ne kadar miktarda ürünün yer alacağı önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. İlave olarak

envanterin aşırı düzeyde bulunması yanında, az olması veya gereken şartlarda muhafaza edilememesi de ek maliyet unsuru olarak görülmektedir.

Envanterin istenen seviyede gerçekleşmemesi günümüzde karşılaşılan en önemli işletme problemlerinden biri olarak bilinmektedir. Lojistik içerisinde yürütülen önemli iş faaliyetlerinden biri olan envanterin maliyetler üzerinde olan etkisinin büyük olduğu görülmektedir (Gürdal, 2006). Ayrıca işletmelerde yer alan üretim sistemlerinin ilerleme kaydetmesi ile farklı ürünlerin üretime yer verilmesi, tedarik süreci, müşteri talepleri ve ürünle ilgili faktörlerdeki belirsizlikler ve aralarında bulunan ilişkinin karmaşık hale gelmesi, envanter için gerekli olan düzeye çıkarılması ya da düşürülmesi hedefindeki uygulamaların önemli olduğunu belirtmektedir. Bununla birlikte yanlış izlenen envanter yönetimi politikaları sonucunda, işletmenin maliyetleri yükseldiği görülmektedir (Keskin, 2006).

1.2.9. Ambalajlama Süreci

Depolama, taşıma, saklama gibi önemli aşamalarda ambalajlama işlemi ürünlerin özelliklerini muhafaza etmekte yardımcı olmaktadır. Ambalajlama işlemi pazarlama sürecinde ürünlerin pazarlanmasında da rol oynamaktadır. Ürünün korunmasını, taşınmasını, depolanmasını, satışını ve kullanılmasını kolaylaştıran ambalajlama işlemi, herhangi bir malzeme ile ürünlerin kaplanması olarak belirtilmektedir (Keskin, 2011).

Ambalajlama işleminin farklı görevleri yer almaktadır. Ambalajlamanın 7 belirgin görevi bulunduğunu belirten Robertson ve lojistik enstitüsü, temelde 3 ana görev üzerinde yoğunlaştığını anlatmaktadır. Bu görevlerden birincisi; lojistikle alakalı bilgilere dayalı olmakta ve ambalajlama işlemi, üretilen ürünün hareketini muhafaza etmektedir. Ambalajlama ile ilgili masrafların artış sebeplerinden birkaçı; bozulması, çalınması, yanlış yere gönderilmesi ve üründe ortaya çıkabilecek zararların engellenmesidir. İlave olarak, lojistik faaliyetler ile ilgili olarak son günlerde önem kazanan gelişmeler ambalajlamanın öneminin artmasına neden olmuştur. Örneğin bu gelişmelerden bir kaç; depolama işleminde otomasyona başvurulması, bilgi teknoloji kullanımının artması ve birçok malzemenin kullanılması olarak gösterilmektedir. Etkili bir ambalajlama sürecinde, depolamaya ait planlarda ve yapılarında iyi yönde gelişmelere sebep olmuş ve depolardaki verimliliği arttırmıştır. Depolama sürecinde önemli bir faktör de ambalajlamanın boyutları olarak belirtilmektedir (Bilginer, vd., 2008).

İkinci olarak ambalajlama sürecinde, ürünün pazarda tanıtılmasını sağlamaktır. Satın alma motivasyonu olarak hizmet eden ambalajlama özellikle satıcı olarak bakıldığında, ambalaj ürünün çekiciliğini arttırmaktadır. Ayrıca ambalajlama sayesinde ürün müşteri tarafından kolay olarak tanınmakta ve seçilmesini sağlayarak, alışveriş sırasında harcanan süreyi kısaltmaktadır. Üçüncü fonksiyonu ise ambalajlamanın, malze-

menin taşınması ve kullanılmasının kolaylığı ile ilgili olmaktadır. Hem araçlar hem de tüketiciler için ambalajlama işlemi, ürünlerin taşınması ve depolanmasında kolaylık sağlamaktadır. Ürünlerin kullanılmasında da ambalajlama işlemi rol oynamaktadır (Prendergast ve Pitt, 1996).

Ambalajlama işlemi malzeme yönetiminde; maliyetlerin düşmesi, hizmet seviyesinin yükselmesi ve taşıma işleminin kolaylaştırılması açısından çok önemli olarak görülmektedir. Pozitif bir etkiye sahip olan ambalajlama sistemi; depo verimliliğinin, düzeninin ve tasarımın artırılmasında aktif rol oynamaktadır. Ambalajlamanın ilk olarak pazarlamada ve lojistikte fonksiyonları bulunmaktadır. Ambalajlama, pazarlama ile ilgili tüketiciye ürünler hakkında bilgi vermekte ve ürünlerin tasarımı ile reklamını yapmaktadır.

1.2.10. Müşteri Hizmetleri

Bugünkü halini alan müşteri hizmetleri kavramı, sürekli evrim geçirmektedir. Müşteri memnuniyeti sadece yer ve zaman faydasının ortaya koyulduğu zamanlar olan 1970'lerden öncesinde fiziksel dağıtma işlemi, işletme odaklı bakış açısında olan bir sistem olarak görülmekteydi. Müşteri servisi hala 1970 ve 1980'lerde işletme odaklı ve reaktif olarak dikkate alındığı bilinmekte ve müşteri servisi tanımı 1980'lerin ilk yıllarında müşteri değerinin gelişimi için doğru bir yön göstermiştir. Ayrıca tedarik zincirine önemli değer ekleyen yararları sağlayan müşteri hizmetleri, maliyet etkinliği yolunu kullandığı bilinmektedir. Bundan dolayı, müşteri hizmetlerinin tedarik zinciri boyunca ve en son müşteri için değer yaratılmasında önemli rol oynadığı bilinmektedir (Korpela, vd., 2001).

İki farklı aşamada müşterilerin hizmet beklentileri ortaya çıkmaktadır. Yeterli hizmet aşaması ve arzulanan hizmet aşaması müşterilerin hizmet beklentilerini ortaya çıkaran aşamalardır. Müşterinin almayı beklediği “dilediği” hizmet performansı arzulanan hizmet aşaması olarak belirtilmektedir. Tüketicinin “alması gerektiğini düşündüğü” ve “alabileceğine inandığı” hizmet performanslarının bir karışımı olarak arzulanan hizmet aşaması tanımlanmaktadır. Fiyat rekabeti üzerinde belirgin bir avantaj sağlayan müşteri hizmetleri, rekabetçi yeni mükemmel bir silah olarak karşımıza çıkmaktadır (Johnson, v.d., 1999).

Tedarikçi-müşteri ilişkisini geliştirmede ve daha fazla müşteri bağlılığı yaratılmasında kullanılan bir faaliyet alanı olarak gösterilen müşteri hizmetleri, giderek artan bir öneme sahip olan fiyat rekabetinden çok, yüksek kaliteyi hedeflemeye çalışan araçlardan birisi olarak gösterilmektedir (Johnson, v.d., 1999).

1.2.11. Malzeme Elleçleme

İşletmelerde ürünlerin depolarda veya antrepolarda manuel veya me-

kanik olarak taşınması, kaldırılması, havalandırılması, yükleme ve boşaltılma işlemleri ile ilgili faaliyetleri kapsayan sürece malzeme elleçleme denilmektedir (Lambert, vd., 1998).

1.2.12. Ters Lojistik

Günümüzde Lojistik bölümü, ambalajlama süreci, üretim hattı ya da dağıtımdan sonra ortaya çıkan atıkların uzaklaştırılmasında ve yok edilmesinde rol oynamaktadır. Ters lojistik işleminde elde edilmiş ürünleri, lojistik tekrar kullanım, tekrar işleme ya da geri dönüşüm işlemleri için depolaması ile birlikte ortadan da kaldırabilmektedir. Bu arada Avrupa ülkelerinde ambalajlamada kullanılan malzemeler veya sürecini tamamlamış bir ürünün ortadan kaldırılması için sıkı tedbirler bulunmaktadır (Lambert, vd., 1998).

1.2.13. Geri Dönen Malların Elleçlenmesi

Geri dönen ürünlerin tekrar üretime dönebilmesi ve gelen ürünlerin küçük partiler veya adetler halinde gelmesi sebebiyle lojistik biriminin faaliyetlerini gerçekleştirirken uzmanlık göstermeleri gerekmektedir. Müşteriden ilk üreticiye kadar birçok alt aşama, lojistik faaliyetler kapsamında en uzun süreli işlem olarak ifade edilmektedir (Lambert, vd., 1998).

1.2.14. Ulaşım

İnsanın, eşyanın ve iletişim bilgilerinin bir fayda oluşturmaları için ekonomik, hızlı ve güvenli olarak yerlerinin değiştirilmesi ulaştırma olarak adlandırılmaktadır. Ürünlerin, insanların ve haberlerin coğrafi olarak yer değiştirmesi, ulaştırma sektörünün faaliyetleri doğrultusunda gerçekleşmektedir. Tarım ya da sanayi sektörü gibi mal üreten bir sektör olmayan ulaştırma sektörü diğer sektörlerin üretkenliği ile ilgili etkili bir rol oynamaktadır. Bir hizmet sektörü olan ulaştırma sektörü, tarım ya da sanayi sektörlerinde olduğu gibi depolanma fonksiyonu bulunmamaktadır. Bundan dolayı bu hizmet sektörü doğru yerde yeterli miktarda kullanılması gerekmektedir. Çünkü bu durumların dışında ulaşım hizmeti vermek ülke ekonomisinde kayıplar verdiği bilinmektedir. Ulaşım politikalarının; ekonomik, sosyal ve kültürel bir etkinlik olarak ülke şartlarına uygun olarak iyi bir şekilde tanıtılması ve dikkatlice bu politikaların uygulanması gerekmektedir. Ülkenin politik, ekonomik, sosyal ve kültürel bütünlüğünü doğru uygulanan bir ulaştırma şebekesi tarafından sağladığı belirtilmektedir. Bu hizmet sektörü; maliyetlerin düşmesinde, üretimin etkin bir şekilde artmasında ve kalkınmasında kolaylık sağlamaktadır. Ulaştırma talebini, minimum zaman ve maliyet ile, güvenli olarak sunmak, hizmet sektörü olan ulaştırma sektörünün temel amacı olarak görülmektedir. Sistemlerden birine ağırlık vermekle hedefe gidilmediği fakat ulaştırma sistemleri arasında koordinasyonu sağlayacak bir alt yapının oluşturulması

ile bu amaca ulaşılması öngörülmektedir (Bulut, 2007).

Ulaştırma faaliyeti, lojistik faaliyetler arasında en önemlilerinden birini oluşturduğu bilinmektedir. Farklı taşıma sistemlerinden yararlanılarak taşıma faaliyetinin yerine getirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu sistemler, Demiryolu taşımacılığı, karayolu taşımacılığı, denizyolu taşımacılığı, havayolu taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığı bu sistemleri oluşturmaktadır.

1.2.14.1. Kara Yolu Ulaşımı

Günümüzde taşımacılık alanında en çok tercih edilen kara yolu taşımacılığı olmaktadır. Sebebi ise bu taşımacılık türü güvenli olmakta ve hem yaygın olarak kullanılır hem de daha fazla yükün taşınmasına olanak sağlamaktadır. Bir ev taşınmasından, bir fabrikanın taşınmasına kadar her tip taşımacılık kara yolu taşımacılığıyla gerçekleşmektedir. Gerek kolaylık açısından gerekse maliyet açısından daha avantajlı olan karayolu taşımacılığı bu sektörde kullanımı en yaygın taşıma şekli olarak bilinmektedir (Elbirlik, 2008).

Oldukça esnek olan bu taşımacılık türünde yükleme ve boşaltma işlemlerinin kolaylıkla yapılabilmesi, tarifeli yüklemelerin sıkça yapılabilmesi, kapıdan kapıya hizmet verilebilmesi, kısa sevk süreleri gibi sebepler tercih edilme nedeni olmaktadır. Kötü hava koşullarından kolaylıkla etkilenmesi, trafik ve çevresel faktörlerden etkilenmesi olumsuz yönlerini ortaya koymaktadır. Karayolu taşımacılığı; küçük yüklerde havayolu, daha büyük yüklerde ise denizyolu ve demiryolu ile rekabet etmektedir. Fakat esnek ve çok yönlü kullanıma açık olmaları önemli bir avantaj sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, diğer taşıma sistemlerinin katkısına ihtiyaç duyulmaksızın taşıma kapıdan-kapıya yapılabilir (Lambert, vd., 1998).

1.2.14.2. Hava Yolu Ulaşımı

Bugün uluslararası lojistik alanında hizmet almak isteyen firmaların en önemli beklentisi; hız, güvenlik, kaliteli hizmet anlayışı ile birlikte lojistik firmalarının katma değerli hizmet sunabilmesi olmaktadır. Servis tipi olarak özellikle müşterinin hız beklentisini fazlasıyla karşılayabilen havayolu taşımacılığı; taşıma maliyetlerinin yüksek olması, hava koşullarından etkilenme ihtimalinin fazlalığı ya da yüksek hacim ve tonajlı yüklerin taşınmasındaki planlama ihtiyacı sebebiyle bir takım dezavantajlara sahip olsa da avantajlı yönleri göz önünde bulundurulduğunda vazgeçilmez bir öneme sahip olduğu bilinmektedir. Bu ulaşımın avantajları aşağıda yer almaktadır (Baki, 2004):

- Diğer lojistik servislerle kıyaslandığında taşıma süresi oldukça kısa olmakta,

- Farklı havayolu şirketlerinin olması sebebiyle esnek planlama avantajı sunmakta,
- Havayolu lojistik sisteminin hızlı işlemesi sebebiyle kolaylaştırılmış gümrük ve taşıma prosedürlerine sahip olmakta,
- Küçük hacimli yüklerin taşınabilmesine imkan sağlamakta,
- Hassas yüklerin hasarsız taşınabilmesine olanak tanımaktadır.

1.2.14.3. Deniz Yolu Ulaşımı

Denizyolu taşımacılığı eski yıllardan beri güvenle kullanılan bir taşımacılık metodudur. Tabii ki bu yöntem ile binlerce kilo ağırlığındaki tüm mal ve yükleri en kısa sürede diğer ülkeye ulaştırabilmek mümkün olmaktadır. Bu nedenle denizyolu taşımacılığının dünya genelinde benimsendiğini ve güvenle kullanıldığını söylemek mümkündür. Genel olarak bakıldığı zaman denizyolu taşımacılığı uluslararası sularda yapılmaktadır. Aynı zamanda Tramp ve Liner taşımacılık olmak üzere de ikiye ayrılmaktadır. Denizyolu taşımacılığının önemi, bir ürünün en kısa sürede, en güvenilir şekilde ve en uygun maliyetlerle diğer ülkeye transfer ettirebilmektir. Bu noktada pek çok firma da yük taşıyacak şirketlere hizmet sunmaktadırlar (Çancı ve Erdal, 2009).

Denizyolu taşımacılığında iki tür taşımacılık çeşidinden bahsetmek mümkündür. Bunlar Tramp ve Liner taşımacılık olarak bilinmektedir. Tramp taşımacılık, bir ürünün ya da malın ne zaman ve ne kadar sürede ulaştırılmasının önemsiz olduğu taşımacılık türüdür. Armatörler bu yüzden gemiyi mümkün olduğu kadar doldurmak istemektedirler. Ayrıca kereste, maden ve kömür gibi ürünlerin neredeyse tamamının bu tip taşımacılık çeşidi ile yerine ulaştırıldığı unutulmamalıdır. Asıl amacın yükün varlığı olduğu Tramp taşımacılıkta maddeler tek seferde gideceği ülkeye gönderilebilmektedir. Bir diğer denizyolu taşımacılığı çeşidi de Liner taşımacılıktır. Yükün varlığı kriteri önemli olan Tramp taşımacılığın tam aksine, hizmetin önemli olduğu taşımacılık türüdür. Lojistik firmaları Liner taşımacılık durumunda müşterilerine ne zaman kalkış yapılacağını, varış zamanını ve limanları önceden belirleyip söylemektedir. Geminin limana yanaştığı tarihte, taşıyıcı firma aracılığı ile gideceği adrese transferi gerçekleştirilir. Tarife esaslı Liner taşımacılık son yıllarda hızla gelişen taşımacılık sektörünün önemli bir türü haline gelmiştir (Baird, 2001).

1.2.14.4. Demir Yolu Ulaşımı

Çevreye duyarlı, çevreci bir taşımacılık türü olarak bilinmektedir. Diğer taşıma türlerine göre daha güvenli ve kara yolu trafik yükünü hafifletmektedir. Genelde diğer taşıma türlerinin aksine uzun dönem sabit fiyat garantisi bulunmaktadır. Uluslararası geçişlerde kara yolunda geçiş sınır-

lamaları bulunurken transit ülkelerin tercih ettiği bir taşıma türü olmasından dolayı geçiş üstünlüğü verilmektedir. Transit süreleri kara yoluna göre biraz daha fazla olmasına rağmen sefer süreleri sabit durumda olmaktadır. Ağır tonajlı ve hacimli yükler için fiziksel ve maliyetsel en uygun taşıma türüdür (Sezgin, 2008). Demiryolu taşımacılığı; güvenilir olması, insana bağımlılığın ve dolayısıyla hata riskinin asgariye indirilmiş olması, rekabetçi maliyetler oluşturulabilmesi, güzergah üzerindeki avantajları ve çevre dostu bir çözüm oluşturması itibarıyla son dönemlerde artarak ilgi gören bir taşıma türü olarak bilinmektedir. Kitle taşımacılığına elverişli olması sebebiyle de diğer taşıma türlerinden kaynaklanan yoğunlukları (örneğin karayollarındaki trafiğin yükünü) azaltıcı faydası bulunmaktadır. Kötü hava koşullarından etkilenmeyen tek taşımacılık türü olmaktadır (Baki, 2004).

1.2.14.5. Nehir Yolu Ulaşımı

Nehir yolu taşımacılığı veya iç su yolu taşımacılığı diğer lojistik ulaşım türlerine kıyasla güvenlik ve çevre hassasiyeti açısından daha az zararlı bir konumda bulunmaktadır. Fiyat performans açısından deniz yolu, karayolu, demir yolu, ve boru hattı taşımacılığına göre daha tercih edilebilir bir seçenek olmaktadır. Bu taşımacılık türünün avantajları aşağıda yer almaktadır (Çancı ve Erdal, 2009):

- Fiyat performansı açısından rekabetçi,
- Daha düşük karbondioksit emisyon seviyelerine sahip,
- Nehir yolu taşımacılığında bakım nadiren gerekmede,
- Teslimat süreleri gerçeğe çok yakın olmaktadır.

Nehir yolu taşımacılığı her ne kadar diğer taşıma türlerine göre daha temiz, daha çevreci bir yöntem olsa da nehirlerin kirlenmesine ve doğal çevrenin bozulmasına sebep olabilmektedir. Nehir yolu taşımacılığı veya iç su yolu taşımacılığının diğer dezavantajı, nehir yolunun sadece mevsimsel olarak kullanıma uygun olması olarak bilinmektedir. Dezavantajları ise aşağıda gösterilmektedir (Çancı ve Erdal, 2009):

- Çevresindeki yeşil alanların doğal ortamını bozabilir,
- Nehirlerin akışından dolayı sadece mevsimsel kullanıma hizmet verebilir,
- Zaman zaman nehrin debisi taşımaya izin vermeyebilir,
- Sadece nehir kıyısı bulunan ülkelerin bu ticaretten faydalanabilmeleri olarak bilinmektedir.

1.2.14.6. Boru Hattı Ulaşımı

Demiryolunda olduğu gibi bu taşıma türünde de ilk yatırım maliyeti yüksektir. Genellikle ham petrol, doğalgaz gibi likit ya da gaz halinde olan ürünler taşınmaktadır. Güvenilir olması ve çok yüksek miktarda ürün taşıma imkânı vermesi büyük avantaj sağlar. Fakat esnekliği son derece düşük olmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de son yıllarda boru hatları ile taşımacılığa önem verilmeye başlanmıştır. Boru hatlarının genel karakteristiği yanı sıra, özellikle ülkemizin coğrafi konumu nedeni ile Türkiye üzerinden geçecek olan uluslararası ham petrol ve doğalgaz boru hatlarının hızla artması beklenmektedir. Boru hatları, uzun mesafelerde içme ve sulama suyu taşımak içinde kullanılmakta, bu tip boru hatları suyu tepelerin üzerinden taşımak veya kanal ve oluklarda olabilecek buharlaşma, kirlenme veya çevresel etkilerden korumak için kullanılmaktadır (Çancı ve Erdal, 2009).

KAYNAKLAR

- Baird, A.J., (2001), Trends in Port Privatisation in the World's Top-100 Container Ports. 9 th WCTR: Seul.
- Baki, B., (2004), Lojistik Yönetimi ve Lojistik Sektör Analizi. Lega Kitabevi, Trabzon.
- Bayraktutan, Y., ve Özbilgin, M., (2014), Türkiye’de İllerin Lojistik Merkez Yatırım Düzeylerinin Bulanık Mantık Yöntemiyle Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 43, Ocak-Haziran, ss. 1-36.
- Bulut, Ö., (2007), Türkiye’de Taşımacılık Sektörünün Lojistik Olgusu İçerisinde İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, s.9.
- Bilginer, N., Kayabaşı, A., Sezici, E., (2008), Lojistik Faaliyetlerin Süreçsel Etkinliğine Etki Eden Faktörlerin Değerlendirilmesi Üzerine Ampirik Bir Çalışma. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, sayı 22.
- Çancı, M. ve Erdal, M., (2009), Lojistik Yönetimi. UTİKAD Yayınları, İstanbul.
- Douglas, L., Martha, C.C., and Janus, D.P., (1998), Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. The International Journal of Logistics Management, vol. 9, no:2, pp. 1-20.
- Durgun, M., Serin, H., & Şahin, Y., (2015), Strategic management process at furniture firms (a sample of Mersin province). Selcuk University Journal of Engineering Sciences, 14(2), 344-349.
- Elbirlık, G., (2008), Türk Lojistik Sektöründe Denizyolu Taşımacılığının Önemi ve Sorunları. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Uluslararası İşletmecilik Programı.
- Gürdal, S., (2006), Türkiye lojistik sektörü altyapı analizi. İstanbul Ticaret Sanayi Odası, Yayın No: 2006-14 İstanbul: İTO yayınları.
- Johnson, J.C., Wood, D.F., Wardlow, D.L., and Murphy, Jr.P.R., (1999), Contemporary Logistics. Prentice-Hall. Inc. 7th Edition. USA.
- Karacan, S., ve Kaya, M., (2011), Lojistik Faaliyetlerde Maliyetleme. Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- Karadoğın, D., (2008), Stratejik Lojistik ve Envanter Yönetimi.
- Keskin, M.H., (2011), Lojistik el kitabı kavramlar, prensipler, uygulamalar küresel tedarik zinciri pratikleri. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Koban, E. ve Keser, H.Y., (2007), Dış Ticarete Lojistik. Ekin Yayınları, Bursa, ss.83.
- Korpela, J., Lehmusvaara, A. ve Tuominen, M., (2001), “Customer Service Based Design Of The Supply Chain”, International Journal Of Production Economics, 69:193-204.

- Ruhan, S., (2001), Ulaştırma Sektörü, Sektör Araştırmaları Serisi No:24, Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O, s.4.
- Lambert, M.D., Stock, J. R., Ellram, L.M., (1998), Fundamentals of Logistics Management. Irwin/McGraw-Hill, pp. 5-6.
- Özdemir, A.İ., (2004), Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları. Erciyes Üniversitesi İİBF Dergisi. Sayı:23. Temmuz-Aralık.
- Prendergast, G., and Pitt, L., (1996), “Packaging, marketing logistics and the environment: are there trade-offs?”, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 26 No. 6, pp. 66-72.
- Rusthon, A., Croucher, P. ve Barker, P., (2010), The Handbook of Logistics and Distribution Management, 4 th edn, London: Kogan Page.
- Sahavet, G., (2006), Türkiye Lojistik Sektörü Altyapı Analizi. İstanbul: İTO Yayınları, (s 16).
- Serin, H., Sahin, Y., Durgun, M., Ceyhan, M., & Uluca, H., (2016), A research on raw material problem of small and medium-sized furniture enterprises in Mersin city 14th International Scientific Conference on Economic and Social Development, Varazdin Development and Entrepreneurship Agency Varazdin, Croatia pp 373-77.
- Serin, H. ve Durgun, M., (2018), İşletmelerde yenilikçi yaklaşım olarak stratejik yönetim süreci, Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Yenilikçi Yaklaşımlar, böl. 3, ss. 23-42. Ankara, Türkiye: Gece Kitaplığı.
- Serin, H., Durgun, M., & Durgun, S., (2020), Orman ürünleri sanayindeki davranışsal strateji çalışmaları üzerine bir derleme. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(1), 1002-1019.
- Sevim, Ş., Akdemir, A., ve Vatansever, K., (2008), Lojistik Faaliyetlerde Dış Kaynak Kullanan İşletmelerin Aldıkları Hizmetlerin Kalitesinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir İnceleme. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi. C.13, S.1
- Sezen B. ve Erdoğan S., (2009), Entegre Lojistik Yönetiminde Yeni Trendler, Lojistik Dergisi s:11, 24-26.
- Tanyaş, M., (2006), Kentsel Lojistik, Transport Dergisi, Aralık.
- Tutar, E., Tutar, F. ve Yetişen, H., (2009), “Türkiye’de Lojistik Sektörünün Gelişmişlik Düzeyinin Seçilmiş AB Ülkeleri (Romanya ve Macaristan) İle Karşılaştırmalı Analizi”, KMU İİBF Dergisi, 11(7), (190-216).
- Vallee, F., (2011), “Extended Logistical Factors for Success in International Trade”, World Customs Journal, 5(2), 77-94.
- Yılmaz, İ., (2006), Lojistik Yönetimi Açısından Üçüncü Parti Lojistik İşletmelerinin Tedarik Zincirindeki Rolü ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Marmara.

Bölüm 16

BATI AKDENİZ BÖLGESİNDE TARIMSAL ORMANCILIK ÜRETİM SİSTEMLERİ I: SİLVOPASTORAL VE AGROSİLVOPASTORAL ÜRETİM SİSTEMLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Ahmet TOLUNAY¹

Türkay TÜRKOĞLU²

Duygu KAŞIKÇI³

İrfan DAŞKIRAN⁴

Mehmet ÖZMIŞ⁵

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

1. Giriş

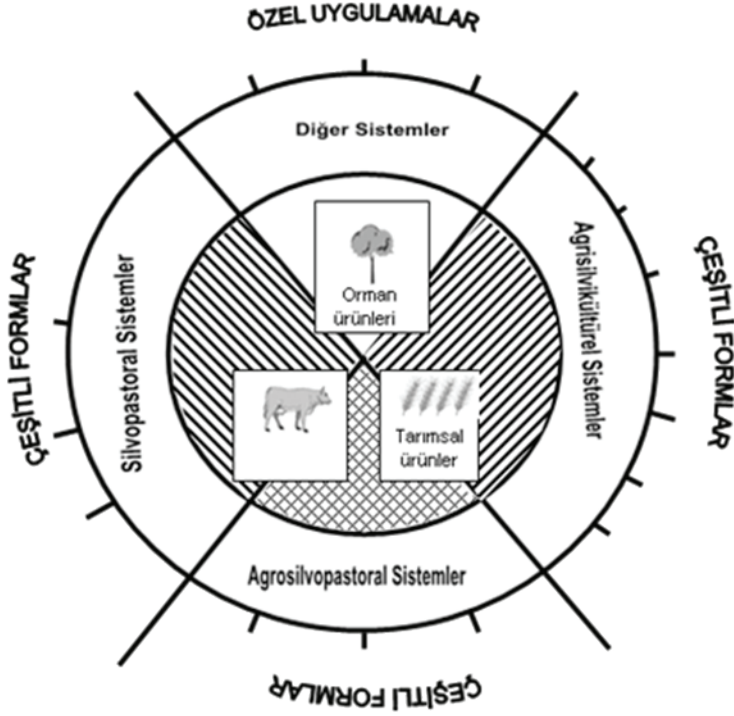
Dünyada artan nüfus sonucu yeni tarım, sanayi ve yerleşim alanlarına gereksinim duyulmaktadır. Tarım ve mera alanlarının sınırlarına dayanıldığından, bu gereksinimi orman alanları tarafından karşılanmak istenmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde büyüyen sanayi ve yerleşim alanları verimli tarımsal 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). 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, 1993a ve b). Tarımsal Ormancılık üretim tekniği, Agrisilvikültürel, Silvopastoral ve Agrosilvopastoral sistemler olmak üzere üç temel sistemden oluşmaktadır;

(1) Agrisilvikültürel Sistemler; Tarımsal ürünler ve ağaçların yetiştirildiği sistemdir.

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

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

Şekil 1’de bu üretim tekniğinin, temel sistemleri verilmiştir.



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

Tarımsal Ormancılık; “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, 1993b). 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 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.

Bu çalışmada, Batı Akdeniz Bölgesi’nde tarımsal ormancılık üretim sistemlerinden silvopastoral ve agrosilvopastoral üretim sistemleri incelenmiş ve özellikleri açıklanmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın bulguları “Batı Akdeniz Bölgesi Tarımsal Ormancılık Üretim Sistemleri ve Bölgesel Dağılımı”, “Batı Akdeniz Bölgesi’nde Silvopastoral Üretim Sistemi Uygulayıcı Kişiler, Küçükbaş Hayvan İşletme Şekilleri ve Özellikleri”, “Batı Akdeniz Bölgesi’nde Silvopastoral Üretim Sistemlerini ve Küçükbaş Hayvan İşletme Şekillerini Belirleyen Tipik Arazi Kullanım Şekli”, “Batı Akdeniz Bölgesi’nde Silvopastoral Üretim Sistemlerinde Kullanılan Bitki Türleri” şeklinde verilmiştir.

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 ağa, ağaık, 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 (*retim 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 retim sistemi tekrar ele alınmakta ve planlanmaktadır. Tekniğin bu ikinci aşaması “değerlendirme” olmaktadır. nc 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 var mıdır? 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

Araştırma alanı olan Batı Akdeniz Bölgesi'nde tespit edilen tarımsal ormancılık üretim tekniklerinden silvopastoral sistemler, mera ve otlak arazilerinde ağaç yetiştirilmesi, yemlik yaprak üretimine yönelik ağaç yetiştirilmesi, ağaçlar altında otsu bitki yetiştirilmesi ve otlatılması uygulamaları üzerinden değerlendirilmiştir. Agrosilvopastoral Sistemler ise hayvancılık amaçlı kırsal ev bahçeleri, çok amaçlı ağaççık ve çalı türleri ile tesis edilen çitler, ağaç ve orman kaynaklarında arıcılık, orman kaynakları ve tarımsal alanlarda su ürünleri üretimi ve çok amaçlı kullanımı olan koruluklar şeklinde değerlendirilmiştir. Ağaç, ağaççık, çalı, vb odunsu türler; yem bitkileri ot ürünleri birlikte yetiştirilmekte olduğu silvopastoral sistemler Çizelge 2'de, ağaç, ağaççık, çalı, vb odunsu türler; tarımsal ürünler; yem bitkileri ot ürünleri birlikte yetiştirildiği agrosilvopastoral sistemler Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Silvopastoral Sistemler

ÜRETİM TEKNİĞİNİN ADI	GENEL TANIMI	UYGULANAN YERLERİN ÖZELLİKLERİ
Mera ve Otlak Arazilerinde Ağaç Yetiştirilmesi	Mera ve otlak arazilerine çok amaçlı kullanımı olan (yapacak ve yakacak odun, yemlik yaprak ve gölge amaçlı, vb gibi) ağaç türlerinin gelişigüzel ya da belirli bir düzene göre dikilerek yetiştirilmesi, mera alanlarında hayvanların otlatılması ve yemlik otsu ürün elde edilmesi	Yukarı havzalarda bulunan otlak ve mera alanları
Yemlik Yaprak Üretimine Yönelik Ağaç Yetiştirilmesi	Tarımsal alanlarda yemlik yaprak ve dal budaması yapılarak yararlanılabilen ağaç türlerinin yetiştirilmesi	Maki ve mera alanları
Ağaçlar Altında Otsu Bitki Yetiştirilmesi ve Otlatılması	Güneydoğu Asya ve Güney Pasifik Ülkelerinde hindistan cevizi altında büyükbaş hayvan otlatılması şeklinde örnekler	Ağaç korulukları ve meyve bahçeleri

Silvopastoral Sistemler

Mera ve Otlak arazilerinde Ağaç Yetiştirilmesi: Mera ve otlak arazilerine çok amaçlı kullanımı olan (yapacak ve yakacak odun, yemlik yaprak ve gölge amaçlı, vb gibi) ağaç türlerinin gelişigüzel ya da belirli bir düzene göre dikilerek yetiştirilmesi, mera alanlarında hayvanların otlatılması ve yemlik otsu ürün elde edilmesidir.

Yemlik Yaprak Üretimine Yönelik Ağaç Yetiştirilmesi: Tarımsal alanlarda yemlik yaprak ve dal budaması yapılarak yararlanılabilen ağaç türlerinin yetiştirilmesidir.

Ağaçlar Altında Otsu Bitki Yetiştirilmesi ve Otlatılması: Mera ve yaylalardaki ağaçların altında çeşitli otsu bitkilerin yetiştirilmesi şeklindeki uygulamalar olmaktadır.

Çizelge 3. Agrosilvopastoral Sistemler

ÜRETİM TEKNİĞİNİN ADI	GENEL TANIMI	UYGULANAN YERLERİN ÖZELLİKLERİ
Hayvancılık Amaçlı Kırsal Ev bahçeleri	Kırsal yöredeki hanelerin içinde çevresinde, çeşitli ağaç, ağaççık, çalı, vb gibi odunsu türler ve tarımsal ürünlerle birlikte hayvan yetiştirilmesi	Nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bütün ekolojik bölgeler
Çok Amaçlı Ağaççık ve Çalı Türleri İle Tesis Edilen Çitler	Yemlik dal ve yaprak temini, hayvan otlatılması, toprak koruma amaçlı olarak canlı çitlerin kırsal yöredeki tarımsal arazilere tesisi ve işletilmesi	Engebeli ve eğimli nemli/yarı nemli alanlar
Ağaç ve Orman Kaynaklarında Arıcılık	Bal üretimi için çiçek veya polen verebilen ve arıcılıkta kullanımı uygun ağaç türlerinin bulunduğu alanlarda arı kovanlarının bırakılarak bal üretiminin yapılması	Arıcılığın yapılabilirliğine göre
Orman Kaynakları ve Tarımsal Alanlarda Su Ürünleri Üretimi	Orman kaynakları ve tarımsal alanlarda var olan; göl, dere, derecik, havuz, vb gibi su kaynaklarında çeşitli su ürünlerinin üretimi	Ovalar
Çok Amaçlı Kullanımı Olan Koruluklar	Çeşitli amaçlara yönelik (odun, yem, toprak koruma, toprak kazanma, vb.) olarak işletilen ve özellikle açık hava rekreasyonu kullanımı amaçlı koruluklar	Çeşitli

Agrosilvopastoral Sistemler

Hayvancılık Amaçlı Kırsal Ev Bahçeleri: Kırsal yöredeki hanelerin içinde çevresinde, çeşitli ağaç, ağaççık, çalı, vb gibi odunsu türler ve tarımsal ürünlerle birlikte hayvan yetiştirilmesidir.

Çok Amaçlı Ağaççık ve Çalı Türleri İle Tesis Edilen Çitler: Yemlik dal ve yaprak temini, hayvan otlatılması, toprak koruma amaçlı olarak canlı çitlerin kırsal yöredeki tarımsal arazilere tesisi ve işletilmesidir.

Ağaç ve Orman Kaynaklarında Arıcılık: Bal üretimi için çiçek veya polen verebilen ve arıcılıkta kullanımı uygun ağaç türlerinin bulunduğu alanlarda arı kovanlarının bırakılarak bal üretiminin yapılmasıdır.

Orman Kaynakları ve Tarımsal Alanlarda Su Ürünleri Üretimi: Orman kaynakları ve tarımsal alanlarda var olan; göl, dere, derecik, havuz, vb gibi su kaynaklarında çeşitli su ürünlerinin üretiminin yapılmasıdır.

Çok Amaçlı Kullanımı Olan Koruluklar: Çeşitli amaçlara yönelik (odun, yem, toprak koruma, toprak kazanma, vb.) olarak işletilen ve özellikle açık hava rekreasyonu kullanımı amaçlı korulukların tesis edilmesidir.

Bölgenin yukarı havzalarında silvopastoral sistemlere, aşağı havzalarında ise agrisilvikültürel sistemlere ait üretim teknikleri bulunmaktadır. Agrosilvopastoral sistemlere ait üretim teknikleri bölge genelinde yaygın olarak rastlanmaktadır (Tolunay vd., 2003; 2004). Çizelge 4’de Batı Akdeniz Bölgesi’nde başlıca tarımsal ormancılık üretim sistemleri ve bu sistemlerin içerisinde yer alan üretim teknikleri verilmiştir (Tolunay vd., 2003; 2004).

Çizelge 4. Batı Akdeniz Bölgesi’nde Silvopastoral Sistemler

ÜRETİM TEKNİĞİNİN ADI	GENEL TANIMI	ÜRETİM SİSTEMİNİN GİRDİLERİ
Mera ve Otlak Arazilerinde Ağaç Yetiştirilmesi	Mera ve otlak arazilerine çok amaçlı kullanımı olan (yapacak ve yakacak odun, yemlik yaprak ve gölge amaçlı, vb gibi) ağaç türlerinin gelişigüzel ya da belirli bir düzene göre dikilerek yetiştirilmesi, mera alanlarında hayvanların otlatılması ve yemlik otsu ürün elde edilmesidir.	<i>Odunsu Türler:</i> Yapacak ve yakacak odun, yemlik yaprak ve gölge amaçlı kullanımı olan çok amaçlı odunsu türler <i>Otsu Bitkiler:</i> Yem değeri olan ve hayvanlar tarafından yenebilen çeşitli otsu bitki türleri. <i>Hayvansal Varlıklar:</i> Et ve süt üretimi için yetiştirilen, evcilleştirilmiş küçükbaş ve büyükbaş hayvanlar türleri.
Yemlik Yaprak Üretimine Yönelik Ağaç Yetiştirilmesi	Tarımsal alanlarda yemlik yaprak ve dal budaması yapılarak yararlanılabilen ağaç türlerinin yetiştirilmesidir.	<i>Odunsu Türler:</i> Özellikle azot bağlayıcı akasya gibi türler <i>Otsu Bitkiler:</i> Üretim sisteminde çeşitli şekillerde yer alırlar. <i>Hayvansal Varlıklar:</i> Budanan ağaçların yaprak ve dalları ile beslenen büyük ve küçükbaş hayvanlar.
Ağaçlar Altında Otsu Bitki Yetiştirilmesi ve Otlatılması	Mera ve yaylalardaki ağaçların altında çeşitli otsu bitkilerin yetiştirilmesi şeklindeki uygulamalar olmaktadır.	<i>Odunsu Türler:</i> Altlarında yem değeri olan otsu bitkilerin yetiştirilebildiği çeşitli ağaç türleri <i>Otsu Bitkiler:</i> Yem değeri olan otsu bitkiler. <i>Hayvansal Varlıklar:</i> Et ve süt ürünü veren büyük ve küçükbaş hayvan türleri

Bölgenin yukarı havzalarında silvopastoral sistemlere, aşağı havzalarında ise agrisilvikültürel sistemlere ait üretim teknikleri bulunmaktadır. Batı Akdeniz Bölgesi'nde agrosilvopastoral sistemler Çizelge 5'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Batı Akdeniz Bölgesi'nde Agrosilvopastoral Sistemler

ÜRETİM TEKNİĞİNİN ADI	GENEL TANIMI	ÜRETİM SİSTEMİNİN GİRDİLERİ
Hayvancılık Amaçlı Kırsal Ev bahçeleri	Kırsal yöredeki hanelerin içinde çevresinde, çeşitli ağaç, ağaççık, çalı, vb gibi odunsu türler ve tarımsal ürünlerle birlikte hayvan yetiştirilmesidir.	<i>Odunsu Türler:</i> Meyve ağaçları ağırlıklı olmak üzere diğer odunsu türler <i>Tarımsal Bitkiler:</i> Gıda üretimine yönelik mevsimlik sebze bitkileri <i>Otsu Bitkiler:</i> Yem değeri olan ve hayvanlar tarafından yenebilen çeşitli otsu bitki türleri. <i>Hayvansal Varlıklar:</i> Et ve süt üretimi için yetiştirilen, evcilleştirilmiş küçükbaş ve büyükbaş hayvanlar türleri.
Çok Amaçlı Ağaççık ve Çalı Türleri İle Tesis Edilen Çitler	Yemlik dal ve yaprak temini, hayvan otlatılması, toprak koruma amaçlı olarak canlı çitlerin kırsal yöredeki tarımsal arazilere tesisi ve işletilmesidir.	<i>Odunsu Türler:</i> Meyve ağaçları ağırlıklı olmak üzere diğer odunsu türler <i>Tarımsal Bitkiler:</i> Gıda üretimine yönelik mevsimlik sebze bitkileri. <i>Otsu Bitkiler:</i> Yem değeri olan ve hayvanlar tarafından yenebilen çeşitli otsu bitki türleri. <i>Hayvansal Varlıklar:</i> Et ve süt üretimi için yetiştirilen, evcilleştirilmiş küçükbaş ve büyükbaş hayvanlar türleri.
Ağaç ve Orman Kaynaklarında Arıcılık	Bal üretimi için çiçek veya polen verebilen ve arıcılıkta kullanımı uygun ağaç türlerinin bulunduğu alanlarda arı kovanlarının bırakılarak bal üretiminin yapılmasıdır.	<i>Odunsu Türler:</i> Arıların tercih ettikleri ağaç, ağaççık, çalı gibi çiçek ya da polen üreten türler <i>Otsu Bitkiler:</i> Yem değeri yanında, arıcılıkta da kullanımı olan çeşitli otsu bitki türleri. <i>Hayvansal Varlıklar:</i> Arı kolonileri
Orman Kaynakları ve Tarımsal Alanlarda Su Ürünleri Üretimi	Orman kaynakları ve tarımsal alanlarda var olan; göl, dere, derecik, havuz, vb gibi su kaynaklarında çeşitli su ürünlerinin üretiminin yapılmasıdır.	<i>Odunsu Türler:</i> Balıkların yem olarak tercih ettikleri ağaç, ağaççık, çalı gibi yaprak, çiçek ya da meyve üreten türleri <i>Otsu Bitkiler:</i> Yem değeri yanında su altı ve su üstü bitkiler <i>Hayvansal Varlıklar:</i> Balık ve diğer su ürünleri türleri

Çok Amaçlı Kullanımı Olan Koruluklar	Çeşitli amaçlara yönelik (odun, yem, toprak koruma, toprak kazanma, vb.) olarak işletilen ve özellikle açık hava rekreasyonu kullanımı amaçlı korulukların tesis edilmesidir.	<i>Odunsu Türler:</i> Yapacak ve yakacak odun, yemlik yaprak ve gölge amaçlı kullanımı olan çok amaçlı odunsu türler <i>Otsu Bitkiler:</i> Yem değeri olan ve hayvanlar tarafından yenebilen çeşitli otsu bitki türleri. <i>Hayvansal Varlıklar:</i> Et ve süt üretimi için yetiştirilen, evcilleştirilmiş küçükbaş ve büyükbaş hayvanlar türleri.
--------------------------------------	---	--

Silvopastoral Sistemler

Mera ve Otlak arazilerinde Ağaç Yetiştirilmesi: Isparta İli ‘nin Aksu, Yeşarbademli ve Sütçüler İlçeleri; Burdur İli ‘nin Glhisar, Ağlasun ve Bucak İlçeleri; Antalya ‘nın Korkuteli, Elmalı, Akseki ve Gündoğmuş İlçeleri en yaygın örneklerin bulunduğu yörelerdir. Bu yörelerin yazın yaylacılık amaçlı kullanımı bulunmaktadır. Bu yörelerde ağaçlar hayvanların sıcaktan korunması için gölge ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Ayrıca, hayvanların su ihtiyaçlarının karşılayan çeşmelerin hemen hepsinde ınar, Kavak, Dut vb. türlerle dikim yapılmıştır.

Yemlik Yaprak retimine Yönelik Ağaç Yetiştirilmesi: Bölgenin yukarı havzalarında hayvancılık yaygındır. Özellikle vejetasyon olarak kermes (*Quercus coccifera* L.) ve boz pırnal (*Quercus aucheri* L.) meşesinin bulunduğu bütün yöreler kıl keçisi türünün beslenme alanıdır. Bu nitelikteki alanlara, Isparta İlinin Davraz Dağı ve Kapıcak Dağı civarında geniş ölçüde rastlanılmaktadır. Ayrıca, Antalya İlinin Korkuteli, Elmalı, Akseki ve Gündoğmuş İlçeleri kıl keçisi yetiştiriciliği açısından uygun yörelerdir. Bu meşelerin taze sürgünleri yem görevini yerine getirmektedir. Bunların yanında yalancı Akasya ve Meşe türleri de yemlik yaprak yararlanılmasında kullanılmaktadır.

Ağaçlar Altında Otsu Bitki Yetiştirilmesi ve Otlatılması: Bu uygulama tekniğine yem bankaları olarak da belirtmek mümkündür. Özellikle, sulanabilir taban arazilerin bulunduğu yörelerde yonca türü münavebeli bir düzen içerinde yetiştirilmektedir. Mısıır, Yulaf ve Fiğ gibi türlerle yapılan üretim şekilleri de bulunmaktadır.

Agrosilvopastoral Sistemler

Hayvancılık Amaçlı Kırsal Ev Bahçeleri: Kırsal ev bahçelerinin belirli kısımlarında Mısıır, Yonca, Fiğ gibi bazı otsu türler ya da Yalancı Akasya ve Dut gibi odunsu türlerin yetiştirilmesi ve hayvancılıkta kullanılması örneklerine rastlanılmıştır.

Çok Amaçlı Ağaççık ve alı Türleri İle Tesis Edilen itler: Yemlik dal ve yaprak temini, hayvan otlatılması, toprak koruma amaçlı olarak canlı çitlerin kırsal yöredeki tarımsal arazilere tesisi ve işletilmesi yapılmakta-

dır. Otsu bitkiler olarak yem değeri olan ve hayvanlar tarafından yenebilen çeşitli otsu bitki türleri kullanılmaktadır.

Ağaç ve Orman Kaynaklarında Arıcılık: Bölgenin yukarı havzalarında, ilkbaharın gelmesi ile yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Arı kovanları, özellikle kızılçam ağaç türünün bulunduğu orman alanlarına bırakılmaktadır. Bu alanlar dışında çiçekli bitkilerin yetiştiği yukarı havzalar ve yalancı akasya türünün bulunduğu yöreler arıcılık için tercih edilmektedir.

Orman Kaynakları ve Tarımsal alanlarda Su Ürünleri Üretimi: Göller Bölgesi olarak da adlandırılan Isparta ve Burdur İlleri göl ve akarsu kaynakları açısından zengindir. Eğirdir, Hoyran, Kovada gibi önemli göllerde balıkçılık ve su ürünleri üretimi yaygındır. Ayrıca, çeşitli baraj gölleri de bu amaçla kullanılmaktadır. Bunların yanında orman içinde bulunan akarsu ve dereler sazan ve alabalık üretiminde kullanılmaktadır.

Çok Amaçlı kullanımı Olan Koruluklar: İl, İlçe, Köy ve Kasabaların yakınında, özellikle açık hava rekreasyonu kullanımına yönelik olarak tesis edilmiş koruluklara yaygın olarak rastlanılmaktadır.

Söz konusu teşhis edilerek tanımı yapılan üretim tekniklerinin dağılımı ve uygulaması görülen yerler Çizelge 6'da verilmiştir. Agrosilvopastoral Üretim Tekniklerinin Dağılımı ve Uygulaması ise Çizelge 7'de verilmiştir (Tolunay vd., 2003; 2004).

Çizelge 6. Silvopastoral Üretim Tekniklerinin Dağılımı ve Uygulaması

ÜRETİM TEKNİĞİNİN ADI	UYGULAMA YAPILAN YERLER
Mera ve Otlak Arazilerinde Ağaç Yetiştirilmesi	Isparta İli nin Aksu, Yeşarbademli ve Sütçüler İlçeleri; Burdur İli 'nin Gölhisar, Ağlasun ve Bucak İlçeleri; Antalya 'nın Korkuteli, Elmalı, Akseki ve Gündoğmuş İlçeleri en yaygın örneklerin bulunduğu yörelerdir. Bu yörelerin yazın yaylacılık amaçlı kullanımı bulunmaktadır. Bu yörelerde ağaçlar hayvanların sıcaktan korunması için gölge ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Ayrıca, hayvanların su ihtiyaçlarının karşılayan çeşmelerin hemen hepsinde cınar, kavak, dut vb gibi türlerle dikim yapılmıştır.
Yemlik Yaprak Üretimine Yönelik Ağaç Yetiştirilmesi	Bölgenin yukarı havzalarında hayvancılık yaygındır. Özellikle vejetasyon olarak kermes (<i>Q. Coccifera</i>) ve boz pırnal (<i>Q. aucheri</i>) meşesinin bulunduğu bütün yöreler kıl keçisi türünün beslenme alanıdır. Bu nitelikteki alanlara, Isparta İli 'nin Davraz Dağı ve Kapıcak Dağı civarında geniş ölçüde rastlanılmaktadır. Ayrıca, Antalya İli 'nin Korkuteli, Elmalı, Akseki ve Gündoğmuş İlçeleri kıl keçisi yetiştiriciliği açısından uygun yörelerdir. Bu meşelerin taze sürgünleri yem görevini yerine getirmektedir. Bunların yanında yalancı akasya ve saçlı meşe türleri de yemlik yaprak yararlanılmasında kullanılmaktadır.

Ağağlar Altında Otsu Bitki Yetiştirilmesi ve Otlatılması	Bu uygulama tekniğine yem bankaları olarak belirtmek de mümkündür. Özellikle, sulanabilir taban arazilerin bulunduğu yörelerde yonca türü, münavebeli bir düzen içerinde yetiştirilmektedir. Mısı, yulaf, fiğ gibi türlerle yapılan üretim şekilleri de bulunmaktadır.
--	--

Çizelge 7. Agrosilvopastoral retim Tekniklerinin Dağılımı ve Uygulaması

ÜRETİM TEKNİğİNİN ADI	UYGULAMA YAPILAN YERLER
Hayvancılık Amaçlı Kırsal Ev Bahçeleri	Kırsal ev bahçelerinin belirli kısımlarında mısı, yonca, fiğ, vb gibi otsu türler ya da yalancı akasya, dut, vb gibi odunsu türlerin yetiştirilmesi ve hayvancılıkta kullanılması örneklerine rastlanılmıştır.
Çok Amaçlı Ağacık ve alı Türleri İle Tesis Edilen itler	Yemlik dal ve yaprak temini, hayvan otlatılması, toprak koruma amaçlı olarak canlı çitlerin kırsal yöredeki tarımsal arazilere tesisi ve işletilmesi yapılmaktadır. <i>Otsu bitkiler olarak</i> yem değeri olan ve hayvanlar tarafından yenebilen çeşitli otsu bitki türleri kullanılmaktadır.
Ağaç ve Orman Kaynaklarında Arıcılık	Bölgenin yukarı havzalarında, ilkbaharın gelmesi ile yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Arı kovanları, özellikle kızılçam ağaç türünün bulunduğu orman alanlarına bırakılmaktadır. Bu alanlar dışında iekli bitkilerin yetiştiği yukarı havzalar ve yalancı akasya türünün bulunduğu yöreler arıcılık için tercih edilmektedir.
Orman Kaynakları ve Tarımsal Alanlarda Su rnleri retimi	Gller Bölgesi olarak da adlandırılan Isparta ve Burdur İlleri gl ve akarsu kaynakları açısından zengindir. Eğirdir, Hoyran, Kovada gibi önemli göllerde balıkçılık ve su ürünleri üretimi yaygındır. Ayrıca, çeşitli baraj glleri de bu amaçla kullanılmaktadır. Bunların yanında orman içinde bulunan akarsu ve dereler sazan ve alabalık üretiminde kullanılmaktadır.
Çok Amaçlı Kullanımı Olan Koruluklar	İl, İlçe, Köy ve Kasabaların yakınında, özellikle açık hava rekreasyonu kullanımına yönelik olarak tesis edilmiş koruluklara yaygın olarak rastlanılmaktadır.

3.2. Silvopastoral retim Sistemi Uygulayıcı Kişiler, Kbaş Hayvan İşletme şekilleri ve zellikleri

“Tarımsal Ormancılık retim Sistemleri rnekleri Kayıt Formu” ve “Silvopastoral retim Sistemi Uygulayıcı Kişi Kayıt Formu” kullanılarak arazi çalışmalarından elde edilen veriler, Batı Akdeniz Bölgesi’nde kbaş hayvan (koyun ve keçi) yetiştirilen örnekleri tanımlamış gruplandırmış ve kbaş hayvan işletme şekilleri olarak belirlenmiştir. Bu işletme şekilleri;

- Küçük lekli koyunculuk işletmeleri,
- Büyük lekli koyunculuk işletmeleri,
- Küçük yerel gler yapan karma işletmeler,
- Büyük bölgesel gler yapan keçi işletmeleri olmaktadır.

Bu işletmelerin özellikleri aşağıda verilmiştir.

Küçük Ölçekli Koyunculuk İşletmeleri

- Asıl olarak tarımsal üretim yapan ailelerin yaptığı yan dal bir işletme şeklidir. Göç yapılmamaktadır.
- Sürüde 5-10 arasında koyun bulunmaktadır.
- Tarım alanlarında küçük alanlarda yem bitkileri yetiştirilmektedir. Ayrıca tarımsal artıklar hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır.
- Bu işletme şekli Antalya, Isparta ve Burdur illerinde yaygın olarak bulunmaktadır.

Büyük Ölçekli Koyunculuk İşletmeleri

- Bu işletmelerin hareket kabiliyetleri ve göç özellikleri yoktur.
- Bölgenin ova köylerinde yapılan bir işletme şeklidir.
- Hasat sonrası tarım alanlarında otlatma yapılmaktadır. Tarımsal artıklar otlatma amacıyla kullanılmaktadır. Bu alanların yerleşim birimlerine olan uzaklığı 1-10 km arasında değişmektedir.
- Kendine ait tarım alanı olan çiftçiler mısır, yonca, fiğ, korunga, vb gibi yem bitkilerinin ekimini yaparak hayvanlarını beslemektedir.
- Köye ait mera alanları otlatma amacıyla kullanılmaktadır. Bu mera alanlarını yerleşim birimlerine uzaklığı 1-5 km arasında değişmektedir.
- Sürü büyüklüğü 50-250 arasındadır.
- Bu kişiler sadece koyun yetiştiriciliği yapmaktadır. Ticari amaçlı işletmelerdir.

Isparta İli: Yalvaç, Gelendost, Senirkent, Uluborlu, Atabey Ovaları, Kumdanlı, Aşağı Kaşıkara, Yukarı Kaşıkara, Büyükkabaca köy ve kasabaları.

Burdur İli: Yeşilova, Karamanlı, Tefeni, Kemer İlçeleri ve İlçelerin ova köyleri.

Antalya İli: Korkuteli, Elmalı, Serik İlçeleri ve bu ilçelerin ova köyleri

Küçük Yerel Göçler Yapan Karma İşletmeler

- Otlatmada maki alanları ve yukarı havzada yer alan meralar ve yaylalar kullanılmaktadır.
- Göç yapılmaktadır. Göç mesafesi 25-50 km arasındadır.
- Ortalama 175 gün yaylada kalınmaktadır.
- Koyun ve keçi olarak hayvan varlığı çoğunlukla 201-600 arasında değişmektedir.

Isparta İli: Davras Dağı (Isparta-Merkez), Anamas Dağı (Aksu-Yenişarbademli İlçeleri), Kapıcak Dağı (Atabey İlçesi). Davras Dağını kullanan köyler Aliköy, Küçük hacılar, Büyük hacılar, Yazısöğüt, Savköy, Çobanisa, Yukarıgökdere, Kırıntı, Çukurköy, Güneyce, Kışlaköy, Küçükkışla, Darıören köyleri.

Burdur İli: Kestel Dağı (Bucak), Akdağ (Ağlasun) köyleri.

Antalya İli: Güllük Dağı, Elmalı İlçesi, Serik ve Akseki İlçelerinin köyleri.

Büyük Bölgesel Göçler Yapan Keçi İşletmeleri

- Sürülerdeki keçi sayısı ortalama 400 adettir.

Örnek alanlar:

Antalya İli

- Akseki İlçesi yukarı havzaları
- Gazipaşa İlçesi yukarı havzaları
- Gündoğmuş İlçesi yukarı havzaları
- İbradı İlçesinin yukarı havzaları
- Kaş İlçesi yukarı havzaları
- Korkuteli İlçesi yukarı havzaları
- Korkuteli İlçesi yukarı havzaları
- Serik ilçesi konargöçer yukarı havzaları

Isparta İli

- Isparta-Anamas Dağı yukarı havzaları
- Isparta-Atabey İlçesi Kapıcak Dağı yukarı havzaları
- Isparta-Barla Dağı konargöçer yukarı havzaları
- Isparta-Senirkent İlçesi yukarı havzaları
- Isparta-Merkez Davraz Dağı yukarı havzaları
- Isparta-Merkez Davraz Dağı Büyük hacılar yukarı havzaları
- Isparta-Gelendost İlçesi yukarı havzaları
- Isparta-Kapıcak Dağı yukarı havzaları
- Isparta-Gelendost İlkesi Sarıidris yukarı havzaları
- Isparta-Senirkent İlçesi yukarı havzaları
- Isparta-Şarkikarağaç İlçesi yukarı havzaları

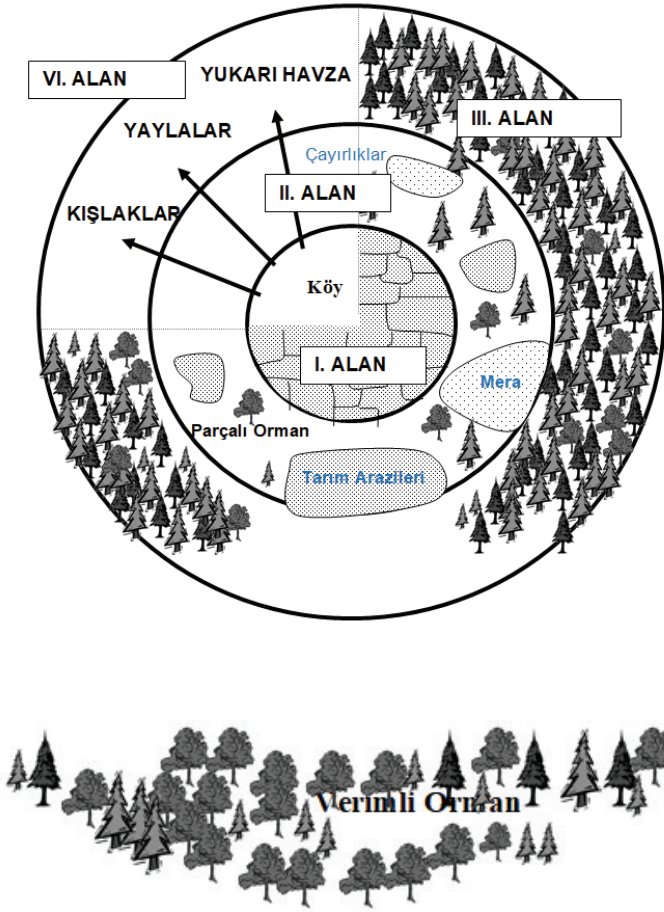
- Isparta-Uluborlu İlçesi yukarı havzaları
- Isparta-Yenicekale yukarı havzaları

Burdur İli

- Burdur-Ağlasun, Yeşilbaşköy, Dereköy ve Yazır Köylerinden Akdağ yukarı havzaları
- Burdur-Altınıyayla (Dirmil), İbecik (Göhlisar İlçesi), Çörten, Çatak, Asmabağ ve Kızılkaya Köylerinden Boncuk Dağı yukarı havzaları
- Burdur-Tefenni, Karamanlı ve Yeşilova İlçelerinin Eşeler Dağı'na göç güzergâhları
- Burdur-Kestel Dağı yukarı havzaları
- Burdur- Söğüt Kasabası ve çevre köylerinin Rahat Dağı yukarı havzaları
- Burdur Köyleri-Söğüt Dağı yukarı havzaları

3.3. Akdeniz Bölgesi'nde Silvopastoral Üretim Sistemlerini ve Küçükbaş Hayvan İşletme Şekillerini Belirleyen Tipik Arazi Kullanım Şekli

Batı Akdeniz Bölgesi'nde kırsal yerleşim birimi olarak herhangi bir köy silvopastoral üretim sistemlerinin uygulanma şekli açısından incelendiğinde 4 farklı arazi kullanımının olduğu görülmektedir. Şekil 2'de bir köyün yerleşim merkezinden başlayarak yukarı havzalara kadar, silvopastoral üretim sistemlerinin şeklini ve bu üretim sistemi içinde yer alan küçükbaş hayvan yetiştiren işletmelerin özelliklerini belirleyen tipik arazi kullanım şekli verilmiştir. Arazi kullanımının 4 farklı bölümüne ait özellikler aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 2. Kırsal yöredeki köylerde tipik arazi kullanım şekli (Tolunay, 1998'den yararlanılarak)

I. Kullanım Alanı (İskân Alanları ve Tarımsal Araziler)

Bu kullanım alanı; ev, ahır, samanlık, ambar, kümes gibi bina ve tesislerin bulunduğu yerleşim alanından başlayarak, tarımsal kullanıma konu olan arazilerin son bulduğu sınıra kadar devam etmektedir. Diğer yandan, köy yerleşim birimi içerisinde bütün köyün ortak kullanımında olan; okul, cami, sağlık evi, köy konağı gibi yapı ve binalar ile yol ve köprü gibi tesisler de bulunmaktadır. 1'nci kullanım alanı iskan olarak kullanılmasına rağmen, hemen hemen her hanenin, küçük bahçe tarımına uygun bir bahçesinin olması nedeniyle, üretim fonksiyonuna da sahiptir. Ev, ahır, samanlık, kümes gibi yapı ve binalarla, küçük bahçe tarımının yapıldığı alan, köylülerin yaşamını sürdürdüğü ortamı tamamlamaktadır. Ahır, kümes, samanlık gibi tesisler hayvancılık uğraşları için kullanılmaktadır.

Küçük bahçe tarımının yapıldığı alanda ise günlük geçim için mevsimine göre çeşitli sebze ürünleri yetiştirilmektedir. Ayrıca bu bahçe içerisinde, çeşitli meyve ağaçlarının bulunduğunu ve bu yönde üretimin yapıldığı da belirtilmelidir. Köylüler küçük bahçe tarımını yaptığı bu alanda, sebze ve meyve üretimini birlikte yapılabilmesini sağlayan bir üretim tekniği kullanmaktadır. I'nci kullanım alanının tarımsal üretim amacıyla kullanılan arazi kısmı da bulunmaktadır. Bu alanlarda sebze, meyve gibi günlük tüketimi olan ürünlerden çok, endüstriyel nitelikli ürünler (tahıl, tütün, patates, vb gibi) yetiştirilebilmektedir. Ayrıca tarımsal alanların belli bölümlerinde yem bitkileri yetiştirilmektedir. Gerek evlerin bahçelerinde ve gerekse tarımsal alanlarda yetiştirilen ürün artıkları hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır.

II. Kullanım Alanı (Tarımsal Alanlar, Meralar, Maki ve Parçalı Orman Alanları)

Bu kullanım alanı içerisinde tarımsal alanlar, meralar, maki ve parçalı orman alanları bir arada bulunmakta olup, Şekil 3'de verilmiştir. Bu çalışma ile küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin bir formu olarak belirlenmiş olan "Küçük ve Büyük Ölçekli Koyunculuk İşletmeleri" nin otlatma alanı olarak kullandığı alanlar bu kullanım alanı içerisindedir. Bu alan yaz aylarında orman yangınlarının en çok meydana geldiği alanlardandır. Bu nedenle orman idaresibu alanları "birinci derece otlatma alanı" olarak ayırmaktadır. Tarımsal Ormancılık üretim sistemlerinden bu kullanım alanı içerisinde uygulama örnekleri bulunanlar aşağıda verilmiştir. *Silvopastoral Sistemler*; Mera ve Otlak arazilerinde Ağaç Yetiştirilmesi, Yemlik Yaprak Üretimine Yönelik Ağaç Yetiştirilmesi ve Ağaçlar Altında Otsu Bitki Yetiştirilmesi ve Otlatılması

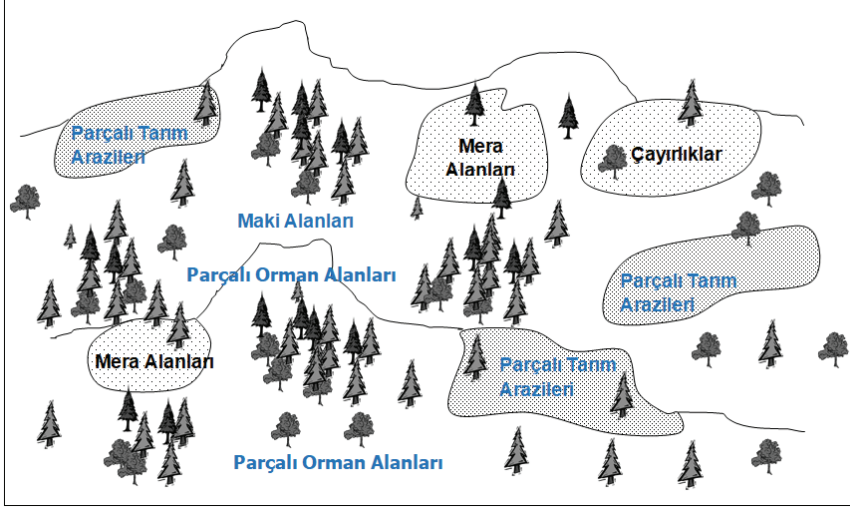
III. Kullanım Alanı (verimli orman alanları)

Verimli orman alanları bu alan içerisinde yer almaktadır. Ormanlar alan itibariyle bir bütünlük içinde olup, II 'nci kullanım alanındaki gibi parçalı ve dağınık bir yapıda değildir. Orman İdaresi III 'ncü kullanım alanında teknik ormancılık yapabilmektedir. Bu kullanım alanı orman yangınları açısından hassas bölge konumundadır. Orman idaresinin otlatma önceliği açısından bu alanlara ikinci öncelik tanımaktadır. Bu çalışma ile küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin bir formu olarak belirlenmiş olan "Küçük Yerel Göçler Yapan Karma İşletmeler" orman idaresinin otlatma izni verdiği bu alanları kullanmaktadır. Büyük Bölgesel Göçler Yapan Keçi İşletmeleri göç esnasında bu alan içindeki orman yollarını kullanmaktadır.

IV. Kullanım Alanı (Yukarı Havza Arazi ve Yaylaları)

Yukarı havzalarda konargöçer toplumların tercih ettiği ve yaylak olarak kullanılan alanlardır. Bu çalışma ile küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin

bir formu olarak belirlenmiş olan “Büyük Bölgesel Gçler Yapan Keçi İşletmeleri” Antalya, Isparta ve Burdur İllerinin yukarı havzalarını kullanmaktadırlar. Kırsal Yöredeki Köylerde II. Kullanım Alanının Görünümü Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Kırsal Yöredeki Köylerde II. Kullanım Alanının Görünümü (Tolunay, 1998’den yararlanılarak)

3.4. Batı Akdeniz Bölgesi’nde Silvopastoral retim Sistemlerinde Kullanılan Bitki Türleri ve zellikleri

Bu çalışma ile Tarımsal Ormancılık ve özellikle Silvopastoral retim Sistemleri kapsamında yer alan üretim teknikleri içerisinde kullanılan bitki türleri belirlenmiştir. Belirlenen bu bitki türleri; ağaç, ağaçcık, çalı gibi odunsu bitkiler olabildiği gibi, mera ve otlak alanlarında yetişen otsu bitkiler şeklindedir. Batı Akdeniz Bölgesi’nde silvopastoral uygulamalarda kullanılan bitki türleri Filiz (2002) ve Filiz ve Tolunay (2003)’den yararlanılarak aşağıda verilmiştir.

Ağaç türleri; Adi Ceviz (*Juglans regia* L.), Beyaz Çiçekli Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.), Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), Adi Servi (*Cupressus sempervirens* L.), Kokar Ağaç başka bir adıyla Cennet Ağacı (*Ailantus altissima* Mill. syn. *Ailanthus glandulosa* Desf.), Toros Sediri (*Cedrus libani* A.Rich.), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.), Zeytin (*Olea europaea* L.), Çiçekli Dişbudak (*Fraxinus ornus* L.), Adi Dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), Keçiboynuzu başka bir adıyla Harnup (*Ceratonia siliqua* L.), Kırmızı Sıtma Ağacı (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.), Demir Ağacı (*Casuarina equisetifolia* L.), Akdut (*Morus alba* L.), Gümüşi İhlamur (*Tilia tomentosa* Moench.),

Doğu Çınarı (*Platanus orientalis* L.), İğde (*Elaeagnus angustifolia* var. *orientalis* (L.)), Adi Karakavak (*Populus nigra* subsp. *nigra* L.), Akkavak (*Populus alba* L.), Asya Servi Kavağı (*Populus usbekistanica* Kom. subsp. *usbekistanica* cv. “Afghanica”), Aksöğüt (*Salix alba* L.), Sepetçi Söğüdü (*Salix viminalis* L.), Keçi söğüdü (*Salix caprea* L.), Salkım söğüt (*Salix babylonica* L.), Akçaağaçlar (*Acer* L.), Doğu Kızılağacı (*Alnus orientalis* Decne.), Adi Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertner.), Kıbrıs Akasyası (*Acacia cyanophylla* Lindl.), Amerika Glediçyası (*Gleditsia triacanthos* L.), Pavlonya (*Paulownia* spp.), Badem (*Amygdalus communis* L.), Palamut Meşesi (*Quercus ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge.Yalt.), **Ağaççık ve çalı türleri**; Kermes Meşesi (*Quercus coccifera* L.), Boz Pırnal Meşesi (*Quercus aucheri* Jaub.&Spach.), Pırnal Meşesi (*Quercus ilex* L.), Akçakesme (*Phillyrea latifolia* L.), Akdeniz Defnesi (*Laurus nobilis* L.), Ilgınlar (*Tamarix* L.), Yabani Mersin (*Myrtus communis* L.), Derici Sumağı (*Rhus coriaria* L.), Boyacı Sumağı (*Rhus continus* L.), Kırmızı Ahududu (*Rubus idaeus* L.), Böğürtlenler (*Rubus* L. subsp. *eubatus*), Frenk Üzüümü (*Ribes* L.), Boylu Kapari (*Capparis spinosa* L.), Bodur Kapari (*Capparis ovata* Desf.), Mercan Köşkü (*Origanum* L.), Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra* L.), Mahlep (*Prunus mahaleb* L.), Adi Oğulotu (*Melissa officinalis* L.), Adaçayı (*Salvia* L.), Sakız ağacı (*Pistacia lentiscus* L.), Kuşburnu (*Rosa canina* L.), Kekik (*Thymus* spp.), Lavanta (*Lavandula* L.), Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), **Otsu bitkiler**; Korunga (*Onobrychis sativa* Lam.), Adi Fiğ (*Vicia sativa* L.), Adi Yonca (*Medicago sativa* L.), Sarı Çiçekli Yonca (*Medicago falcata* L.), Çayır Üçgülü (*Trifolium pratense* L.), Ak Üçgül (*Trifolium repens* L.), Domuz Ayırığı (*Dactylis glomerata* L.), Adi Gazalboynuzu (*Lotus corniculatus* L.), Çayır Salkım Otu (*Poa pratensis* L.), Yulaf (*Avena sativa* L.), Kılçıksız Brom (*Bromus inermis* Leyss.), İngiliz Çimi (*Lolium perenne* L.), Yumrulu Kelpkuyruğu (*Phleum nodosum* L.), Kamışcı Yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.), Koyun Yumağı (*Festuca ovina* L.), Otlak Ayırığı (*Agropyron cristatum* L.), Mavi Ayırık (*Agropyron intermedium* L.), Otlakarpası Türler (*Elymus* L.), Küçük Çayır düğmesi (*Poterium sanguisorba* L.) şeklindedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada, Batı Akdeniz Bölgesi’nde teşhis edilen tarımsal ormancılık üretim tekniklerinin ve bu üretim tekniğinin bir alt uygulaması olan Silvopastoral Üretim Sistemlerinin tanımlanması ve bölgenin tarımsal ormancılık üretim potansiyelinin belirlenmesinde hangi sınıflandırma sisteminin kullanılması gerektiğini ön plana çıkarmış, konu çeşitli sınıflandırma sistemleri açısından incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda, Nair (1993b) tarafından geliştirilen ve çeşitli ölçütlere (yapısal, işlevsel, sosyoekonomik) dayalı olarak yapılan sınıflandırmanın elverişli ve kullanışlı olduğu görülmüştür (Tolunay vd., 2003). Bölgede Silvopastoral Sistemler

olarak; mera ve otlak arazilerinde ağaç yetiştirilmesi, yemlik yaprak üretimine yönelik ağaç yetiştirilmesi ve ağaç altında otsu bitki yetiştirilmesi ve otlatılması başarılı üretim tekniklerine çok yaygın olarak rastlanılmıştır. Zira bölgede kırsal uğraşı düzenleri içerisinde hayvancılık çok yaygın olarak yapılmaktadır. Agrosilvopastoral Sistemlerden ise, hayvancılık amaçlı kırsal ev bahçeleri, ağaç ve orman kaynaklarında arıcılık, orman kaynakları ve tarımsal alanlarda su ürünleri üretimi, çok amaçlı kullanımı olan koruluklar üretim tekniği olarak bulunmaktadır (Tolunay vd., 2003; 2004).

Bu çalışmada silvopastoral üretim sistemi uygulayıcı kişiler ve küçükbaş hayvan işletme şekilleri küçük ölçekli koyunculuk işletmeleri, büyük ölçekli koyunculuk işletmeleri, küçük yerel göçler yapan karma işletmeler ve büyük bölgesel göçler yapan keçi işletmeleri olarak tespit edilmiştir. Batı Akdeniz Bölgesi'nde Silvopastoral Üretim Sistemlerini ve Küçükbaş Hayvan İşletme şekillerini belirleyen 4 arazi kullanım şekli bulunmaktadır. Bunlar; Küçük ölçekli koyunculuk işletmeler, iskân alanları ve tarımsal arazileri kullanmakta, küçük ve büyük ölçekli koyunculuk işletmeleri tarımsal alanlar ve meraları, maki ve parçalı orman alanlarını kullanmaktadır. Yerel göçler yapan karma işletmeler orman idaresinin otlatma izni verdiği verimli orman alanlarını kullanmaktadır. Ayrıca büyük bölgesel göçler yapan keçi işletmeleri göç esnasında bu alan içindeki orman yollarını kullanmaktadır. Yukarı havza arazileri ve yaylalar konargöçer toplumların tercih ettiği ve yaylak olarak kullanılan alanlardır. Büyük bölgesel göçler yapan keçi işletmeler, Antalya, Isparta ve Burdur İllerinin yukarı havzalarını kullanmaktadır. Isparta'da İlde 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 (*Elaeagnus angustifolia var. orientalis (L.) Ktze.*) türleri dikilmiştir. Aksöğüt (*Salix alba L.* köy yolları boyunca yolunun her iki tarafında ve tarlaların sınırlarına tesis edilmiştir. Ev bahçelerinde ve tarla sınırlarında belirtilen ağaç türlerinin yanında meyve ağaçları da dikilmektedir. Meyve ağaçlarından Elma, Kiraz, Ceviz, Muşmula ve İncir yetiştirilen ağaçlardandır. Burdur İlde 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 (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 turuncgillerin 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.

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 üretim tekniği ortaya çıkmıştır. Tarımsal ormancılık üretim teknikleri geleneksel uygulamalar şeklinde gelişmekte olan ya da az gelişmiş ülkelerde 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 tarımsal ormancılık 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 özel önem verirken, gelişmiş ülkeler (GÜ) ticari amaçlı ve monokültüre dayalı endüstriyel tarım ürünlerinin (pamuk, buğday, tütün, şeker pancarı, vb) 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 göstermedikleri görülmektedir. İyi tarım uygulamaları bunlardan biri olmaktadır. Bu açıklamalar tüm dünyada, klasik tarım anlayışından hızla uzaklaştığını ve genellikle Tarımsal Ormancılık olarak adlandırılan toprağa dayalı yeni üretim teknikleri üzerinde yoğunlaştığını işaret etmektedir. Bu nedenle tarımsal ormancılık üretim sistemlerine her geçen gün yeni üretim teknikleri eklenmekte, daha önce yapılan sınıflandırmalar gözden geçirilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, 1170549 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.
- 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 with 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*, 58-97s, 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 17

FARKLI NANOTEKNOLOJİK SIVI ORGANOMİNERAL GÜBRE DOZLARININ DOĞU KAYINI FİDANLARININ FOTOSENTETİK PİGMENT İÇERİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ali BAYRAKTAR¹

Deniz GÜNEY²

Fahrettin ATAR³

1 Arş. Gör. Ali BAYRAKTAR Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon, TÜRKİYE, alibayraktar@ktu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8420-7089

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

3 Arş. Gör. Dr. Fahrettin ATAR Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon, TÜRKİYE, fatar@ktu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4594-8148

Giriş

Toprakların verimli olması ve verim güçlerinin korunması çeşitli şekillerde topraktan kaybolan besin elementlerinin toprağa geri verilmesi ile mümkündür. Nitelikli bol ürün alınabilmesi için toprağa verilen maddelere gübre, genel olarak bu işleme de gübreleme denilmektedir. Gübrelemede temel olarak iki amaç güdülmektedir. Bunların ilki, toprağın bitki besin elementleri bakımından zenginleştirilmesi olup ikincisi ise, bitkilerin iyi bir şekilde gelişmelerini sağlamak için toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönden uygun duruma getirilerek verim gücünün artırılmasıdır (Kacar ve Katkat, 2018). Toprağın su ve bitki besinlerini yeterince bitkiye sağlayamaması durumunda yapılması gereken işlemler sulama ve gübrelemedir (Karaçal ve Tüfenkçi, 2010). Bitkilerin gelişimleri için önem arz eden gübreler genel olarak 4 ana grupta toplanmaktadır. Bunlar organik (hayvan/ahır gübresi, yeşil gübre, turba toprağı, kompostlar, humik asitler), kimyasal (tek besin maddeli, kompoze, mikro element gübresi, özel gübreler), mikrobiyal ve organomineral gübreler olarak sınıflandırılmaktadır (Şahin, 2016). İnorganik gübrelerin verimsiz ve aşırı kullanımı çevresel risklere neden olabileceğinden, küresel talebi karşılamak için verimli gübreleme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Hasler vd., 2017; Pretty ve Hine, 2001; Tilman vd., 2002). Buradan hareketle, bu sınıflandırmada yer almayan ancak son yıllarda tarım sistemleri, biyomedikal, çevre mühendisliği, enerji dönüşümü ve diğer birçok alanda devrim potansiyeline sahip olan nanoteknoloji (Goel, 2015; Naderi ve Danesh-Shahraki, 2013; Sing vd., 2017), boyutu 100 nm'den küçük olan madde ve sistemleri inceleyen bir disiplin ve bilim dalı (Demirbilek, 2015; Liu ve Lal, 2016) olarak öne çıkmaktadır. Nanoteknoloji kullanılarak üretilen nano gübreler; bitkiye bir ya da birden fazla besin elementi sağlayan ve bitkinin büyüme ve gelişmesini arttıran nano malzemeler olarak tanımlanabilmekte (Chhipa ve Joshi, 2016; Liu ve Lal, 2016) ve boyutları nedeniyle yarayışsız forma geçmedikleri için bitkiler tarafından daha fazla yararlanılabilmektedir (Dağhan, 2017; Sing vd., 2017).

Kaliteli ve sağlıklı fidan üretimi biyotik ve abiyotik faktörlere bağlıdır. Abiyotik faktörler arasında yer alan besin ilavesi bitki büyümesini ve fizyolojisini etkileyen en önemli faktörlerdendir (Kozłowski and Pallardy, 1997; Uchida, 2000). Bitkiler toprak altı ve toprak üstü organlarıyla geliştikleri ortamdan çok sayıda element almaktadır. Bitki gelişmesi için olmazsa olmaz düzeyde önemli olan elementlere “mutlak gerekli besin elementleri” denilmektedir (Kacar ve Katkat, 2018). Mutlak gerekli besin elementlerinin gerek sayısında gerekse sınıflandırılmasında değişik kaynaklar arasında farklılıklar bulunmaktadır (Bergmann, 1992; Dennis, 1971; Marschner, 1995; Mengel ve Kirkby, 1987). Bu elementlerin her biri

bitki büyümesinde ve gelişmesinde önemli işlevlere sahiptir ve miktarca yetersiz olmaları durumunda bitki gelişimi gerilemekte, ürünlerdeki nitelik ve nicelik olumsuz şekilde etkilenmektedir. Besin elementleri bitkilerdeki bulunuş miktarlarına göre makro ve mikro elementler şeklinde sınıflandırılmaktadır (Bergmann, 1992; Kacar ve Katkat, 2018). Mutlak gerekli makro bitki besin elementleri olarak oksijen (O), karbon (C), azot (N), hidrojen (H), fosfor (P), kükürt (S), kalsiyum (Ca), potasyum (K), magnezyum (Mg) ve mikro besin elementleri olarak da mangan (Mn), demir (Fe), sodyum (Na), bor (B), molibden (Mo), çinko (Zn), bakır (Cu), nikel (Ni), kobalt (Co), klor (Cl), silisyum (Si) ve vanadyum (V) belirtilmektedir. Mutlak gerekli besin elementlerini herhangi bir nedenle yeterince alamayan bitkilerde eksik elemente özgü noksanlık belirtileri ortaya çıkmaktadır. Gözle görülebilen bu belirtiler arasında kök, gövde ve yapraklarda bodur büyüme ve gelişim yanında bitkinin çeşitli organlarında kloroz ya da nekrozlar öncelikle yer almaktadır. Çeşitli elementlere özgü noksanlık belirtileri dikkate alınmak suretiyle bitkilerde beslenme bozuklukları üzerinde olduğu kadar toprağın gübre gereksinimi üzerinde de durulabilir (Aktaş ve Ateş, 1998; Kacar ve Katkat, 1998). Gübreleme yöntemleri kullanılarak bitkilerin büyüme ve gelişmelerine katkıda bulunulmasının yanı sıra, toprakta yeterli miktarda ve alınabilir formda bitki besin elementlerinin bulunması bitkilerin patojenlere karşı dayanıklılığını da artırmaktadır (Güneş vd., 2007; Servin vd., 2015). Azot, fosfor ve potasyum bitki büyüme ve gelişmesinde çok hayati bir rol oynamakta (Uchida, 2000), ağaçların büyümesi ve kalitesi, gübre uygulamalarıyla artırılabilir (Tripathi vd., 2014). Ayrıca, bitkilerin fotosentez hızları da dahil olmak üzere gövde çapları, boyları ve hacimlerinde de artışlar söz konusu olmaktadır (Razaq vd., 2017).

Tüm canlıların enerji için fotosenteze ihtiyaç duyması gibi (Öncel vd., 2004), bitkilerin gelişimi de fotosentez ile yakından ilişkilidir (Silkina ve Vinokurova, 2009). Fotosentez, enerji kaynağı olarak güneş ışığı ve elektron verici olarak su kullanılarak atmosferik karbondioksitin (CO_2) şekere dönüştürülmesi işlemi (Olascoaga vd., 2014) veya klorofil içeren canlılarda ışık enerjisi kullanılarak organik bileşiklerin üretilmesi olarak tanımlanabilmektedir (Yakar ve Bilge, 1987). Fotosentez için klorofil adı verilen yeşil pigment ve güneş gereklidir. Yüksek bitkilerde ışık absorpsiyonu klorofiller ve karotenoidler tarafından sağlanır (Güneş ve İnal, 1995). Klorofil güneş ışığını emer ve kimyasal enerjiye dönüştürür (Yakar ve Bilge, 1987). Bu yüzden, bir orman örtüsündeki klorofil içeriğinin fotosentez kapasitesi, gelişim evresi, verim ve stres gibi fizyolojik durumların ölçülmesinde bir gösterge olabileceği vurgulanmaktadır (Curran vd., 1990). Klorofil miktarındaki farklılaşmalar, bitkilerde üretilen karbonhidratların ve fotosentezin yoğunluğunu doğrudan etkiler

(Kutbay ve Kılınç, 1992). Karotenoidler ise hem belirli bir dalga boyundaki ışık enerjisini emerek ve onu klorofile aktararak fotosenteze katılırlar hem de fotosentetik aygıtı aşırı ışıktan (fotokoruma) muhafaza ederler (Ashraf ve Harris, 2013; Sandmann vd., 2006). Bu nedenlerle, canlılar için hayati öneme sahip olan fotosentez için temel faktörler klorofil ve karotenoidlerdir.

Yapraklardaki klorofil konsantrasyonlarına ilişkin bilgiler, bitki hayatı için doğru bir tahmin yapılmasına imkan sağlayabilmektedir (Lichtenthaler ve Wellburn, 1983). Yaprak klorofil konsantrasyonu, kloroplast içeriğinin, fotosentetik mekanizmanın ve bitki metabolizmasının bir göstergesi olarak düzenli şekilde ölçülen önemli bir parametredir. Klorofil, yeşil yapraklı bitkilerin kloroplastında bulunup depo edilmektedir (Hasanuzzaman vd., 2013; Srichaikul vd., 2011). Öte yandan, bitki için ana enerji kaynağı güneş ışığı olup, klorofil üretimi esas olarak güneş ışığının penetrasyonuna bağlı olarak gerçekleşmektedir (Srichaikul vd., 2011). Klorofil içeriği bitki biyolojisi araştırmalarında da önemli bir deneysel parametredir (Lamb vd., 2012). Klorofil miktarı; tuz stresi (Acar vd., 2011; Yıldırım vd., 2008), ışık (Dai vd., 2009; Demircioğlu ve Yılmaz, 2005), su stresi (Demirel vd., 2010; Kariçin, 2009), hava kirliliği (Elkoca, 2003), gübreleme (Tunalı vd., 2012) ve vejetasyon dönemi (Zavoruev ve Zavorueva, 2002) gibi birçok edafik ve iklimatik faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ayrıca bitki türüne ve yaprak konumuna göre de klorofil miktarı farklılaşabilmektedir (Gond vd., 1999). Öte yandan, birçok bitkide karotenoid konsantrasyonundaki farklılıklar, dış etkenlerdeki günlük ve mevsimsel değişikliklerle de ilgilidir (Matysiak, 2001).

Klorofil bitki fizyolojisinde önemli bir rol oynamaktadır (Singh vd., 2011; Srichaikul vd., 2011). Yaprak klorofil içeriğindeki değişiklik, bir yaprağın veya bitkinin fizyolojik durumu hakkında bilgi sağlayabilmektedir (Chen vd., 2007). Laboratuvar ortamında aseton veya dimetil sülfoksit gibi kimyasal bir çözücü kullanarak yapraklardan klorofil ekstraksiyonlarını çıkarmaya dayanan geleneksel yöntemler mevcuttur (Arnon, 1949; Porra vd., 1989). Fotosentetik aktivite oranı, fotosentetik olarak aktif pigmentlerin miktarına göre belirlenmektedir (Koch, 1976; Richardson vd., 2002). Bitkilerin özümleme dokularından elde edilen ekstraktlarda dalga boyu absorbansının spektrofotometrik ölçümü, fotosentetik olarak aktif pigmentlerin miktarını belirlemeye yönelik bir yöntemdir (Lichtenthaler, 1987; Porra vd., 1989). Bu yöntemle elde edilen klorofil a ve klorofil b, bitki fotosistemlerinin temel pigmentleridir (Richardson vd., 2002). Klorofil a, bitkilerde enerji üretimine yardımcı olan birincil fotosentetik pigment olup, sekonder klorofil b konsantrasyonundan 2-3 kat daha fazla bulunmaktadır (Srichaikul vd., 2011). Yeşil bitkiler, birlikte

bir bitki gövdesinin spektral karakterlerini oluşturan klorofil, karotenoid, diğer pigmentler ve su içeriği gibi çeşitli pigmentlerin varlığı nedeniyle farklı karakterlere sahiptir (Chen vd., 2007).

Bitki yetiştiriciliğinde gübre kullanımı genellikle zirai ürünlerde gerçekleştirilmektedir. Orman ağacı türlerinde gübreleme ile morfolojik olarak kaliteli bireyler elde edilebilmektedir. Öte yandan, bitki sağlığı ve üretkenliği açısından gübrelemenin fotosentetik pigment içerikleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi de önem arz etmektedir. Farklı gübre uygulamalarının klorofil içeriği üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar (Akay ve Karaarslan, 2012; Amujoyegbe vd., 2007; Giunta vd., 2002; Padem ve Alan, 1995; Yiğit vd., 2021) çoğunlukla zirai türler üzerinde gerçekleştirilmiş olup, orman ağaçlarına ilişkin çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Bu çalışma ile farklı dozlarda nanoteknolojik sıvı organomineral gübre uygulamasının doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) fidanlarının fotosentetik pigment içerikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Türkiye ormancılığı açısından önemli orman ağacı türlerinden biri olan doğu kayınının (*Fagus orientalis* Lipsky) bir yaşındaki fidanları üzerinde farklı dozlarda uygulanan nanoteknolojik sıvı organomineral gübrenin (NPK'lı 4-4-6 Powfer) fotosentetik pigment içerikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan fidanlar 2019 yılında tohum toplama zamanına uygun olarak Kasım ayında Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Maçka-Çatak mevkiindeki doğu kayını tohum meşceresinden fenotipik açıdan kaliteli 30 farklı bireyden elde edilen tohumlardan yetiştirilmiştir. Tohum ekimleri 10 cm aralık mesafe kullanılarak çizgi ekimi yöntemiyle Aralık ayında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Serası'nın açık alan fidanlık koşullarında yer alan genişliği 120 cm ve toprak derinliği 50 cm olarak hazırlanmış ekim yastıklarında gerçekleştirilmiştir. Ekim işlemleri tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Deneme desenine konu olan tohumların etrafına kenar etkisini gidermek amacıyla bir sıra aynı aralık mesafe ile ekilen tohumlarla bir sınır oluşturulmuş olup, bu sıralardaki fidanlar üzerinde herhangi bir ölçüm yapılmamıştır.

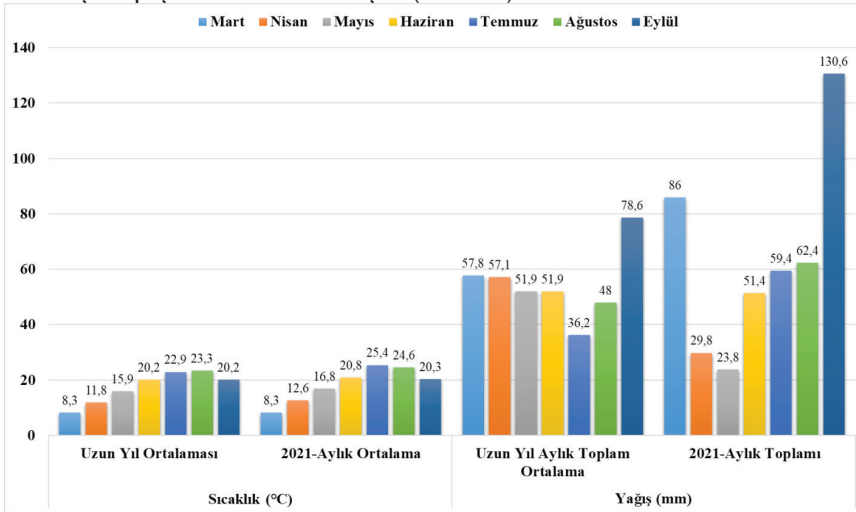
Bir vejetasyon dönemi boyunca gelişimlerini tamamlayan fidanlar, ikinci vejetasyon dönemi başından itibaren Mart ve Eylül ayları dahil olmak üzere her ayın 15'inde çalışmanın işlemlerini oluşturan NPK'lı 4-4-6 Powfer gübrenin farklı dozları (4, 8 ve 12 ml/l) ile muamele edilmiştir. Ayrıca, gübre uygulanmamış fidanların fotosentetik pigment içerikleri ile kıyaslama yapılabilmesi için kontrol fidanları da çalışmada yer almıştır.

İki yaşındaki doğu kayını fidanlarına uygulanan bu nanoteknolojik sıvı organomineral gübre, %20 organik madde, %4 toplam azot, %0,7 organik azot, %1 amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), %2,3 üre azotu ($\text{NH}_2\text{-N}$), %4 toplam fosfor pentaoksit (P_2O_5), %4 suda çözünür fosfor pentaoksit (P_2O_5) ve %6 suda çözünür potasyum oksit (K_2O) içermekte olup pH değeri 4,8-6,8 arasında yer almaktadır. TÜBİTAK-TEYDEB ve KOSGEB projeleri kapsamında patent korumalı teknoloji ile Beybek Gübre tarafından üretilmiş olan NPK'lı 4-4-6 Powfer gübrenin Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı TAGEM projesi ile araştırma ve incelenmesi yapılmış, üretim izni ve lisansı da alınmıştır. Öte yandan, çalışma boyunca sulama ve ot alma gibi bakım işlemleri de sürekli olarak gerçekleştirilmiştir. Tohum ekimleri, bir yaşındaki fidanların gübreleme işlemleri ve yaprak örneklerinde gerçekleştirilen fotosentetik pigment tayinine ilişkin genel görseller Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Tohum ekimi, gübreleme ve fotosentetik pigment tayinine ilişkin görseller

Çalışmanın gerçekleştirildiği Mart-Eylül ayları arasındaki sıcaklık ve yağış miktarlarına ilişkin veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiş olup Şekil 2'de verilmiştir (URL-1).



Şekil 2. Trabzon iline ait Mart-Eylül ayları arası uzun dönem ve aylık iklim verileri

Vejetasyon dönemi sonunda (Ekim, 2021) fotosentetik pigment tayini için her işlemdeki fidanlardan taze yapraklar toplanmıştır. Makas ile küçük parçalara ayrılarak homojen bir şekilde karıştırılan taze yapraklar, bisturi ile doğranarak yaş örnekler bölünmüştür. Her bir işlemde (Kontrol, Powfer 4, Powfer 8 ve Powfer 12 ml/l) üç tekrarlı olmak üzere toplamda 72 adet örnek (4 işlem $\times$ 6 örnek $\times$ 3 tekrar) için 0,1 g tartılan yaprak örnekleri %80'lik 10 ml aseton içerisinde homojenize edilmiştir. Homojenat 3000 rpm'de 5 dk santrifüj edildikten sonra spektrofotometre cihazında pigment ekstraktlarının 450, 645 ve 663 nm dalga boylarındaki absorbans değerleri kullanılarak klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları Arnon (1949)'a göre ve toplam karotenoid miktarı da Witham vd. (1971)'ne göre aşağıdaki formüller (1-4) kullanılarak belirlenmiştir.

$$\text{Klorofil a} = (12,7 \times A_{663}) - (2,69 \times A_{645}) \quad (1)$$

$$\text{Klorofil b} = (22,9 \times A_{645}) - (4,68 \times A_{663}) \quad (2)$$

$$\text{Toplam Klorofil} = (20,2 \times A_{645}) + (8,02 \times A_{663}) \quad (3)$$

$$\text{Toplam Karotenoid} = [(4,07 \times A_{450}) - ((0,0435 \times \text{Klorofil a}) + (0,367 \times \text{Klorofil b}))] \quad (4)$$

Elde edilen veriler SPSS 23 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ölçülen parametreler bakımından gübre dozları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi (tek yönlü ANOVA) yapılmıştır. Gübre dozlarının meydana getirdiği gruplar ise Duncan testi ile ortaya koyulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Bir yaşındaki doğu kayını fidanlarında gübreleme işlemlerinin fotosentetik pigment içerikleri üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla ölçülen klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarlarına ilişkin varyans analizi (tek yönlü ANOVA) sonuçları Tablo 1'de, minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri de Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Fotosentetik pigment içeriklerine ilişkin varyans analizi sonuçları

	Klorofil a	Klorofil b	Toplam Klorofil	Toplam Karotenoid
F	32,187	65,376	52,094	45,597
p	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*

* $p < 0,01$: %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark vardır.

Tablo 1 incelendiğinde, bir yaşındaki doğu kayını fidanlarında ölçülen klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarları

bakımından gübreleme işlemleri arasında %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

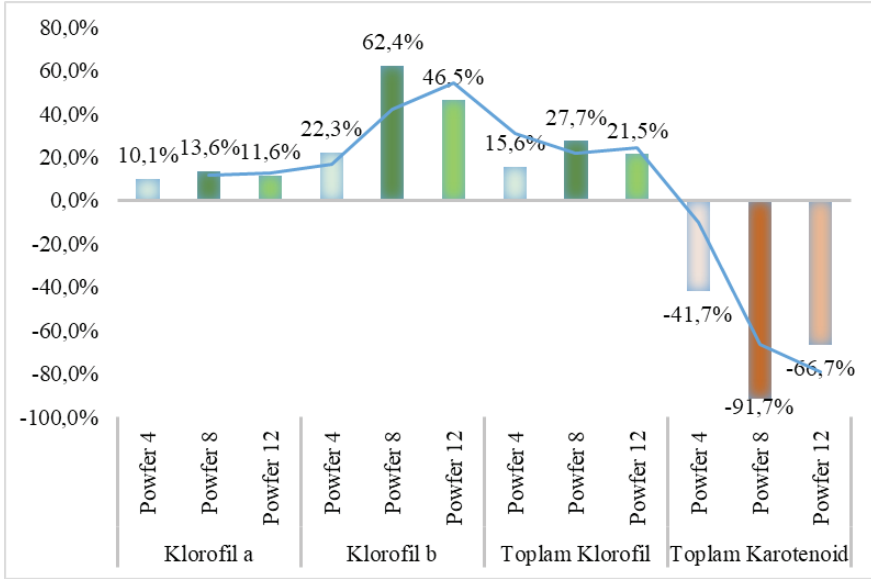
Tablo 2. İşlemlere bağlı olarak fotosentetik pigment değerleri

	İşlemler	Ort $\pm$ SS (mg/g)	Min (mg/g)	Mak (mg/g)
Klorofil a	Kontrol	2,58 $\pm$ 0,09	2,44	2,64
	Powfer 4	2,84 $\pm$ 0,03	2,82	2,89
	Powfer 8	2,93 $\pm$ 0,01	2,91	2,94
	Powfer 12	2,88 $\pm$ 0,05	2,85	2,95
	Ortalama	2,80 $\pm$ 0,15	2,44	2,95
Klorofil b	Kontrol	1,01 $\pm$ 0,06	0,92	1,05
	Powfer 4	1,30 $\pm$ 0,01	1,28	1,31
	Powfer 8	1,64 $\pm$ 0,02	1,62	1,66
	Powfer 12	1,48 $\pm$ 0,12	1,41	1,66
	Ortalama	1,36 $\pm$ 0,25	0,92	1,66
Toplam Klorofil	Kontrol	3,58 $\pm$ 0,16	3,35	3,68
	Powfer 4	4,14 $\pm$ 0,02	4,12	4,17
	Powfer 8	4,57 $\pm$ 0,03	4,54	4,59
	Powfer 12	4,35 $\pm$ 0,17	4,26	4,61
	Ortalama	4,16 $\pm$ 0,39	3,35	4,61
Toplam Karotenoid	Kontrol	0,24 $\pm$ 0,03	0,22	0,28
	Powfer 4	0,14 $\pm$ 0,01	0,13	0,14
	Powfer 8	0,02 $\pm$ 0,01	0,01	0,03
	Powfer 12	0,08 $\pm$ 0,05	0,01	0,11
	Ortalama	0,12 $\pm$ 0,09	0,01	0,28

Fotosentetik pigment içeriklerine ilişkin tanımlayıcı değerlere göre, klorofil a (2,93 mg/g), klorofil b (1,64 mg/g) ve toplam klorofil (4,57 mg/g) miktarları açısından en yüksek ortalama değerlere sahip olan Powfer 8 ml/l işlemi, toplam karotenoid (0,02 mg/g) miktarı açısından ise en düşük ortalama değere sahip olmuştur. Ayrıca, klorofil a (2,58 mg/g), klorofil b (1,01 mg/g) ve toplam klorofil (3,58 mg/g) miktarları açısından en düşük ortalama değerler ile toplam karotenoid (0,24 mg/g) miktarı açısından ise en yüksek ortalama değer kontrol işleminde elde edilmiştir. *Triticum aestivum* L. türünde yapılan bir çalışmada, amino asit gübrelerinin (Kadostim, Phosphotern, Aminolephorte, Hyomiphorte, Balık emülsiyonu) fotosentetik pigment içerikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, gübreleme işlemlerine bağlı olarak klorofil a, klorofil b, klorofil a+b miktarlarının kontrole kıyasla arttığı, karotenoid miktarlarının ise azaldığı belirlenmiştir (Bahari vd., 2013).

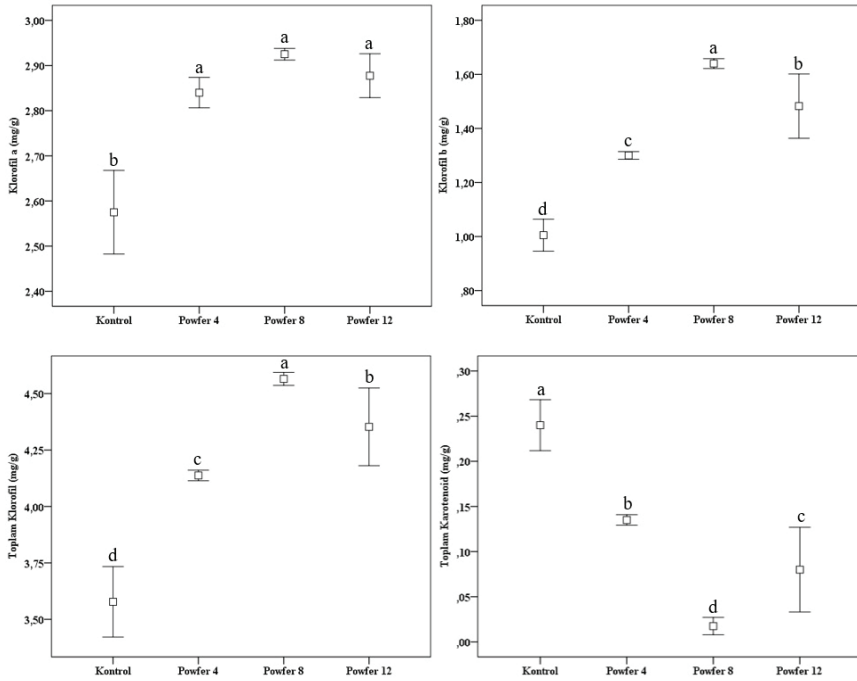
Başka bir çalışmada, İtalyan çimi silajındaki klorofil a+b miktarı üzerinde azotlu gübrelerin etkileri araştırılmış olup, gübrelemeye bağlı olarak kontrolden daha yüksek miktarlarda toplam klorofil elde edilmiştir (Renlong vd., 2017). Hosseinzadeh ve Ahmadpour (2018), *Lens culinaris* Medik. türünde vermikompost uygulamalarının (%5, 15 ve 25 dozlarında) fotosentetik pigment içeriklerine etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, en yüksek sonuçların elde edildiği %15 dozda uygulanan vermikompost gübresinin klorofil a (7,84 mg/g) ve toplam klorofil (10,80 mg/g) miktarlarını kontrole (5,75 ve 8,77 mg/g, sırasıyla) kıyasla arttırdığı bildirilmiştir. Yine benzer sonuçların elde edildiği diğer bir çalışmada Elshamy vd. (2019), NPK'lı kitosan (CS) nanoparçacıklarını (Nano CS-NPK %10, %50 ve %100 dozlarında) patates bitkisinin yapraklarına uygulamıştır. Kontrole kıyasla tüm gübreleme işlemlerindeki klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriklerinde artışların meydana geldiği çalışmada, en yüksek sonuçların Nano CS-NPK %10 işleminde elde edildiği bildirilmiştir. Yapılan literatür çalışmalarında gübreleme işlemleri neticesinde fotosentetik pigment içeriklerinde (özellikle klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil) artışların elde edildiğine ilişkin sonuçların çalışmamızdaki bulgulara paralel seyirler gösterdiği anlaşılmaktadır. Yine benzer şekilde, gübre dozunun artırılmasına bağlı olarak sürekli artmayan fotosentetik pigment içerikleri de artışın belli bir noktaya kadar olduğunu ve bu noktadan sonra azaldığını göstermektedir. Fotosentetik pigment içeriklerindeki bu artışlar, çalışmada kullanılan ve bitkiler için makro besin elementlerinden oluşan NPK'lı gübrenin potansiyel fotosentez aktivitesindeki önemli rolü ile ilişkilendirilebilir. Nitekim Fageria vd. (2009), NPK'nın fotosentetik pigmentler üzerindeki olumlu etkisinin, kloroplastın yapısal bileşikleri olarak hareket eden azottan da kaynaklanabileceğini ve kloroplast oluşumundaki artışın da buna paralel olarak klorofilde bir artışa katkı sağlayabileceğini bildirmiştir.

Kontrole kıyasla gübre uygulamalarının fotosentetik pigment içerikleri açısından meydana getirdiği yüzdesel değişimlerin grafiksel görünümü Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Gübre uygulamalarının fotosentetik pigment içeriklerine etkilerinin yüzdesel değişimi

Şekil 3'e göre, klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil açısından kontrole kıyasla pozitif yönde yüzdesel değişimler meydana gelirken, toplam karotenoid açısından ise negatif yönde yüzdesel değişimler ortaya çıkmıştır. Kontrolle karşılaştırıldığında klorofil a için %13,6, klorofil b için %62,4 ve toplam klorofil için %27,7'lik yüzdesel artışların tespit edildiği Powfer 8 ml/l işlemi en etkili gübre uygulaması olarak öne çıkarken, sırasıyla %11,6, %46,5 ve %21,5'lik yüzdesel artışların elde edildiği Powfer 12 ml/l işlemi ise ikinci sırada yer almıştır. Her ne kadar gübre uygulamaları arasında üçüncü sırada yer alsada klorofil a için %10,1, klorofil b için %22,3 ve toplam klorofil için %15,6 olarak gerçekleşen yüzdesel artışlar Powfer 4 ml/l işlemini de önemli kılmıştır. Ayrıca, gübre uygulamaları neticesinde toplam karotenoid miktarları klorofil miktarlarına zıt yönde hareket etmiş olup, kontrole kıyasla Powfer 8 ml/l işlemi %91,7, Powfer 12 ml/l işlemi %66,7 ve Powfer 4 ml/l işlemi %41,7'lik yüzdesel azalışlar meydana getirmiştir. Ölçülen fotosentetik pigment içerikleri açısından işlemler arasında meydana gelen grupların belirlenmesi amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Fotosentetik pigment içeriklerine ilişkin Duncan testi sonuçları

Duncan testi sonuçlarına göre klorofil a açısından iki farklı grup meydana gelirken, klorofil b, toplam klorofil ve toplam karotenoid açısından ise dört farklı grup ortaya çıkmıştır. Klorofil a bakımından gübre uygulamalarının gerçekleştirildiği Powfer 4, Powfer 8 ve Powfer 12 ml/l işlemleri birlikte ilk grubu oluştururken, kontrol ise tek başına ikinci grubu oluşturmuştur. Klorofil b ve toplam klorofil açısından ilk grup Powfer 8 ml/l işlemi tarafından oluşturulmuş olup, ikinci grubu Powfer 12 ml/l işlemi, üçüncü grubu Powfer 4 ml/l işlemi, dördüncü ve son grubu da kontrol meydana getirmiştir. Toplam karotenoid açısından ise tam tersi bir durum ortaya çıkmıştır. Kontrol ilk grubu, Powfer 4 ml/l işlemi ikinci grubu, Powfer 12 ml/l işlemi üçüncü grubu ve Powfer 8 ml/l işlemi de dördüncü grubu oluşturmuştur.

Sonuçlar

Farklı nanoteknolojik sıvı organomineral gübre dozlarının doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) fidanlarının fotosentetik pigment içerikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, Powfer 4 ml/l, Powfer 8 ml/l ve Powfer 12 ml/l işlemlerine bağlı olarak klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları kontrol grubuna göre daha yüksek çıkarken, toplam karotenoid miktarının ise daha düşük çıktığı tespit edilmiştir. Klorofil

a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları açısından en yüksek sonuçlar Powfer 8 ml/l işleminde elde edilmiştir. Her ne kadar kontrole kıyasla tüm gübre uygulamaları fotosentetik pigment içeriklerini artırıcı etki gösterse de Powfer 4 ml/l ve Powfer 12 ml/l işlemi, Powfer 8 ml/l işlemine oranla daha az olumlu etki göstermiştir. Bu durum, çalışılan doğu kayını türü için en uygun doz olan Powfer 8 ml/l gübre dozu uygulaması ile meydana gelen olumlu etkinin tepe noktasına ulaşıldıktan sonra Powfer 12 ml/l işleminde azalması ile, Powfer 4 ml/l işleminin ise artırıcı etki için düşük bir doz olması ile açıklanabilir. Bitkilerin stres koşulları altında yükselmeler gösteren toplam karotenoid miktarının gübreleme işlemleri neticesinde kontrole kıyasla çok daha düşük sonuçlara sahip olması, gübreleme ile toprağa verilen makro besin elementleri (NPK) neticesinde yetiştirme ortamının stres durumundan uzak olması ile açıklanabilir. Bitkilerin klorofil içerikleri, fotosentez miktarı ve bitki fizyolojisi hakkında bilgiler verdiğinden klorofil içeriklerindeki artışlar gelişimi daha iyi bireylerin yetiştirilmesi anlamına gelebilmektedir. Buradan hareketle, doğu kayını fidanlarının yetiştirilmesinde 8 ml/l dozunda NPK'lı 4-4-6 Powfer gübrenin kullanılması daha yüksek fotosentetik pigment içeriklerinin elde edilmesi için önerilebilir.

Kaynaklar

- Acar, R., Yorgancılar, M., Atalay, E., Yaman, C. (2011). Farklı tuz uygulamalarının bezelyede (*Pisum sativum* L.) bağıl su içeriği, klorofil ve bitki gelişimine etkisi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3), 42-46.
- Akay, A., Karaarslan, E. (2012). Mikoriza aşılantmış kudret narı (*Momordica charantia*) bitkisine farklı dozlarda fosforlu ve demirli gübre uygulamasının yaprak klorofil içeriğine etkisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(3), 103-108.
- Aktaş, M., Ateş, M. (1998). Bitkilerde beslenme bozuklukları nedenleri ve tanımları. Engin Yayınevi, s. 1-247, Ankara.
- Amujoyegbe, B.J., Opabode, J.T., Olayinka, A. (2007). Effect of organic and inorganic fertilizer on yield and chlorophyll content of maize (*Zea mays* L.) and sorghum *Sorghum bicolor* (L.) Moench. African Journal of Biotechnology, 6(16).
- Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24, 1-15.
- Ashraf M., Harris P.J.C. (2013). Photosynthesis under stressfull environments: An overview. Photosynthetica, 51, 163-190.
- Bahari, A., Pirdashti, H., Yaghubi, M. (2013). The effects of amino acid fertilizers spraying on photosynthetic pigments and antioxidant enzymes of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. International Journal of Agromony and Plant Production, 4(4), 787-793.
- Bergmann, W. (1992). Nutritional disorders of plants. Development, visual and analytical diagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, pp. 1-741, Stuttgart.
- Chhipa, H., Joshi, P. (2016). "Nanofertilisers, nanopesticides and nanosensors in agriculture". Chapter 9, Nanoscience in Food and Agriculture 1. Volume 20 of the series Sustainable Agriculture Reviews. Eds: Ranjan, S., Dasgupta, N., Lichtfouse, E. Switzerland: Springer International Publishing, pp. 247-282.
- Curran P.J., Dungan J.L., Gholz H.L. (1990): Exploring the relationship between reflectance red edge and chlorophyll content in slash pine. Tree Physiology, 7, 33-48.
- Dağhan, H. (2017). Nano Gübreler. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 4(2), 197-203.
- Dai, Y., Shen, Z., Liu, Y., Wang, L., Hannaway, D., Lu, H. (2009). Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of *Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg. Environmental and Experimental Botany, 65(2-3), 177-182.

- Demirbilek, M.E. (2015). Tarımda ve gıdada nanoteknolojik. Gıda ve Yem Bili-mi-Teknolojisi Dergisi, 15, 46-53.
- Demircioğlu (Yıldız), N., Yılmaz, H. (2005). Light pollution: Problems and sol-lution proposals. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36(1), 117-123.
- Demirel, K., Gene, L., Camoglu, G., Asık, S. (2010). Assessment of water stress using chlorophyll readings and leaf water content for watermelon. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 7(3), 155-162.
- Dennis, E.J. (1971). Micronutrients a new dimension in agriculture. Publ. Nation Fert. Sol. Assoc. Peoria, Illinois, USA.
- Elkoca, E. (2003). Air pollution and its effects on plants. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(4), 367-374.
- Elshamy, M.T., Husseiny, S.M., Farroh, K.Y. (2019). Application of nano-chito-san NPK fertilizer on growth and productivity of potato plant. Journal of Scientific Research in Science, 36(1), 424-441.
- Fageria, N.K., Filho, M.B., Moreira, A., Guimarães, C.M. (2009). Foliar fertiliza-tion of crop plants. Journal of Plant Nutrition, 32(6), 1044-1064.
- Giunta, F., Motzo, R., Deidda, M. (2002). SPAD readings and associated leaf traits in durum wheat, barley and triticale cultivars. Euphytica, 125(2), 197-205.
- Goel, A. (2015). Agricultural applications of nanotechnology. Journal of Biologi-cal and Chemical Research, 32(1), 260-266.
- Gond, V., De Pury, D. G., Veroustraete, F., Ceulemans, R. (1999). Seasonal vari-ations in leaf area index, leaf chlorophyll, and water content; scaling-up to estimate fAPAR and carbon balance in a multilayer, multispecies tempe-rate forest. Tree physiology, 19(10), 673-679.
- Güneş A., İnal A. (1995). The effect of foliar glucose application on the yield and chlorophyll content of wheat (*Triticum aestivum* L.) grown at different photoperiods. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 1, 69-72.
- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A. (2007). Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 504, Yayın No: 1551. An-kara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Hasler, K., Olf, H.W., Omta, O., Bröring, S. (2017). Drivers for the adoption of different eco-innovation types in the fertilizer sector: A review. Sustaina-bility, 9(12), 2216.
- Hosseinzadeh, S.R., Ahmadpour, R. (2018). Evaluation of vermicompost ferti-lizer application on growth, nutrient uptake and photosynthetic pigments of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under moisture deficiency conditions. Journal of Plant Nutrition, 41(10), 1276-1284.

- Chen, J.C., Yang, C.M., Wu, S.T., Chung, Y.L., Charles, A.L., Chen, C. T. (2007). Leaf chlorophyll content and surface spectral reflectance of tree species along a terrain gradient in Taiwan's Kenting National Park. *Stud*, 48, 71-77.
- Kacar, B., Katkat, A.V. (1998). Bitki besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No. 127, Vipaş Yayınları No. 3, Özsan Matbaası, s. 1-595, Bursa.
- Kacar, B., Katkat, A.V. (2018). Gübreler ve gübreleme tekniği. 6. Basım, Nobel Akademik Yayıncılık, s. 1-559, Ankara.
- Karaçal, İ., Tüfenkçi, Ş. (2010). Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre - çevre ilişkisi. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, s. 257-268, 11-15 Ocak, Ankara.
- Karipçin, M.Z. (2009). Determination of drought tolerance on wild and domestic watermelon genotypes, Phd Thesis, Department of horticulture institute of natural and applied sciences university of Cukurova, p 259.
- Koch, W. (1976). Blattfarbstoff von fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) in abhänkeit von jahresgang, blattalter und -typ. *Photosynthetica*, 10, 280-290.
- Kozlowski, T.T., Pallardy, S.G. (1997). Physiology of woody plants (Second Edition). Academic Press, p. 411, San Diego.
- Kutbay, H.G., Kılınç, M. (1992). Seasonal changes in chlorophyll a and chlorophyll b of some plants. *Proceedings of the 11th National Biology Congress*, s. 195-202, June 24-27, Elazığ.
- Lamb, J.J., Eaton-Rye, J.J., Hohmann-Marriott, M.F. (2012). An LED-based fluorometer for chlorophyll quantification in the laboratory and in the field. *Photosynth Res*, 114, 59-68.
- Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Method Enzymol*, 148, 350-382.
- Lichtenthaler, H.K., Wellburn, A.R. (1983). Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transmycological*, 11, 591-593.
- Liu, R., Lal, R. (2016). Nanofertilizers. *Encyclopedia of Soil Science*. Ed: R. Lal, 3rd Ed., pp. 1511-1515, CRC Press.
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed., pp. 1-889, Academic Press Limited, New York.
- Matysiak R. (2001). Content of carotenoids in needles of *Pinus sylvestris* L. growing in a polluted area. *Dendrobiology*, 46, 39-42.
- Mengel, K., Kirkby, E.A. (1987). Principles of plant nutrition. 4th Ed., pp. 1-687, International Potash Institute, Bern, Switzerland.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Alam, M., Roychowdhury, R., Fujita, M. (2013). Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tole-

- rance in plants. International Journal of Molecular Sciences, 14(5), 9643-9684.
- Naderi, M.R., Danesh-Shahraki, A. (2013). Nanofertilizers and their roles in sustainable agriculture. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(19), 2229-2232.
- Olascoaga, B., Juurola, E., Pinho, P., Lukeš, P., Halonen, L., Nikinmaa, E., Bäck, J., Porcar-Castell, A. (2014). Seasonal variation in the reflectance of photosynthetically active radiation from epicuticular waxes of Scots pine (*Pinus sylvestris*) needles. Boreal Environment Research, 19(Supplement B), 132-141.
- Öncel, I., Üstün, S., Keles, Y. (2004). Fotosentez, bitki fizyolojisi laboratuvar kılavuzu, A.Ü.F.F. Döner Sermaye İşletme Yayınları, 48, s. 76-77, Ankara.
- Padem, H., Ocal, A., Alan, R. (1997). Effect of humic acid added to foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings. In International Symposium Greenhouse Management for Better Yield & Quality in Mild Winter Climates, 491, (pp. 241-246).
- Porra, R.J., Thompson, W.A., Kreidemann, P.E. (1989). Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectrometry. Biochim Biophys Acta, 975, 384-394.
- Pretty, J.N., Hine, R. (2001). Reducing food poverty with sustainable agriculture: A summary of new evidence, University of Essex: Essex, UK.
- Razaq, M., Zhang, P., Shen H.L. (2017). Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of Acer mono. PloS one, 12(2), e0171321.
- Renlong, L.V., El-Sabagh, M., Obitsu, T., Sugino, T., Kurokawa, Y., Kawamura, K. (2017). Effects of nitrogen fertilizer and harvesting stage on photosynthetic pigments and phytol contents of Italian ryegrass silage. Animal Science Journal, 88(10), 1513-1522.
- Richardson, A.D., Duigan, S.P., Berlyn, G.P. (2002). An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. New Phytologist, 153, 185-194.
- Sandmann, G., Römer, S., Fraser, P.D. (2006). Understanding carotenoid metabolism as a necessity for genetic engineering of crop plants. Metabolic Engineering, 8, 291-302.
- Servin, A., Elmer, W., Mukherjee, A., De La Torre-Roche, R., Hamdi, H., White, J.C., Bindraban, P., Dimkpa, C. (2015). A review of the use of engineered nanomaterials to suppress plant disease and enhance crop yield. Journal of Nanoparticle Research, 17, 92-113.

- Silkina, O.V., Vinokurova, R.I. (2009). Seasonal dynamics of chlorophyll and microelement content in developing conifer needles of *Abies sibirica* and *Picea abies*. Russian Journal of Plant Physiology, 56, 780-786.
- Singh, D., Singh B, Goel R.K. (2011). Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Ficus religiosa*: A review. Journal of Ethnopharmacol, 134(3), 565-583.
- Singh, M.D., Chirag, G., Prakash, P.O., Mohan, M.H., Prakasha, G., Vishwajith. (2017). Nano fertilizers is a new way to increase nutrients use efficiency in crop production. International Journal of Agriculture Sciences, 9(7), 3831-3833.
- Srichaikul, B., Bunsang, R., Samappito, S., Butkhup S., Bakker, G. (2011). Comparative study of chlorophyll content in leaves of Thai *Morus alba* Linn. Species. Plant Science Research, 3, 17-20.
- Şahin, G. (2016). Türkiye’de gübre kullanım durumu ve gübreleme konusunda yaşanan problemler. Tarım Ekonomisi Dergisi, 22(1), 19-32.
- Tilman, D. Cassman, K.G. Matson, P.A. Naylor, R. Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature, 418, 671-677.
- Tripathi, D.K., Singh, V.P., Chauhan, D.K., Prasad, S.M., Dubey, N.K. (2014). Role of macronutrients in plant growth and acclimation: recent advances and future prospective. 197-216. In Ahmad, P., Wani, M. R., Azooz, M. M., & Tran, L. S. P. (Eds.). Improvement of crops in the era of climatic changes (Vol. 2). Springer, p. 368, New York.
- Tunalı, M.M., Çarpıcı, E.B., Çelik, N. (2012). Effects of different nitrogen rates on chlorophyll content, leaf area index and grain yield of some maize cultivars. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(1), 131-133.
- Uchida, R.S. (2000). Essential nutrients for plant growth: Nutrient functions and deficiency symptoms. 31-55. In Silva, J. A. & Uchida, R. S. (Eds.), Plant Nutrient Management in Hawaii’s Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture. University of Hawaii, p.158, Manoa.
- URL-1, 31.10.2021, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=D>
- Witham, F.H., Blaydes, B.F., Devlin, R.M. (1971). Experiments in plant physiology. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Yakar, N., Bilge, E. (1987). Fotosentez, Genel Botanik, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Yayınları, ISBN: 975-404-016-8, İstanbul.
- Yıldırım, E., Turan, M., Güvenç, İ. (2008). Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll and mineral content of cucumber grown under salt stress. Journal of plant nutrition, 31(3), 593-612.

- Yiğit, A., Ereku, O., Yaraşır, N. (2021). Kısıtlı sulama ve kükürt dozu uygulamalarının soya fasulyesinde bitki gelişimi ve klorofil (SPAD) içeriğine etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(1), 105-117.
- Zavoruev, V.V., Zavorueva, E.N. (2002). Changes in the ratio between the peaks of red chlorophyll fluorescence in leaves of *Populus balsamifera* during vegetation. Doklady Biochemistry and Biophysics, 387, 1-6.

Bölüm 18

BALIKLARDA AKUT FAZ PROTEİNLERİ VE ÖNEMİ

İbrahim CENGİZLER¹

Selçuk DUMAN²

1 Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Adana, TÜRKİYE. icengiz@cu.edu.tr. orcid: 0000-0003-0929-7640

2 Doç.Dr., Çukurova Üniversitesi, İmamoğlu Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü, Adana, TÜRKİYE. sduman@cu.edu.tr. orcid: 0000-0002-6771-3385

GİRİŞ

Karasal hayvan yetiştiriciliğinde olduğu gibi, balık yetiştiriciliğinde de ekonomik kayıpların en aza indirilmesi için dayanıklı türler tercih nedenidir. Bazı balıkların belirli hastalıklara yakalanmama nedeni genetiksel olabildiği gibi, sonradan kazanılan bir direnç olarak da ortaya çıkmaktadır. Bu direncin ortaya çıkması ve etkinliğinin sağlanması, diğer omurgalılarda olduğu gibi bir sistem tarafından organize edilmektedir. Bu sistem bağışıklık (immün) sistemidir. Bu sistemin organizasyonunda değişik organlar ve hücreler yer alırlar. Hastalıklara karşı bağışıklık ya doğuştan gelir ya da edinseldir (Cengizler, 2006). Balık bireyi bir patojen ile karşılaştığında ya da travma sonucu doku hasarı oluştuğunda veya neoplastik nedenlerde gelişen inflamatuvar süreçte makrofajlar ve nötrofiller inflamasyon yanıt olarak interlökinleri (IL 1, IL 16, IL-8) ve değişik sitokinleri (TNF- α) kan dokuya salgırlar. Bu moleküllerin varlığı, hepatositleri protein üretmeleri için uyarır. Üretilen bu proteinlere akut faz proteinleri (AFP) adı verilir (Bayne ve Gerwick, 2001; Roy ve Ark., 2017). Akut faz proteinleri ağırlıklı olarak karaciğerde sentezlenirler. Bunlar biyokimyasal ve fonksiyonel anlamda bağımsızdırlar. AFP'leri homeostazinin korunmasında ve doku hasarlarının restorasyonunda oldukça önemli rol oynar. Aynı zamanda proteolitik enzimlerin inaktivasyonu ve enfeksiyöz ajanların yok edilmesinde görev alırlar. Mikroorganizmalarla mücadele oldukça ilginçtir, ya mikroorganizmayı öldürür ya da hücrel yanıt için yüzey hedeflerini değiştirir. AFP'lerdeki değişim, travma veya bir enfeksiyon durumunda inflamasyonun oluşup oluşmadığı ve yoğunluğunu net bir şekilde ortaya koymaktadır. Akut veya kronik inflamasyon oluşumunda AFP'lerin belirlenmesi, inflamasyonun izlenmesi, tanı konulması ve sağaltımında kullanılabilecek bilgiler vermektedir. Özellikle plazmada bulunabilecek olan 1- C- reaktif protein(CRP), 2- Serum amiloid a proteini (SAA), 3- Fibrinojen, 4- Asit glikoprotein (AAG) konsantrasyonlarında ki artış nedeniyle pozitif akut faz proteinleri olarak bilinirler (Schultz ve Arnold, 1990). Bu pozitif artışın hızlı bir reaksiyon olarak ortaya çıkması, erken tanı için oldukça iyi bir belirteç gibi görünse de, inflamasyona neden olan etkene karşı zayıf bir spesifiklik gösterir. Ancak inflamasyon durumunda konsantrasyonun artması önemli bir patolojik bulgudur ve sorumlu patojeni araştırmaya yöneltebilir (Tothova ve Ark., 2013) AFP'leri aynı zamanda pıhtılaşma ve doku onarımında da önemli rol oynamaları nedeniyle de dikkat çekmektedir. Ülkemizde yapılan bir araştırmada tilapia balıklarında deneysel oluşturulan *Streptococcus inae* enfeksiyonundan sonra, 7, 14, 21. günlerde balıklarda C- reaktif protein(CRP) serum amiloid A(SAA) ve transferin (TF) ve fibrinojen (FB)' nin plazma değerlerindeki değişiklikler belirlenmiştir. Deneysel enfeksiyon oluşturulan bireylerde, birkaç gün içerisinde, patolojik değişimler başlamıştır. İlk haftadan sonra CRP ve SAA ve TF düzeylerinde

artma olmuştur. Bu artış 14. ve 21. günlerde CRP. SAA'da devam ederken TF'de normal değerlere düşmüştür. Ancak tüm örneklerde FB düzeylerinde ise düşüş saptanmıştır. (Küçük ve Cengizler, 2013). Hepatik orijinli bazı kan proteinleri ve proinflamatuvar sitokinler de sağlığın izlenmesinde kullanılabilirler. Ancak bunlardaki değişimler, kısa sürelidir ve kan dokuda kaybolurlar AFP'leri ise uzun süre değişmeden kalabilirler. Bu yönleriyle de AFP'leri inflamasyon aktivitesinin izlenmesinde önemli bulgulardır.

AKUT FAZ YANITI

Akut faz yanıtı; Homeostaziye bozan bir etkene karşı, etkiyi ortadan kaldırmak, düzelleme sürecini desteklemek amacıyla konağın gösterdiği tepkiler bütünlüğü olarak açıklayabiliriz. Homeostaziye bozan etkenleri ise viral, bakteriyel, paraziter enfeksiyonlar, her türlü travma, nekrozlar, neoplastik değişimler olarak belirtebiliriz. Akut faz yanıtının reaksiyonları, doğuştan gelen ve spesifik olmayan bağışıklık sistemi içerisinde değerlendirilir. Bu nedenle İstilacı patojenlere karşı ilk savunma hattıdır (Tothova ve Ark., 2013). Akut faz redükthanlarının düzeylerinde meydana gelen değişimler; Makrofajlar monositler ve diğer bazı hücrelerden inflamasyon sürecinde üretilen sitokinler den kaynaklanan hepatositler tarafından üretildikleri bilinmektedir (Gabay ve Kushner, 1999). Akut faz yanıtının büyüklüğü ve süresi, enfeksiyonun yarattığı doku hasarını ve şiddetini gösterir.

AKUT FAZ PROTEİNLERİ

Genel anlamda, akut faz proteinleri, konsantrasyonları değişebilen, kan proteinleridir. Enfeksiyon, inflamasyon ,stres, travma gibi nedenlerle karaciğerde üretilirler. AFP'leri akut faz yanıtı esnasında, serum konsantrasyonlarında artışa neden oluyorsa; Pozitif AFP, azalışa neden oluyorsa; negatif AFP olarak bilinirler. Eğer artış 10 -100 kat arasında ise, *major proteinler* 2-10 kat arasında, *orta proteinler* daha az ise, yani hafif bir artış varsa *minör proteinler* olarak isimlendirilirler. Major proteinler olayın başlamasından sonraki 24-48 saat içerisinde net bir şekilde artarlar. Ancak, çok kısa yarı ömürleri nedeniyle sıklıkla hızlı bir düşüş gösterirler. Oysa orta ve minör proteinler akut fazın büyüklüğüne bağlı olarak yavaş artış gösterirler ama süreleri daha uzundur. Bilindiği gibi AFP'leri patojenlere karşı konağı korumak ve homeostazi yıkımlarını onarmaktır. Bu görev yerine getirilirken, her bir AFP'nin işlevi farklıdır. Örneğin α_1 -antitripsin, α_2 - makroglobulin gibi AFP'ler patojenler tarafından salgılanan proteinteazları engelleyen antiproteaz etkinlik gösterirler. Haptoglobin, C-reaktif protein, serum amiloid A gibi AFB'ler ise temizleyici özellik taşırlar ve hücresel bozulma nedeniyle ortaya çıkan metabolitleri bağlarlar. Yine α_1 - asit glikoprotein gibi AFP'ler ise antibakteriyel özelliktedir (Tathova ve Ark., 2013).

Yapılan bir araştırmada yüksek organizasyonla omurgalılarda olduğu gibi balıklarda da kısa pentraksinlerin, sadece bakteriyel enfeksiyonların da değil, aynı zamanda viral etkinlikte de rol oynadıklarını ortaya koymuştur (Bello-Peres ve Ark., 2021). Bu araştırmada sazan bahar viremi virüsü ile enfekte edilen zebra balıklarında, enfeksiyondan 5 gün sonra CRP benzeri proteinlerden CRP 1-7 de artış gözlenmiştir.

C-REAKTİF PROTEİN (CRP)

Bir plazma proteini olan C- reaktif protein (CRP) patojenlere karşı mücadelenin yanı sıra, Agglütinasyon partikülleri ve sitokoninin salınımını indükler (Ballou ve Lozanski, 1992). İlk kez 1973 yılında balıklarda ortaya konulmuştur (Baldo ve Fletcher, 1973). Aslında sağlıklı balık plazmasında çok eser miktarda ($< 1 \text{ mg mL}^{-1}$) bulunan CRP, akut enfeksiyonlarda travma ve inflamasyonda belirgin olarak artmaktadır. Bu nedenle pozitif AFP olarak kabul edilir. Balıklardaki CRP ile insan CRP' si karşılaştırıldığında insan CRP'sinin kısa pentraksin oligomerik protein grubunda yani pentamerik (pCRP) iken, zebra balığında trimeriktir (tCRP) (Bello-Perez ve Ark., 2017).

C reaktif protein (CRP) eklem bacaklılardan insana kadar bulunan bir proteindir. İnsan CRP'ni Ca^{2+} 'ye bağlı olarak fosfokoline (Pch) bağlanan 5 Özdeş alt birimden oluşan bir pentamerdir. Omurgasızlardan at nalı yengecinde CRP yapısal olarak eksprese edilen bir protein yapısında iken, omurgalılarda daha çok akut faz yanıtta ortaya çıkan akut az plazma proteini (Asmita ve Ark., 2019). Yapılan bir araştırmada bir teleost olan pisi balığı (*Pleuronectes platessa* L.) serumunda izole edilen C-reaktif protein ve serum amiloid P bileşenleriyle insanın CRP ve serum amiloid bileşenleri ile benzerliği ortaya konulmuştur (Pepys ve Ark., 1982).

SONUÇ

Balık yetiştiriciliğinde, balıkların sağlığı ve sağlık yönetimi, ekonomik kayıpların en aza indirilmesinde oldukça önem taşımaktadır. Hastalık ortaya çıktığında, hızlı tanı ve sağaltım, başarının anahtarıdır. Kullanılan tanı yöntemleri hızlı ve güvenilir olmalıdır. Bu amaç için de yeni ve güvenli tanı yöntemleri araştırılmaktadır. Akut faz proteinleri de spesifik olmayan, inflamasyon belirteçleri olarak, genel sağlık değerlendirmesinde, prognoz izlenmesi ve sağaltımın etkinliğinin araştırılmasında kullanılabilir. AFP'leri hem sağlık için tanınasal, hem de araştırma amaçlı kullanılabilir, güvenilir biyobelirteçlerdir. Ancak konsantrasyonlarının, birden çok patojene maruz kalan balık bireyinde, etkeni bulmada, çok zayıf tanınasal özgürlüğü olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle AFP'leri, belirli bir hastalık için birincil tanı yöntemi olarak kullanılamazlar. Yine de AFP'leri balığın sağlığını değiştiren inflamasyon ve enfeksiyon oluşumunu ortaya koyan yüksek duyarlı belirteçlerdir. Henüz AFP'lerinin konsantrasyonla-

rının ölçümleri rutin olarak kullanılmamaktadır. Bunda pratik sınırlamalar rol oynarken, aynı zamanda spesifik AFP değeri ölçmek için kullanılan yöntemlerin birçoğu, emek isteyen zaman alıcı, pahalı immünolojik yöntemlerdir. Bu nedenle AFP'lerin plazmadaki değerlerini, kısa sürede ortaya koyan, nispeten ucuz testlerin geliştirilmesine ve optimize edilmesine gereksinim vardır. Bu amaç için, konu ile ilgili araştırmaların, değişik balık türlerinde yapılmasında yarar vardır.

KAYNAKLAR

- Baldo, B. A., & FLETCHER, T. C. (1973). C-reactive protein-like precipitins in plaice. *Nature*, 246(5429), 145-146.
- Ballou, S. P., & Lozanski, G. (1992). Induction of inflammatory cytokine release from cultured human monocytes by C-reactive protein. *Cytokine*, 4(5), 361-368.
- Bayne, C. J., & Gerwick, L. (2001). The acute phase response and innate immunity of fish. *Developmental & Comparative Immunology*, 25(8-9), 725-743.
- Bello-Perez, M., Falco, A., Medina, R., Encinar, J. A., Novoa, B., Perez, L., & Coll, J. (2017). Structure and functionalities of the human c-reactive protein compared to the zebrafish multigene family of c-reactive-like proteins. *Developmental & Comparative Immunology*, 69, 33-40.
- Bello-Perez, M., Adamek, M., Coll, J., Figueras, A., Novoa, B., & Falco, A. (2021). Modulation of the Tissue Expression Pattern of Zebrafish CRP-Like Molecules Suggests a Relevant Antiviral Role in Fish Skin. *Biology*, 10(2), 78.
- Cengizler, İ. (2006). Balık Hastalıkları Ders Kitabı, Nobel Kitapevi, Adana 133 S.
- Gabay, C., & Kushner, I. (1999). Acute-phase proteins and other systemic responses to inflammation. *New England journal of medicine*, 340(6), 448-454.
- Güleç, A. K., & Cengizler, I. (2012). Determination of acute phase proteins after experimental Streptococcus iniae infection in tilapia (Oreochromis niloticus L.). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 36(4), 380-387.
- Pathak, A., & Agrawal, A. (2019). Evolution of C-reactive protein. *Frontiers in immunology*, 10, 943.
- Pepys, M. B., De Beer, F. C., Milstein, C. P., March, J. F., Feinstein, A., Butress, N., & Fletcher, T. C. (1982). C-reactive protein and serum amyloid P component in the plaice (*Pleuronectes platessa* L.), a marine teleost, are homologous with their human counterparts. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Protein Structure and Molecular Enzymology*, 704(1), 123-133.
- Roy, S., Kumar, V., Kumar, V., & Behera, B. K. (2017). Acute Phase Proteins and their Potential Role as an Indicator for Fish Health and in Diagnosis of Fish Diseases. *Protein and peptide letters*, 24(1), 78-89.
- Schultz, D. R., & Arnold, P. I. (1990, December). Properties of four acute phase proteins: C-reactive protein, serum amyloid A protein, α 1-acid glycoprotein, and fibrinogen. In *Seminars in arthritis and rheumatism* (Vol. 20, No. 3, pp. 129-147). WB Saunders.
- Tóthová, C., Nagy, O., Kovac, G., & Janciauskiene, S. (2013). The use of acute phase proteins as biomarkers of diseases in cattle and swine. *Acute Phase Proteins*, 103, 138.

Bölüm 19

TÜRKİYE FLORASINDA YAYILIŞ GÖSTEREN CRASSULACEAE FAMILİYASINDAN BAZI TÜRLERİN PEYZAJ VE SÜS BİTKİSİ NİTELİKLERİ BAKIMINDAN İNCELENMESİ

Derya SARI¹

¹ Doç. Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Arhavi Yerleşkesi, Artvin, Türkiye. deryasari@artvin.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9440-7343

GİRİŞ

Günümüzde kentsel alanlarda vazgeçilmez olan süs bitkileri, öncelikle insan yaşamında önemli bir yer tutan estetik amaçlı olarak kullanılmaktadır (Dewir, 2016; Cabahug vd., 2018). Dolayısıyla parklar, bahçeler, sokaklar, alışveriş alanları, açık ve kapalı mekanlar gibi insanların yaşam alanlarında ve yakın çevrelerinde süs bitkileri tercih edilmektedir. Ancak kentsel peyzajda kullanılacak süs bitkilerinin doğru seçilmesi ve uygulanması önemli bir konudur.

Süs bitkileri arasında yer alan sukulentler (etli bitkiler), son zamanlarda peyzaj ve saksı bitkisi olarak popülerlik kazanmıştır (Baldwin, 2007; Cabahug vd., 2018). Sulama kısıtlamaları ve yüksek bakım maliyetleri nedeniyle daha az su ve bakıma ihtiyaç duyan bahçelere yönelimin artması sukulentlere olan ilgiyi de arttırmıştır. Sukulentler, seyrek sulamaya ve uzun süreli kuraklıklara dayanabildikleri için kuraklığa dayanıklı bahçeler için mükemmel bir seçimdir. Ayrıca, bu bitkiler her türlü ilginç form, renk ve dokuya sahip olduklarından tasarım olanakları konusunda birçok seçenek sunmaktadır.

Yaprak ve gövdelerinde su depolayabilen sukulentler, yaşam alanları ve yaşam formları ile aşırı çevre koşullarına uyum sağlayan bitkilerdir (Özgökçe vd., 2013). Bununla birlikte minimum ışık altında bile hayatta kalabilmeleri onları iç mekan kullanımına uygun hale getirmektedir (Bell, 2001). Tüm habitat türlerinde yetiştirilen ve küresel olarak üretilip dağıtılan sukulentler, estetik amaçların yanı sıra çevresel yararları için de yetiştirilirler (Oldfield, 1997). Örneğin yeşil çatı sistemleri için yararlı olabilecek sukulentlerden birçok *Sedum* (dam kuruğu) türünün (*S. acre*, *S. oryzifolium*, *S. kamtschaticum*, *S. refleksum*, *S. rupestre* ve *S. spurium* ‘Green Mental’ gibi) kullanımını araştıran birçok çalışma yapılmıştır (Van Woert vd., 2005; Kim vd., 2010). Diğer taraftan sukulentler, ilaç için potansiyel hammadde kaynakları oluşturmaları nedeni ile tıbbi alanlarda da dikkat çekmektedir (Cabahug vd., 2018). Dolayısıyla insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerinden dolayı sukulentlerin hızlı ve bol miktarda çoğaltılması istenmektedir.

Nyffeler ve Egli’ye (2010) göre 690 cinse ait 12.500 sukulent türü tanımlanmıştır. Bu türlerden özellikle Crassulaceae ve Mesembryanthemaceae’ye ait olanlar, süs amaçlı olarak daha çok kullanılmaktadır (Graham, 1987). Bu çalışma kapsamında, Crassulaceae familyasından Türkiye florasında doğal yayılışı olan 10 adet türün peyzaj ve süs bitkisi nitelikleri incelenmektedir.

Crassulaceae (Damkuruğugiller) Ailesinin Genel Özellikleri

Crassulaceae familyası tüm dünyada yaygın olmakla birlikte kuzey

yarım kürede daha geniş bir yayılışa sahip olan (Şekil 1) ve daha çok suyun sınırlı olduğu kurak ve soğuk habitatlarda yetişen türleri barındırmaktadır (Balci, 2009). Crassulaceae familyasının türleri, küçük tek yıllık bitkilerden çok yıllık otsular, çalılar ve ağaçlara kadar çok çeşitlidir. Türlerin çoğu çekici çiçeklere sahiptir. Tüm familya, toplam 35 cinsine ait yaklaşık 1410 türden oluşmaktadır (Eggli, 2002). En fazla tür sayısının bulunduğu cins, 428 tür ile *Sedum*'dur. Diğer cinsler ise; *Aeonium* (36 tür), *Crassula* (195 tür), *Dudleya* (47 tür), *Echeveria* (139 tür), *Kalanchoe* (144 tür), *Rhodiola* (58 tür), *Sempervivum* (63 tür) ve *Tylecodon* (46 tür)'dur (Lopez-Angulo vd., 2016). Bunlar yaygın olarak süs bitkisi olarak kullanılmaktadır (Eid vd., 2018).



Şekil 1. Crassulaceae familyasının dünyadaki yayılış haritası (URL 1)

Crassulaceae, musonal yağışlara ve yüksek neme sahip yarı kurak kayalık habitatlarda ağırlıklı olarak bulunurken, bazı cinsler (örneğin *Sempervivum*) esas olarak kurak dağlık habitatlarda ve daha yüksek rakımlarda bulunur. Etli yaprakları ve “Crassulaceae Asit Metabolizması” (CAM), değişken su kaynaklarına uyum sağlamalarına izin verse de, gerçek çöl alanlarında bulunmazlar (URL 2). CAM genellikle ananaslar ya da kakтусler gibi kurak koşullarda yaşayan bitkilerde görülen bir metabolizmadır (Balci, 2009). Sınırlı su varlığına karşı önemli bir fotosentetik karbon tutma adaptasyonu olan CAM, genellikle gelişmiş su kullanma verimliliğiyle sonuçlanan, geceleyin CO²'in tutulması ve gün içerisinde tekrar CO²'in özümsemesiyle tanımlanmaktadır (Cushman ve Borland, 2002; Ekşi ve Uzun, 2016). Bu özellikleri ile Crassulaceae türleri olumsuz çevre koşullarına karşı daha dayanıklı olabilmektedir.

Crassulaceae familyasının yararlı özelliklerinden biri de familyadaki türlerinden bazılarının yenebilir özellikte olup birçoğunun da tıbbi değer taşımasıdır. Örneğin *Sedum acre* ve *Sedum telephium* türleri şifalı bitki grubuna girmektedir (Balci, 2009). Günümüzde yapılan çeşitli farmakolo-

jik çalışmalar, familyaya ait bazı türlerin antioksidan, antihiperglisemik, antimikrobiyal, antiülserojenik, sitotoksik/anti kanser, antiinflamatuvar, antinosiseptif aktivite, hepatoprotektif, analjezik, anti-artritik, antimalaryal, antimutajenik, böcek öldürücü, anti trombolitik, antihipertansif ve miyometriyal gibi birçok biyolojik aktivite gösterdiğine ilişkin sonuçlar ortaya koymaktadır (Eid vd. 2018).

Türkiye’de Crassulaceae familyası, 8 cins ve 79 türe ait toplam 93 taksona sahiptir (Güner vd. 2012; Anonim, 2018). Ayrıca endemik tür sayısı bakımından Türkiye önemli bir değer taşımaktadır. Endemizm oranları açısından *Sempervivum* (%87), *Prometheum* (%43), *Rosularia* (%36) ve *Sedum* (%21) cinsleri öne çıkmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye’de Yetişen Crassulaceae Üyeleri ve Endemizm Oranları (Anonim, 2018)

Cins Adı	Türkçe Adı	Tür Sayısı	Takson Sayısı	Endemizm %
<i>Crassula</i>	Kırasula	1	1	0
<i>Hylotelephium</i>	Mandakulağı	1	1	0
<i>Phedimus</i>	Pisikulağı	4	4	0
<i>Prometheum</i>	Kayagöbeği	7	9	43
<i>Rosularia</i>	Kayakoruğu	11	17	36
<i>Sedum</i>	Damkoruğu	33	36	21
<i>Sempervivum</i>	Ömürçiçeği	15	18	87
<i>Umbilicus</i>	Göbekotu	7	7	0

Türkiye’de yayılış gösteren damkoruğugiller, tek yıllık, iki yıllık veya çok yıllık otsu olmakla birlikte çoğunlukla sukkulent bitkilerdir (Balcı, 2009). Bu türler genellikle rozet şeklinde, kalın ve etli yapraklara, küme şeklinde beyaz, sarı, kırmızı renkli çiçeklere sahiptirler (Anonim, 2018). Görsel değerlerinden ötürü peyzaj tasarımlarında süs bitkisi olarak kullanılan birçok türü bulunmaktadır, bunlardan bazıları Damkoruğu (*Sedum*), kalanço (*Kalanchoe*) ve ömür çiçeğidir (*Sempervivum*).

Crassulaceae familyasından Türkiye florasında doğal olarak yayılış gösteren taksonlardan bazıları bu çalışmada peyzaj ve süs bitkisi nitelikleri açısından irdelenmektedir. Bu bağlamda familyanın Türkiye Bitkileri Veri Servisi’nde (TUBİVES) listelenen *Hylotelephium*, *Phedimus*, *Prometheum*, *Rosularia*, *Sedum*, *Sempervivum* ve *Umbilicus* cinslerinden yaprak ve çiçek estetiğine sahip herdem yeşil 10 tür seçilerek bu türlere ilişkin özellikler aşağıda sıralanmıştır.

***Hylotelephium* H. Ohba (Mandakulağı)**

Ilıman iklimin hakim olduğu Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya’ya

dağılmış, etli, otsu, uzun ömürlü bir cinstir. Bazı türler tarihsel olarak *Sedum* cinsine dahil edilmiştir (URL 3). Büyüme formu küme şeklinde ve dik olabilir, tam güneş sever, drenajı iyi topraklarda iyi gelişir, kuru-fakir topraklara dayanıklıdır. Pembe, mor, bordo renkli yıldız şeklinde çiçekler yaz veya sonbaharda çiçeklenir ve gösterişlidir. Mumsu tabaka ile kaplı etli yaprakların rengi, türe ve çeşide göre değişir. Bu cins düşük oranda toksik (zehirli) madde içermektedir (URL 3). Sıcığa ve kuraklığa toleranslı olan bu cins aynı zamanda kuşlar, arılar, kelebekler ve diğer tozlayıcılara karşı çekicilikleri ile bilinir.

***Hylotelephium telephium* (L.) H.Ohba (Mandakulağı)**

(Syn.: *Sedum telephium* L.)

Genellikle Türkiye'nin kuzey doğusunda yeni bulunmuş bir tür olan *Sedum caucasus* gibi yürek şeklinde yaprakları vardır. Bu tür *Sedum* cinsinden *Hylotelephium* cinsine dahil edilmiştir (Balcı, 2009). 2300 m yükseltilerde, kayalık ve kuru habitatlarda yetişen bu tür dik formu (30-45 cm) çiçek kuruluna sahiptir (Şekil 2). Petal rengi krem, yeşilimsi beyazdır. Çiçeklenme dönemi temmuz-eylül arasındır. Yaprak rengi yeşil, yaprak şekli ise oval, dikdörtgenimsi ovaldir (URL 4). *Hylotelephium telephium*, kelebek bahçesi, kuraklığa dayanıklı bahçe, polinasyon bahçeleri, kaya bahçesi, kış bahçesi gibi tematik alanlarda kullanılabilir.



Şekil 2. *Hylotelephium telephium*'un genel görünüşü (URL 5)

***Phedimus* Raf. (Pisikulağı)**

Doğu Avrupa ve Asya'da yayılış gösteren, yaklaşık 18 tür ile temsil edilen etli yapraklı bir cinstir. Türler çok yıllık veya nadiren tek yıllık bitkilerdir. Genellikle tüysüz ve çıplak yaprak ve sürgünlere sahiptir (URL 6). Basit yaprakların kenarları loblu veya dişlidir. Terminal durumlu çi-

çekler dik veya yükselici formda oluşur, beyaz, pembe veya kırmızı ile morumsu renklerde olabilir. Kayalık habitatlar, çayırlar, tarlalar, antropojenik habitatlarda (insan yapımı veya bozulmuş habitatlar) yayılış gösterir (URL 7).

***Phedimus spurius* (M.Bieb.) ‘t Hart (Al pisikulağı)**

(Syn.: *Sedum spurium* M.Bieb.)

Kafkasya’dan Kuzey İran’a kadar yayılış gösteren bu tür Türkiye de Karadeniz ve Kuzey Anadolu’da görülebilmektedir. Çok yıllık, herdem yeşil etli yapraklara sahiptir ve daha çok 1600-2700 m yükseltilerde kayalık habitatlarda gözlemlenir (Tubives, 2021). Dik formda uzayan çiçek kurulları 5-15 cm kadar uzayabilir. Yıldız şeklindeki gösterişli çiçekler beyazdan koyu pembeye değişir ve temmuz-ağustos aylarında açar (Şekil 3). Çiçekler arıları ve kelebekleri çeker. Yaban hayatı için gıda kaynağı oluşturur (URL 8). Yayılıcı sürünücü formda gelişen etli yassı yaprakların kenarları dişlidir.

Genel olarak güneşli ortamlarda iyi gelişen bu tür, kısmi gölgeyi de tolere edebilmektedir. İyi drene edilmiş ve kuru herhangi topraklarda gelişebilir (Kozmińska vd., 2019). -20 °C’ye kadar dayanabilir. *Phedimus* türleri insanlar ve hayvanlar için hafif derecede toksik olabilmektedir. Bununla birlikte saplar ve yapraklar çok genç iken çiğ olarak yenabilir veya yapraklar pişirilerek de tüketilebilir. Ancak tadı biraz büzücü ve hafif acıdır (URL 9).

Phedimus spurius yavaş ila orta büyüme oranına sahiptir ve budamaya oldukça elverişlidir. Sonbahar ve kış aylarında soğuk hava ile birlikte yapraklar bronz veya bordo bir renk alır. Kışları ılıman geçen bölgelerde ise bitkiler her zaman yeşil kalır. Bu durum bitkinin her mevsim çekici olmasına katkı sağlar. Süs bitkisi olarak üretimi yapılan ve birçok kültürü bulunan bu tür Avrupa peyzajında kullanılmaktadır. Türkiye’de ise doğal olan bu tür kelebek bahçesi, çocuk bahçesi, kuraklığa dayanıklı bahçe, polinasyon bahçeleri, kaya bahçesi, çatı bahçesi gibi tematik alanlarda kullanılabileceği gibi, şevlerde, yamaçlarda, duvar üstlerinde, karayolu ve kaldırım kenarlarında da yer örtücü olarak değerlendirilebilir.



Şekil 3. *Phedimus spurius*'un genel görünüşü (Hatila Vadisi Milli Parkı, Orijinal)

***Prometheum* (A. Berger) H. Ohba (Kayagöbeği)**

Anadolu'dan İran'a, Kafkaslar boyunca yayılış gösteren, kayalık habitatlarda yaşayan, çok yıllık veya tek yıllık-iki yıllık arası ömürlü, sıkı rozet formlu sukulentlerdir. Türkiye'de birçok taksonu endemiktir (Tubives, 2021). Cinsin etli yaprakları karşılıklı dizilişli, sapsız, yassıdan yarı silindiriğe doğru olan bir yapıda veya dikdörtgensel ile ters yumurta-spatula yapısı arasındadır. Çiçekli dalları dik veya yükselici yapıdadır ve 25 cm'ye kadar uzayabilir. Genellikle sert ve kuvvetlidir (Balcı, 2009).

***Prometheum pilosum* (Fischer ex M. Bieberstein) H. Ohba (Hoş kayagöbeği)**

Kafkasya'dan İran'a yayılış yapan bu tür Türkiye'de kuzeydoğu Anadolu da görülebilmektedir. İki yıllık, herdem yeşil, rozet formlu bir sukulenttir. 1100-2400 m yükseltilerdeki kayalık habitatlarda, kaya yarıkları üzerinde gelişir (Tubives, 2021). 5-10 cm uzayan türün yaprakları etli ve yoğun rozet oluşturmaktadır. Pembe renkli çiçekler terminal durumlu ve yoğun küme şeklindedir, haziran-temmuz aylarında gelişir (Şekil 4). Rozet ve küme şeklinde gelişen yaprakları ve çiçek kurulları oldukça estetikdir. Bodur bir tür olarak küçük ölçekli alanlarda dikkat çekici çiçekleri ile vurgu amaçlı kullanılabilir.



Şekil 4. *Prometheum pilosum*'un doğal ortamdaki görünüşü (Hatila Vadisi Milli Parkı, Orijinal)

***Prometheum sempervivoides* (Fischer ex M. Bieberstein) H. Ohba**
(Horozlelesi)

Gürcistan, Ermenistan, Kafkasya, Kuzey ve Kuzeybatı İran'da yayılış gösteren bu tür 1200-2900 m yükseltilerde kayalık yamaçlarda, hareketli kayalar üzerinde gelişir (Tubives, 2021). Horozlelesi olarak bilinen bu iki yıllık türün kırmızı renkli çiçekleri haziran-ağustos aylarında açar ve gösterişlidir (Şekil 5). Bitki dik duruşlu, hafif kısa tüylü yapıdadır. Çiçek taşıyan gövde tabandan rozet biçiminde çıkan yaprakların arasından doğar ve yaklaşık 7-20 cm boy yapabilir. Yaprakların her biri yumurtamsı, düz ve sivri uçlu ve hafif morumsu-yeşil renklidir. Gevşek yapılı çiçek kurulu yaklaşık 30-150 adet küçük çiçekten oluşmaktadır ve her bir çiçeğin taç yaprağı 6-8 mm uzunluktadır (Dilaver vd., 2020). Kuraklığa ve soğuk iklim şartlarına dayanıklı olan *Prometheum sempervivoides* estetik çiçek kurulları ile peyzaja değer katan doğal taksonlardan biridir (Karagöz vd., 2020). Kaya bahçeleri, çatı bahçeleri, alpin bahçeler gibi tematik bahçelerde kullanılabilir.



Şekil 5. *Prometheum sempervivoides*'in doğadaki görüntüsü (URL 10)

***Rosularia* (DC.) Stapf (Kayakoruğu)**

Kayakoruğu Doğu Akdeniz, Orta Asya ve Kuzey Afrika'nın kurak ve yarı kurak bölgelerinde dağılım gösteren, 28 türe sahip, küçük bir cinstir (Mabberley, 2008). *Rosularia* cinsi, rozet formulu gelişim gösteren, çok yıllık, bazen monokarpik (ömründe bir kez çiçek açan), otsu bitkilerdir. Bu cinsin yaprakları şeritsi, kaşıkı veya dikdörtgenimsi-kaşıkı şekillerde, yaprak taban kısmında dar ve sapsız biçimdedir. Çiçek durumu, 1 veya çok çiçekli, salkım veya simöz şeklinde veya simözlerden oluşan bileşik salkım şeklindedir. Türkiye'de bulunan türlerinde çiçekler sarı, beyaz, pembe veya kırmızı renklidir (Balcı, 2009; Anonim, 2018). *Rosularia* cin-

sinin bazı üyeleri, folklorik olarak tıbbi öneme sahiptir. Bazı türlerinin kuru çiçekleri, meyveleri, yaprakları ve köklerinden tedavi amaçlı olarak faydalandığı bildirilmektedir (Sarwar ve Qaiser, 2012; Anonim, 2018). Estetik çiçek ve yaprak yapısı nedeniyle kültüre alınmış olan bazı türleri bulunmaktadır (*R. alba*, *R. sempervivum*, *R. pallida*, *R. plathyphylla* gibi). Bu türler Türkiye ve Avrupa ülkelerinde kaya bahçelerinde, peyzajda süs bitkisi olarak kullanılmasının yanı sıra saksı bitkisi olarak ulusal ve uluslararası internet sitelerinde ve marketlerde satılmaktadır (Anonim, 2018).

Rosularia sempervivum (M. Bieb.) A. Berger (**Som kayakoruğu**)

(Syn.: *Rosularia sempervivum* subsp. *sempervivum*)

Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu'da 900-3000 m yükseltilerde yayılış göstermektedir. Türkiye'de yetişen bazı alt türleri endemiktir. Genel olarak gölgeli kalkerli ve volkanik kayalar üzerinde yetişir (Tubives, 2021). Yeşil renkli etli yaprakları tabanda, düz şekilde birbiri üzerine bindirilmiş görünümlüdür (Şekil 6). Çiçek formu uzantı-sap (6-25 cm) şeklinde, çiçek durumu ise bileşik salkım halinde olup, salkımlardaki çiçekler birbiri üzerine bindirilmiş küçük yapılardan meydana gelmiştir. Her bir çiçek koyu pembe renklidir (Dilaver vd., 2020). Gerek yaprak formu gerekse çiçek estetiği ile oldukça dekoratif olan bu sukulentin küçük ölçekli mekanlar, çatı ve teras bahçeleri, kaya bahçeleri gibi farklı peyzaj tasarımlarında kullanılması mümkündür. Aynı zamanda iç mekanlarda da değerlendirilebilir.



Şekil 6. *Rosularia sempervivum*'ın yaprak (URL 11) ve çiçek görüntüsü (URL 12)

***Sedum* L. (Dam koruğu)**

Bu cinse ait türler tek, iki ve çok yıllık, çoğunlukla dallı, çok gövdeli, etli bitkilerdir. *Sedum* türleri geniş bir coğrafi yayılış alanına sahiptir; esas olarak kurak ortamlarda, sıg topraklarda, taşlı veya çakıllı meşcerelerde, özellikle ılıman ve subtropikal bölgelerde yetişirler. Bu nedenle, cins

temsilcilerinin çeşitliliği Akdeniz Bölgesinde yüksek olup, bunu Amerika (çoğunlukla Orta Amerika), Himalayalar ve Doğu Asya izlemektedir (Stephenson, 1994; Koźmińska vd., 2019).

Sedum'lar tam güneşli bakılarda daha iyi gelişim göstermekle birlikte kısmen güneşli alanlarda da yetişebilirler. Özel metabolizmaları sayesinde ortam nemine ve yüksek ısıya dayanıklıdırlar. *Sedum*'lar üzerine yapılan bazı çalışmalarda *Sedum album*, *S. acre*, *S. kamtschaticum* subsp. *ellacombeanum*, *S. pulchellum* 'Michaux', *S. reflexum* ve *S. spurium* gibi türlerin 88 gün su istemeden yaşayabildikleri tespit edilmiştir (Getter ve Rowe, 2008; Ekşi ve Uzun, 2016). Rüzgârlı koşulları da tolere edebilen sedumlar üretimi kolay bitkilerdir. Sarı, beyaz, kırmızı, pembe ve altın tonlarında yıldız şeklinde çiçekler açan Sedumların çiçeklenme dönemi yazdan sonbahara kadar sürebilir. Aynı zamanda nektar bakımından zengin çiçekleri tozlayıcılar (polinatörler) için oldukça çekicidir. Bu bakımdan sedumlar arılar, kelebekler gibi polinatörlere ve yaban hayatına yüksek fayda sağlamaktadır (URL 13). Birkaç santim yükselen boyları, yayılıcı formları, çekici görünüşleri ve dayanıklılıkları ile en çok tercih edilen yer örtücü sukulentlerdir.

Yapraklarının yumuşak dokulu ve kolay ezilebilmesinden dolayı basılmaya dayanıklı değildirler (Küçükerbaş, 1991; Koç ve Güneş, 1998). Sedumlar, susuz uzun süre hayatta kalan yavaş büyüyen bitkilerdir, ancak su mevcut olduğunda daha hızlı büyüyebilirler (Carter ve Butler, 2008; Nektarios vd., 2015). Yer örtücü yetenekleri sayesinde peyzaj restorasyon ve koruma amaçlı kullanımlarda da tercih edilirler (Yılmaz ve Yılmaz, 2009). Bu cinse olan talep ve ilgi, hava kirliliği ve kentsel ısı adası etkisi nedeniyle kentsel alanlarda giderek artan çevre sorunlarını azaltmak için sürdürülebilir ve ekonomik bir tasarım olan 'yeşil çatılar' da kullanılmaya uygunluğu nedeniyle son yıllarda artmıştır (Getter ve Rowe, 2006; Vijayaraghavan, 2016; Vahdati vd., 2017). Ancak farklı *Sedum* taksonlarının yeşil çatılara uyum sağlama yetenekleri farklılık gösterebilir (Damas vd., 2010; Nagase ve Dunnett, 2010). Dekoratif değerleri ve özel metabolik özellikleri nedeniyle kentsel bitkilendirme teknolojisinde süs bitkisi olarak kullanılan değerli bitki materyalleridir (Koźmińska vd., 2019). Tubi-ves' e (2021) göre Türkiye'de 38 *Sedum* taksonu yayılış göstermektedir. Bu taksonlardan çoğu süs bitkisi niteliği taşımakta olup peyzaj bitkisi olarak değerlendirilmesi mümkündür.

***Sedum acre* L. (Acı damkоруğu)**

Avrupa, Kafkasya, Gürcistan, Sibirya, Batı Asya, Kuzey Afrika'da yayılışı bulunur. Türkiye'de kuzey ve orta Anadolu'da yayılış gösterir. Türkçe acı damkоруğu olarak bilinen bu sukulent 5-10 cm kadar boy yapan, çok yıllık, herdemyeşil bir otsudur. 800-2000 m yükseltilerdeki

taşlık, kayalık alanlarda, güney yamaçlarda ve açık arazilerde yetişir (Tubives, 2021). Yaprakları sapsız ve karşılıklı dizilişlidir. Küçük yıldız şeklinde çiçekler sarı renklidir (Şekil 7). Çiçeklenme Mayıs-temmuz ayları arasında görülür. Kuru, sık topraklarda yetişebilir ve iyi bir zemin örtücüdür. Kuraklığı ve deniz maruziyetini tolere edebilir, nadiren sulamaya ihtiyaç duyar ve hızlı bir büyüme sergiler. Yaprakları çiğ veya pişirilerek yenilebilir ancak acı buruk bir tada sahiptir. Tıbbi kullanımları vardır (URL 14). Vejetatif üretimi kolaydır. Günümüzde süs bitkisi olarak üretimi de yapılmaktadır. Minimum kullanım halinde üzerine basılmaya hafif toleranslıdır. Yaprak ve çiçek estetiği ile bulunduğu ortamın görsel kalitesine katkı sağlar. Konteyner, kuru duvar, dikey bahçe, kaya bahçesi, çatı bahçesi gibi alanlarda kullanılabileceği gibi daha büyük ölçekli alanlarda da yer örtücü olarak kullanılabilir.



Şekil 7. *Sedum acre*'nin çiçekli görüntüsü (URL 15)

***Sedum album* L. (Çoban kavurgası; Ak damkoruğu)**

Avrupa genelinde, kuzeybatı İran, Kafkasya, Lübnan, Orta ve Doğu Anadolu'da yayılış göstermektedir (Tubives, 2021). Genellikle deniz seviyesinden 2400 m'ye kadar geniş bir yükseklik aralığında, güneşli bakılarda, kumlu ve kayalık yüzeylerde büyüyen bir Avrasya taksonudur (Kozmińska vd., 2019). Orta hızda yayılıcı formda büyüyen herdem yeşil bir sukulenttir (Şekil 8). Haziran-eylül ayları arasında açan beyaz renkli çiçek kurulları 5-20 cm boy yapabilir (Anonim, 2008). Gölge ortamlardan hoşlanmayan bu tür, besin değeri düşük topraklarda büyüyebilir, kuraklığı ve deniz maruziyetini tolere edebilir (URL 16). Ayrıca *Sedum album*'un yağış ya da sulama olmadan 100 gün hayatta kalabildiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Lasalle, 1998; Ekşi ve Uzun, 2016). Bu özellikleri ile kentsel ortamlarda yeşil çatı bitkilendirmelerinde kullanılabilecek iyi bir

alternatiftir. Bu sayede yaban hayatı için yaşam alanı sağlamanın yanı sıra binayı yalıtarak çevreyi iyileştirmeye yardımcı olabilir. Ayrıca alpin bahçeler, kaya bahçeleri, kuru duvarlar, konteynerlerde, yamaç ve şev alanlarında, bitkisel kompozisyonlarda yer örtücü olarak kullanılabilirler.



Şekil 8. *Sedum album*'un genel görünüşü (URL 17)

***Sedum sediforme* (Jacq.) Pau (Yalı kuruğu)**

Akdeniz elementi bir sukulent olan Yalı kuruğu Güney Avrupa, Lübnan, Kıbrıs, Batı Türkiye, Güney Anadolu'da yayılır. Deniz seviyesinden 635 m yükseltiye kadar yetişebilir. Daha çok kalkerli uçurumlar, kayalık, taşlı, çakıllı kurak yamaçlarda görülür (Tubives, 2021). 25-50 cm kadar büyüyebilir. Tabanı odunsu olan bu türün gövdesi yükselici formdadır. Yapraklar kiremit dizilişli, dar dikdörtgensidir. Yeşilimsi beyaz ya da soluk sarı renkli olan salkım çiçekler sıkı bir kurul şeklindedir (Şekil 9). Mayıs –haziran aylarında çiçekli kalır. Farklı toprak tiplerinde yaşayabilir. Güneşli konumları tercih eden bu tür -5 ile -10 °C arasındaki sıcaklıklara tolerans gösterir. Yaprakları pişirilerek tüketilebilir ancak fazla miktarda yenilmesi halinde mide rahatsızlığına neden olabilir (URL 18). Süs bitkisi olarak üretilmekte ve kullanılmaktadır. Kurakçıl bitkilendirme tasarımlarında, çatı ve teras bahçelerinde, kaya bahçelerinde, bordür bitkilendirmelerinde, yer örtücü ve vurgu bitkisi olarak farklı ölçekli tasarımlarda kullanılabilir.



Şekil 9. *Sedum sediforme*'nin genel görünüşü (URL 19)

***Sempervivum* L. (Ömürçiçeği)**

Avrupa'dan Asya'ya kadar yayılışı bulunur. *Sempervivum* cinsinin 40 kadar ana türü doğada genellikle dağlık alanlarda, ayrıca İran'da, Ermenistan'da ve Kafkaslarda bulunur. 10-20 cm kadar uzayabilen, rozet formunda kalın rizomlu, herdem yeşil çok yıllık bitkilerdir. Kumlu geçirgen topraklarda, kayalık yüzeylerde gelişmektedir. Gölge ortamlardan ziyade güneşli bakılarda iyi gelişir. Birkaç yıl içinde oluşan çiçeklenmeden sonra rozetler ölür ancak hemen yanında gelişen yavrular bitkinin sürekli canlı görünmesi sağlar (Şekil 10) . Yaz döneminde açan yıldız şeklinde küçük çiçekler kurul oluşturur ve beyaz, sarı, kırmızı veya mor renkli olabilir (Brickel, 2003). Türkiye'deki türlerin çiçekleri 8-15 parçalıdır (Balcı, 2009). *Sempervivum*'lar çetin doğa şartlarına oldukça dayanıklıdır. Sıcakta iyi gelişmelerinin yanında soğuğa da toleranslıdır. Yaprakları ve genç sürgünleri yenebilmektedir (URL 20). Türkiye'de endemizm oranı yüksek bir cinstir.

Sempervivum'lar merkezden kenarlara doğru rozet şeklinde gelişen estetik yapraklara sahip sukulentlerdir. Sadece çiçek kurulu oluşturacağı zaman dik formda uzayan bitkinin yanlarında yavruları bulunmaktadır. Bu nedenle farklı büyüklüklerde yavrular ve yaprak renklemeleri ile estetik bir doku oluşturmaktadır. Doğada birçok çeşidi bulunmakla birlikte kültüre alınmış olan çeşitleri de vardır ve süs bitkisi olarak iç ve dış mekanlarda kullanılmaktadır.



Şekil 10. *Sempervivum* sp. 'un doğal ortamında genel görünüşü (Hatila Vadisi Milli Parkı, Orijinal)

***Sempervivum transcaucasicum* Muirhead (Kaf kaderotu)**

Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi ve Gürcistan'da yayılış gösteren bu tür, 550 ila 2700 m yükseltilerdeki volkanik kayalarda yetişir (Şekil 11). 20-30 cm kadar uzayabilen çiçek kurulları Ağustos ayında açar ve sarı renklidir (URL 21). Hafif asitli, nötr ve bazik (hafif alkali) topraklarda, güneşli alanlarda yetişebilir. Gölgeye karşı toleransı yoktur ancak kuraklığa dayanıklıdır (URL 22). Sadece yaz döneminde çiçek kurulu oluştursa da kalıcı rozet yaprakları, formu, dokusu ve renk estetiği ile dikkat çekicidir. Bu cinsin birçok türü kültüre alınmıştır. Alpin ve kaya bahçelerinde, kuru duvarlarda, çatı bahçelerinde, bordür ve konteynerlerde değerlendirilmesi mümkündür. *Sempervivum transcaucasicum* gibi Türkiye'de yetişen endemik ve endemik olmayan *Sempervivum*'ların süs bitkisi olarak peyzaja kazandırılması üzerinde çalışılması bu özel türlerin sürdürülebilirliğine destek oluşturması açısından önem taşımaktadır.



Şekil 11. *Sempervivum transcaucasicum* 'un doğadaki görünüşü (URL 23)

***Umbilicus* DC. (Göbekotu)**

Taban yaprakları geniş dairemsi, etli yapıda olan çok yıllık sukulent bitkilerdir. Yumrulu veya rizomlu toprakaltı gövdelere sahip olan bu cinsin çiçekleri dik formda, çok çiçekli, basit veya dallanmış, salkım veya birleşik salkım halindedir. 5 parçalı olan çiçeklerde petaller bir tüp içinde birleşmiştir (Balci, 2009). Yaprak formu ve çiçek kurulları estetikdir. Crasulaceae familyasında bu cinse ait yaklaşık 80 takson adı sıralanmakla birlikte bunlardan 10 tanesi kabul edilen tür adı kategorisindedir (URL 24). Türkiye’de 7 takson doğal olarak yetişmektedir (Tubives, 2021).

***Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy (Göbek otu)**

Türkiye’nin batısı, Güney Batı Anadolu, Güney ve Batı Avrupa, Mısır, Kıbrıs, Akdeniz’de yayılış gösterir. 50-800 m yükseltilerdeki kayalık yamaçlar, kumlu topraklar üzerinde görülür (Tubives, 2021). 20 - 40 cm kadar boy yapabilen bu türün kök yapısı yumrumsudur. Dip yaprakları 1.5 ila 7 cm çapında ve kalkansıdır. Baş aşağı sarkık formda olan çiçek kurulu genellikle dalsız yapıdadır (Şekil 12). Mayıs-haziran aylarında çan biçiminde yeşilimsi pembe renkli çiçekler oluşturur. Tohumlar temmuz ve eylül aylarında olgunlaşır (URL 25). Nemli toprakları tercih eden bu tür yarı gölge ve aydınlık ortamlarda yetişebilir. Yaklaşık -15°C’ ye kadar dayanıklıdır (URL 26). Yetiştirilmesi kolay bir bitkidir. Bu türün yaprakları çiğ ya da pişirilerek tüketilebilir. Sonbaharda toplanan yaprakları salatalara eklenebilir. Geleneksel tıpta kullanım alanları vardır (URL 27). Tüm yıl yeşil kalan geniş yapraklar dikkat çekicidir. Kayalar ve duvarlar üzerinde gelişebilir. Kaya bahçelerinde, gölgeli alanlarda (ağaç gölgesi, yapı gölgesi gibi), konteynerlerde, tematik bahçelerde kullanılabilir.



Şekil 12. *Umbilicus rupestris*’in genel görünüşü (URL 28)

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzasında son on yılda kuraklık dönemlerinin sıklığı ve yoğunluğunun önemli ölçüde arttığı bildirilmektedir (Giannakopoulos vd. 2009; Cai vd. 2015; Lopez-Nicolas vd. 2018; Ortega-Gómez vd. 2018). İklim değişikliği eylem planına göre, Türkiye'nin yakın gelecekte daha sıcak, daha kurak ve yağışlar açısından daha belirsiz bir iklim rejimine sahip olacağı, aynı zamanda da su kaynakları açısından belirgin bir azalma yaşanacağı öngörülmektedir (İDEP, 2012; Abacıoğlu Gitmiş, 2020).

Kuraklık, küresel ekosistemlerin karşılaştığı en zorlu stres faktörlerinden biridir (Bartlett vd., 2012) ve bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal durumunu olumsuz etkilemektedir (Osakabe vd., 2014). Hücre su dengesindeki hafif bir dengesizlik bile bitki büyümesi ve ürün verimi ile ilişkili fizyolojik süreçleri olumsuz etkileyebilmektedir (Mathur vd. 2014; Nxele vd. 2017). Bitki türlerinin gelecekteki adaptasyonları üzerinde kuraklık toleransı, minimum-maksimum sıcaklıklar ve yağış değişkenlerinin etkili olduğu belirlenmiştir (Sarı ve Karaşah, 2020). Dolayısıyla bu değişkenlerin ziraat alanındaki etkilerinin yanı sıra peyzaj bitkilendirme faaliyetlerine de etkisi büyük olacaktır.

Küresel ısınmanın giderek artan etkilerine bağlı olarak azalmakta olan su kaynaklarının korunması ve her alanda etkin kullanımının sağlanması günümüzde büyük önem taşımaktadır (Çöp ve Akat, 2021). Bu bakımdan peyzaj faaliyetlerinde doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımına destek olan bazı yaklaşımlar benimsenmektedir. “Su-Etkin Peyzaj Düzenlemesi” (Water-Efficient Landscaping) genel başlığı altında “Suyun Akılcı Kullanımı” (Water-Wise, Water-Smart), “Az Su Kullanımı” (Low-Water) ve “Doğal Peyzaj Düzenleme” (Natural Landscaping) gibi yeni peyzaj düzenleme kavramları geliştirilmiştir (Çorbacı vd., 2019). Bu alanda öne çıkan uygulamalardan biri olan kurakçıl peyzaj yaklaşımı (Xeriscape) su kaynaklarının en akılcı kullanımını sağlayan planlama prensiplerini içermektedir (Çetin ve Mansuroğlu, 2018). Xeriscape düzenlemelerde, doğal yağmur suyu veya kısıtlı sulamayla yaşamını devam ettirebilen bitki türlerinin seçilmesi ve daha çok bölgenin ekolojik koşullarına uyum sağlamış doğal bitki türlerinin kullanılmasıyla adaptasyon kolaylığı ve sürdürülebilirliğin beraberinde ekonomik faydalar da sağlanmış olmaktadır (Atik ve Karagüzel, 2007; Gül vd., 2012; Çakar vd., 2018; Çöp ve Akat, 2021).

Sukulent bitkiler özellikle kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde öncelikli tercih sebebi olmaktadır. Kullanım alanları sadece kentsel açık ve yeşil alanların düzenlenmesinde değil, aynı zamanda yollar, şevler, piknik alanları, hava alanları, sorunlu alanlar ve minimum bakım koşulları gerektiren kırsal alanlarda da olabilmektedir (Özgökçe vd., 2013). Kentsel

yeşil alanlarda estetik, fonksiyonel ve ekolojik anlamda mekanlara değer katan sukulentler dış mekanların yanı sıra iç mekanlarda da yaygınlaşmıştır. İç mekan süs bitkilerine yönelik kullanıcı tercihlerinin belirlendiği bazı çalışmalarda sukulent ve kaktüslerin %72,3 oranında tercih edildiği (Akça, 2021), dekoratif çiçekli türlerin %49.1 oranında tercih edildiği (Yazıcı, 2020) ortaya konulmuştur. Genel olarak iç mekanlarda dekoratif yaprak ve çiçek estetiği olan türler ile sukulent-kaktüsler rağbet görmektedir. Kaktüs ve sukulentlerin susuzluğa dayanıklı olmaları, bakım kolaylığı, iç mekanda radyasyonu engellediğine dair çalışmaların olması, küçük ölçülerde olduğu için taşınabilirlik kolaylığı gibi gerekçeler bu türlerin tercih edilmesinde öne çıkmaktadır (Akça, 2021).

Peyzaj tasarımlarında kullanımı giderek artan sukulent türlerin birçoğunu barındıran Crassulaceae familyası Anadolu coğrafyasında geniş bir yayılım göstermektedir. Nitekim bu coğrafya farklı iklim tiplerinin etkisi altında üç farklı floristik bölgeyi barındırmaktadır. Bu nedenle floristik çeşitlilik bakımından zengin olan Türkiye’de, 3.649’u endemik olmak üzere 11.707 bitki taksonunun bulunduğu bildirilmektedir (Güner vd., 2012; Dilaver vd., 2020). Doğal türlerin çeşitliliği Türkiye’de her ne kadar fazla olsa da süs bitkisi olarak bu türlerin üretimi kısıtlıdır. Dolayısıyla egzotik süs bitkilerinin kullanımı daha çok dikkat çekmektedir. Peyzaj çalışmalarında yabancı yurtlu bitki tercihinde daha dikkatli olunması, kuraklığa dayanıklı türlerin özellikle de doğal olanlarının kullanımı, çim alanların mümkün olduğunca azaltılması ya da kuraklığa dayanıklı çim türlerine ve sukulent tür kullanımına ağırlık verilmesi tavsiye edilmektedir (Çetin ve Mansuroğlu, 2018). Bu bağlamda farkındalık yaratmak, doğal türlerin sürdürülebilirliğini sağlamak, estetik özellikleri yanı sıra, fonksiyonel özellikleri olan, yenebilir, tıbbi ve aromatik bitkileri kentsel alanlarda insanlar ile buluşturmak önemli bir gerekliliktir (Sarı ve Karışah, 2019). Bu çalışma kapsamında irdelenen türler estetik, ekolojik, fonksiyonel özellikleri ile iç ve dış mekanlarda değerlendirilme potansiyeli taşıyan sukulentlerdir. Doğal türlerin peyzaj özelliklerinin araştırılması ve kentsel ekosistemlerde daha fazla kullanım alanı bulması açısından bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abacioglu Gitmis, E. (2020). Kurakçıl peyzaj düzenlemelerine bir tasarım önerisi: Aliya İzzetbegoviç Parkı örneği. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(1), 214-232.
- Akça, Ş. B. (2021). İç mekân süs bitkileri tüketici tercihlerinin belirlenmesi; Zonguldak Kenti Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2), 427-435.
- Anonim, (2008). *Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri*. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, (2018). Dicle Koruğu (*Rosularia blepharophylla* Eggl) Tür Eylem Planı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. Retrieved from: <http://cermik.gov.tr/tur-eylem-plani-dicle-korugu>.
- Atık, M. & Karagüzel, O. (2007). Peyzaj mimarlığı uygulamalarında su tasarrufu olanakları ve süs bitkisi olarak doğal türlerin kullanım önceliği. *Tarımın Sesi TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi Yayını*, 15, 9-12.
- Balcı, S. (2009). Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumu'ndaki (Ank) Crassulaceae Familyası Revizyonu ve Veri Tabanının Hazırlanması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Baldwin, D.L. (2007). *Designing with succulents*. Timber Press, Portland OR, USA.
- Bartlett, M.K., Scoffoni, C. & Sack, L. (2012). The determinants of leaf turgor loss point and prediction of drought tolerance of species and biomes: a global meta-analysis. *Ecology Letters*, 15, 393-405.
- Bell, S.A. (2001). *Growing cacti and other succulents in the garden*. Guild Master Craftsman Publications, USA.
- Brickel, C. (2003). *The royal horticultural society A-Z encyclopedia of garden plants*. Volume 2, Dorling Kindersley Limited, London.
- Cabahug, R.A.M., Nam, S.Y., Lim, K.B., Jeon, J.K. & Hwang, Y.J. (2018). Propagation Techniques for Ornamental Succulents. *Flower Research Journal*, 26(3), 90-101.
- Cai, X., Zhang, X. & Noël, P.H., Shafiee-Jood, M. (2015). Impacts of climate change on agricultural water management: a review. *WIREs Water*, 2, 439-455.
- Carter, T. & Butler, C. (2008). Ecological impacts of replacing traditional roofs with green roofs in two urban areas. *Cities and the Environment*, 1 (2), article 9.
- Cushman, J.C. & Borland, A.M. (2002). Induction of Crassulacean acid metabolism by water limitation. *Plant, Cell and Environment*, 25, 295-310.

- Çakar, H., Akat Saraçoğlu, Ö. & Akat, H. (2018). Xeriscape yaklaşımı ile kurak ortamda sürdürülebilir peyzaj: Ege Üniversitesi Bayındır MYO Bahçesi örneği, *ISUEP2018 Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu: Değişim/Dönüşüm/Özgünlük*, 28-30 Haziran, Eskişehir, 1, 214-221.
- Çetin, N. & Mansuroğlu, S. (2018). Akdeniz koşullarında kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde kullanılabilecek bitki türlerinin belirlenmesi: Antalya/Konya-altı örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55 (1), 11-18.
- Çorbacı, Ö. L., Özyavuz, M., & Yazgan, M. E. (2019). Peyzaj mimarlığında suyun akıllı kullanımı: Xeriscape. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 4(1), 25-31.
- Çöp, S. & Akat, H. (2021). Kurakçıl peyzaj çalışmalarında bitkisel uygulamalar: Muğla-Sarıgerme halk plajı örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(2), 263-277.
- Damas, O., Cité, P.E. & Donvez, J. (2010). Identification of plant ranges adapted to water limited conditions of green roofs: a case study from France. *World Green Roof Congress*, 15-16.
- Dewir, Y.H. (2016). Cacti and succulent plant species as phytoplasma hosts: A review. *Phytopathogenic Mollicutes*, 6, 1-9.
- Dilaver, Z., Öztekin, M. & Yılmaz, M. (2020). Soğuksu Milli Parkında yer alan bazı doğal taksonların süs bitkisi özelliklerinin değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(Özel Sayı), 197-215.
- Eggli, U. (2002). *Illustrated Handbook of Succulent Plants: Dicotyledons*, Springer Science & Business Media.
- Eid, O., Ezzat, S., Gonaïd, M. & Choucry, M. (2018). Crassulaceae (chemistry and pharmacology) - a review. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 4, 234-240.
- Ekşi, M. & Uzun, A. (2016). Yeşil çatı sistemlerinin su ve enerji dengesi açısından değerlendirilmesi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66 (1), 119-138.
- Getter, K.L. & Rowe, B.D. (2008). Media depth influences Sedum green roof establishment. *Urban Ecosystems*, 11, 361- 372.
- Giannakopoulos, C., Le Sager, P., Bindi, M., Moriondo, M., Kostopoulou, E. & Goodess, C.M. (2009). Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2°C global warming. *Glob. Planet. Chan.* 68 (3), 209-224.
- Graham, V. (1987). *Growing succulent plants including cacti*. Timber Press, Portland, Oregon, USA
- Gül, A., Özçelik, H. & Uzun, Ö.F. (2012). Isparta yöresindeki bazı doğal yer örtücü bitkilerin adaptasyonu ve özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16(2), 133-145.

- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T., (edlr.) (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- İDEP, (2012). *İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı 2011-2023*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara. Retrieved from: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/banner/banner591.pdf>.
- Karagoz, F.P., Karagoz, H. & Dursun, A. (2020). Properties and Importance of *Prometheum sempervivoides* (Fisch. Ex Bieb.) H. Ohba as Ornamental Plant Naturally Grown in Erzurum. *Journal of Agricultural Production*, 1(1), 22-30.
- Kim, I.H., Huh, K.Y. & Huh, M.R. (2010). Cold tolerance assessment of Sedum species for shallow -extensive green roof system. *Korean J Hort Sci Technol.*, 28, 22-30.
- Koç, N. & Güneş G. (1998). Çatı bahçelerinde bitkisel düzenleme esasları. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4 (1-2), 625-633.
- Koźmińska, A., Al Hassana M., Wiszniewskab, A., Hanus-Fajerskab, E., Boscaiu, M. & Vicente, O. (2019). Responses of succulents to drought: Comparative analysis of four *Sedum* (Crassulaceae) species. *Scientia Horticulturae*, 243, 235-242.
- Küçükerbaş, E. (1991). *Ege Bölgesi koşullarında sıg topraklar üzerinde az bakımla (ekstansif) bitkilendirme olanakları üzerinde bir çatı bahçesi örneğinde araştırmalar*. E.Ü. Fen Bilimleri Ens. Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi (yayınlanmamış), İzmir.
- Lassalle, F. (1998). Wirkung von trockenstreb auf xerophile pflanzen. *Stadt und Grün*, 47(6), 437-443.
- Lopez-Angulo G., Montes-Avila, J., Díaz-Camacho, S.P., Vega-Aviña, R., Baez-Flores, M.E. & Delgado-Vargass, F. (2016). Bioactive components and anti- mutagenic and antioxidant activities of two *Echeveria* DC. species, *Ind. Crop. Prod.* 85, 38-48.
- Lopez-Nicolas, A., Pulido-Velazquez, M., Rougé, C., Harou, J.J. & Escrivá-Bou, A. (2018). Design and assessment of an efficient and equitable dynamic urban water tariff. Application to the city of Valencia, Spain. *Environ. Mod. Software*, 101, 137-145.
- Mabberley, D. J. (2008). *Mabberley's plant-book: a portable dictionary of plants, their classifications and uses*. (No. Ed. 3). Cambridge University Press.
- Mathur, S., Agrawal, D. & Jajoo, A. (2014). Photosynthesis: response to high temperature stress. *The Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 137, 116-126.
- Nagase, A. & Dunnett, N. (2010). Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs: effect of watering and diversity. *Landscape and Urban Planning*, 97, 318-327.

- Nektarios, P.A., Ntoulas, N., Nydrioti, E., Kokkinou, I., Bali, E. & Amountzias, I. (2015). Drought stress response of *Sedum sediforme* grown in extensive green roof systems with different substrate types and depths. *Scientia Horticulturae*, 181, 52–61.
- Nxele, X., Klein, A. & Ndimba, B.K. (2017). Drought and salinity stress alters ROS accumulation, water retention, and osmolyte content in sorghum plants. *The South African Journal of Botany*, 108, 261–266.
- Nyffeler, R. & Eggli, U. (2010). An up-to-date familial and suprafamilial classification of succulent plants. *Bradley*, 28, 125–144.
- Oldfield, S. (comp.) (1997). *Cactus and Succulent Plants: Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC Cactus and Succulent Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 212 pp.
- Ortega-Gómez, T., Pérez-Martín, M.A. & Estrela, T. (2018). Improvement of the drought indicators system in the Júcar River Basin, Spain. *Science of the Total Environment*, 610–611, 276–290.
- Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K. & Tran, L.-S.P. (2014). Response of plants to water stress. *Frontiers in Plant Science*, 5, 1–8.
- Özgökçe, F., Karabacak, O., Tel, A.Z. & Ünal, M. (2013). Some Succulent Plants for Ground Cover, Spreading out on The East Anatolia, Türkiye. *Adyütayam*, 1, 40–45.
- Sarı, D. & Karaşah, B. (2019). Some medicinal-aromatic ornamental plants used in interior and outdoor spaces. 4th *International Symposium on Innovative Approaches in Architecture, Planning and Design, SETSCI*, Conference Proceedings, 4 (7), 152–156.
- Sarı, D. & Karaşah, B. (2020). Future adaptability of urban trees due to the effects of climate change: the case of Artvin, Turkey. *Journal of Environmental Science and Management*, 23(1), 60–70.
- Sarwar, G.R. & Qaiser, M.U. (2012). A numerical taxonomy of the genus *Rosularia* (DC.) Stapf from Pakistan and Kashmir. *Pakistan Journal of Botany*, 1;44(1), 349–54.
- Stephenson, R. (1994). *Sedum Cultivated Stonecrops*. Timber Press, Portland, Oregon.
- Tubives, (2021). Türkiye Bitkileri Veri Servisi. Retrieved from: http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=hizli_ara
- Vahdati, N., Tehranifar, A. & Kazemi, F. (2017). Assessing chilling and drought tolerance of different plant genera on extensive green roofs in arid climate region of Iran. *The Journal of Environmental Management*, 192, 215–223.
- Van Woert, N.D., Rowe, D.B., Andresen, J.A., Rugh, C.L. & Xiao, L. (2005). Watering regime and green roof substrate design affect *Sedum* plant growth. *HortScience*, 40, 659–664.

- Vijayaraghavan, K. (2016). Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 740–742.
- Yazıcı, K. (2020). İç mekân süs bitkilerinin önemi ve tüketici eğilimlerinin belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22 (3), 738-747.
- Yilmaz, H. & Yilmaz, H. (2009). Use of native plants in landscape planning of roadside banks under extreme climatic conditions in eastern Anatolia, Turkey, *International Journal of Biodiversity Science & Management*, 5 (2), 102-113.

İnternet Kaynakları

- URL 1. <http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/orders/saxifragalesweb.htm>
- URL 2. <https://en.wikipedia.org/wiki/Crassulaceae>
- URL 3. <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/hylotelephium/>
- URL 4. <http://temperate.theferns.info/plant/Hylotelephium+telephium>
- URL 5. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:\(MHNT\)_Hylotelephium_telephium_-_Habitus.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:(MHNT)_Hylotelephium_telephium_-_Habitus.jpg)
- URL 6. <https://en.wikipedia.org/wiki/Phedimus>
- URL 7. <https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/phedimus/spurius/>
- URL 8. <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/phedimus-spurius/>
- URL 9. <http://temperate.theferns.info/viewtropical.php?id=Phedimus+spurius>.
- URL 10. <http://yabanicicekler.com/flower/prometheum-sempervivoides-sin-sedum-sempervivoides-sedum-sempervivum-rosularia-sempervivoides-pseudorosularia-sempervivoides-501>
- URL 11. <https://garden.org/plants/photo/380814/>
- URL 12. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rosularia_sempervivum.jpg
- URL 13. <https://www.hgtv.com/outdoors/landscaping-and-hardscaping/sedum-and-other-succulents>
- URL 14. <https://pfaf.org/user/plant.aspx?latinname=Sedum+acre>
- URL 15. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sedum_acre_Rozchodnik_ostry_2020-06-29_03.jpg
- URL 16. <https://pfaf.org/user/plant.aspx?latinname=Sedum+album>
- URL 17. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sedum_album_03_ies.jpg
- URL 18. <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Sedum+sediforme>
- URL 19. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sedum_sediforme_1.jpg

- URL 20. (<https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=sempervivum>)
- URL 21. https://tr.wikipedia.org/wiki/Kaf_kaderotu
- URL 22. <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Sempervivum+caucasicum>
- URL 23. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plant_of_Teghenis_21.jpg
- URL 24. (<http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Crassulaceae/Umbilicus/>)
- URL 25. (https://en.wikipedia.org/wiki/Umbilicus_rupestris)
- URL 26. (<https://pfaf.org/user/plant.aspx?latinname=Umbilicus+rupestris>)
- URL 27. (https://en.wikipedia.org/wiki/Umbilicus_rupestris)
- URL 28. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ch%C3%A2teau_de_la_Roche-Jagu_Les_Jardins-_6065.jpg

Bölüm 20

BALIKLARDA ANESTEZİK MADDE KULLANIMI

Selçuk DUMAN¹

İbrahim CENGİZLER²

1 Doç.Dr., Çukurova Üniversitesi, İmamoğlu Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü, Adana, TÜRKİYE. sduman@cu.edu.tr. orcid: 0000-0002-6771-3385

2 Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Adana, TÜRKİYE. icengiz@cu.edu.tr. orcid: 0000-0003-0929-7640

GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliğindeki büyüme ve buna bağlı teknolojik gelişmeler bu sektörde kimyasalların kullanımına yönelik bir talep yaratmıştır. Günümüzde balık üretimi önemli bir küresel endüstri olmuştur, su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan kimyasallar ise özellikle güvenlik ve etkinlikleri açısından sıkı bir şekilde kontrol edilmelidir (Msangi ve Batka, 2015). Anestezik maddeler balıklarda, yakalama, suni dölleme, aşılama, biyopsi, kan alma, cerrahi müdahale, etiketleme, taşıma, ilaç uygulamaları vb., durumlarda balıkta oluşacak stresi azaltmak ve balığın hareketliliğini sınırlandırmak için kullanılırlar. Bu tür uygulamaların neden olduğu stres ölümlere neden olabilmekte ve balık üretimindeki başarıyı etkileyerek bu sektör için ekonomik kayıplar oluşturmaktadır. Ayrıca, su ürünleri yetiştiriciliği ile ilgili stres faktörlerinin etkisi de balıkları hastalığa daha yatkın hale getirebilmektedir (Segner ve ark., 2012). Kronik stres koşullarında, özellikle çoklu stres faktörleri altında, balıklar hızlı enerji tüketimi, yavaş büyüme, spesifik ve non-spesifik bağışıklık kapasitesinde değişiklik gösterebilirler. Sonuç olarak, balıklarda fizyolojik ve biyokimyasal işlev bozuklukları, bağışıklık kapasitesinde azalma meydana gelebilir (Barton, 2002; Tort, 2011). Bu nedenle, balık yetiştiriciliğinde yapılan uygulamaların neden olduğu stres etkilerini en aza indirmek için anesteziklerin kullanımını öneren birçok çalışma bulunmaktadır (Souza ve ark., 2019). Anestezik maddeler solungaçlar ile yapılan solunum esnasında solungaçlardan hızla kana karışırlar. Buradan merkezi sinir sistemine geçerler ve balığın taze suya dönüşü ile beraber solungaçlar yoluyla tekrar dışarı atılırlar. Anestezik madde balıkta sakinleştirici bir etki yaratarak, denge, hareketlilik, bilinç ve refleks eylemini bloke eder (Brown, 1988). Anestezinin balık üzerindeki etkisi kimyasalın dozu, su sıcaklığı, balığın türü ve boyutu gibi faktörlere bağlıdır (Soto ve Burhanuddin, 1995). Uygun bir anestezik, balıkları hızlı bir şekilde hareketsiz hale getirmeli, yüksek etki göstermeli, yaygın olarak bulunmalı, maliyeti uygun olmalı, düşük toksisite göstermeli veya hiç toksisite göstermemelidir. Ayrıca kullanılacak anestezikler balık doku ve organlarında birikmemeli, insan veya hayvan tüketimi için problem oluşturmamalıdır. Bunlara ek olarak, anesteziklerin balık vücudundan atılımı da hızlı olmalıdır (Mylonas ve ark., 2005; Roohi ve Imanpoor, 2015; Priborsky ve Velisek, 2018). Balık anestezikleri, sentetik veya doğal (bitki bazlı) ürünlerden elde edilebilmektedir. Sentetik ajanların kullanımı güvenlik sorunları ve kalıntılar nedeniyle çok fazla önerilmemektedir, doğal ajanlar ise daha fazla gelecek vadetmektedir. Bu bölüm anesteziklerin çeşitleri, kullanımı ve etkinliği ile ilgili literatür raporlarına genel bir bakış sunmaktadır.

BALIKLARDA KULLANILAN BAZİ SENTETİK ANESTEZİK MADDELER

Tricaine methanesulfonate (MS-222), benzocaine (etil paraaminobenzoate), 2-phenoxyethanol ve etomidate akuakültürde kullanılan bazı sentetik anestezik maddelerdir.

Tricaine methanesulfonate (MS-222): MS-222 bileşiği (Tricaine metan-sulfonate= $C_9H_{11}O_2N+CH_3SO_3H$), beyaz kristal bir toz içinde bulunan, temel bir etil 3 aminobenzoat molekülüne sahip bir bileşiktir (Zahl, 2012). Yapılan bazı çalışmalar, bu bileşiğin balık anestezisi işlevi görmedeki etkinliğini bildirmiştir.

Yapılan bir çalışmada MS-222'nin etkinliği zebra (*Danio rerio*), lepistes (*Poecilia reticulata*), discus (*Symphysodon discus*) ve yeşil kılıçkuyruk (*Xiphophorus helleri*) gibi dört farklı tatlı su akvaryum balığı türü üzerinde değerlendirildi. Balıklar altı farklı anestezi konsantrasyonuna (75, 100, 125, 150, 200 ve 250 mg L⁻¹) maruz bırakıldı. Optimal dozlar türe göre değişiklik gösterdi (Zebra 75 - 125 mg L⁻¹, Lepistes 125 - 200 mg L⁻¹, Discus 75 - 100 mg L⁻¹ ve Yeşil kılıçkuyruk 125 - 150 mg L⁻¹). MS-222 tüm tatlı su süs balığı türleri için anestezide etkili olmuştur. Ayrıca, optimal doz balık türüne bağlıdır ve farklı türler arasında optimal anestezik konsantrasyonunu tahmin etmek oldukça zordur (Chambel ve ark., 2015).

Farklı bir araştırmada MS-222 bileşiği siyah noktalı barbus (*Puntius filamentosus*) balıklarının taşınması sırasında stresi azaltmak için kullanıldı. Nakil sonrası balıkların mortalitesi düştü ve bunun sonucunda ekonomik kayıplar oldukça azaldı. Anestezik madde olarak kullanılan MS-222 kandaki kortizol ve glikoz seviyelerini kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde düşürdü (Pramod ve ark., 2010).

Benzocaine: İsimlendirilmesi “Ethyl aminobenzoate” şeklindedir. MS-222'ye benzer biçimde beyaz kristaller halindedir. Bununla birlikte, benzokain suda neredeyse tamamen çözünmez, beyaz, kokusuz ve tatsızdır. Önce etanol veya aseton içinde çözülmelidir (Gomes ve ark., 2001; Küçük ve ark., 2016).

Heo ve Shin (2010) Farklı konsantrasyonlarda benzokaine maruz kalan havuz balığında (*Carassius carassius*) anestezide giriş süresini ve stres indikatörlerini incelemişlerdir. Anestezide giriş süreleri, artan benzokain konsantrasyonları ile birlikte önemli ölçüde azalmıştır (25, 50 ve 100 ppm konsantrasyonlarda anestezide giriş süreleri sırasıyla 1678 ± 103 , 475 ± 73 ve 251 ± 2 saniyedir). Plazma kortizol ve glukoz konsantrasyonları, anestezi uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha düşük ölçülmüştür. Çalışmada, 100 ppm benzokaine maruz bırakılan balık grubu düşük kortizol ve glukoz konsantrasyonlarına ve hızlı bir anestezide

giriş süresine sahipti, ayrıca ani ölümler gözlenmedi.

Yapılan farklı bir çalışmada, *Barbus grypus* türü balıklarda anestezi olarak benzokainin benzocaine (25, 50 ve 75 mg L⁻¹ konsantrasyonlarda) etkinliği araştırıldı. Anesteziye giriş için etkili dozun 50 mg L⁻¹ olduğu, ayılma süresinin ise 12 ile 137 saniye arasında olduğu belirlendi (Öğretmen ve ark., 2016).

2-phenoxyethanol: Fenoksietanol berrak, renksiz, belli belirsiz kokusu olan bir sıvıdır ve suda kolayca çözünür. Düşük bir maliyete sahip olan etkili bir anestezi olmasının yanı sıra, ayrıca bakterisit ve fungisit olarak da kullanılabilir (Brown, 1988; Ross ve Ross, 2008).

Duman (2019) Rus mersin balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*) ve Sibirya mersin balığında (*Acipenser baerii*) taşıma esnasında anestezi madde olarak 2-phenoxyethanol kullanımının bazı biyokimyasal ve hematolojik parametreler üzerindeki etkisini inceledi. Sibirya mersin balığına 90 dakika sürecek taşıma öncesi 0,5 µL/L 2-phenoxyethanol uygulandı. Rus mersin balığına ise 10 saat sürecek taşıma için her iki saatte bir 0,6 µL/L 2-phenoxyethanol uygulandı. Taşıma sonunda stres indikatörlerinden kortizol ve glukoz seviyesi anestezi uygulanmayan gruplarda önemli düzeyde artmıştır. Çalışma sonucunda, Rus mersin balığı (*Acipenser gueldenstaedtii*) ve Sibirya mersin balığında (*Acipenser baerii*) nakliye sırasında 2-phenoxyethanol kullanımının ölüm oranını ve fizyolojik stresi azalttığını tespit etmiştir.

Myszkowski ve ark. (2003) anestezi 2-phenoxyethanol'ün juvenil *Tinca tinca* üzerindeki etkisini inceledi. 40-171 günlük *Tinca tinca*'nın 25°C sıcaklıkta kısa süreli genel anestezisi için önerilen 2-phenoxyethanol konsantrasyonu 0,5 g dm⁻³ olarak belirlediler. Sonuç olarak 2-phenoxyethanol *Tinca tinca* için balıkları tanktan tanka transfer etmek, kısa süreli anesteziden uzun süreli nakliye sedasyona kadar çeşitli uygulamalarda etkili ve güvenli bir anestezi olarak kullanılabileceğini bildirdiler.

Etomidate: Etomidate (r-(+)-ethyl-1-(1-phenylethyl)-1H-imidazole-5-carboxylate) balıklar için güçlü ve güvenli bir anestetiktir (Amend ve ark., 1982).

Yapılan bir çalışmada, *Danio rerio*, *Gymnocorymbus ternetzi*, *Pterophyllum scalare* ve *Xiphophorus maculatus* türü balıklar üzerinde anestezi madde etomidate'nin etkisi incelendi. Dört akvaryum balığı türü için minimum etkili doz 2,0 ila 4,0 mg/litre ve maksimum güvenli doz ise 7,0 ila 20,0 mg/litre arasında değişmektedir. Genel olarak doz ne kadar düşük olursa anestezi süresi o kadar uzun olur, ancak ayılma süresi ise oldukça hızlı olur. 4,0 mg/litrede balıklar anesteziye 90

saniye içinde girdi ve 40 dakika içinde ayıldığı görüldü. Ayrıca yaygın olarak kullanılan diğer balık anesteziğe göre avantajlara sahip olduğu belirtildi (Amend ve ark., 1982).

Jerez-Cepa ve ark. (2021) çipura (*Sparus aurata*) yavrularını mobil bir su tankı düzeneğine yerleştirdi ve 0,3, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 mg L⁻¹ konsantrasyonlarda etomidate uygulayarak 6 saat boyunca nakletti. Anestezi maddenin sedasyon konsantrasyonları, plazma ve karaciğerde farklı tepkiler uyandırdı ve kontrol grubuna kıyasla anestezi uygulanan balıklarda solungaçlarda ikincil stres tepkilerini azalttığı görüldü. Bununla birlikte, karaciğerde enerji tüketimini azaltarak ve lipid sentezini teşvik ederek taşımada etkili sonuçlar göstermiştir. En düşük etomidate konsantrasyonu (0,3 mg L⁻¹) sadece 12,7 ± 1,3 dakikada hafif sedasyona neden olurken, 0,5 mg L⁻¹ derin sedasyona ve ayrıca hafif anestezi aşamalarına ulaşıldı (her aşama için sırasıyla 5,9 ± 1,3 dakika ve 17,9 ± 5,2 dakika). 1,0 ve 1,5 mg L⁻¹ etomidate maruz kalan balıklar derin anesteziye sırasıyla 9,9 ± 0,8 dakika ve 8,7 ± 0,5 dakikada ulaştı. Balıklarda maksimum kendine gelme süresi 1,0 mg L⁻¹ etomidate için 35,8 ± 3,3 dakika, minimum kendine gelme süresi ise en düşük değer olan 0,3 mg L⁻¹ konsantrasyonda 6,2 ± 0,6 dakika olarak kaydedildi. Ayrıca anestezi uygulamalarına bağlı ölüm olmadı.

BALIKLARDA KULLANILAN BAZI DOĞAL ANESTEZİK MADDELER

Akuakültürde kullanılan bazı doğal anestezi maddelere karanfil yağı, nane yağı, kekik yağı ve lavanta yağını örnek verebiliriz.

Karanfil yağı: *Eugenia caryophyllata* türü bitkinin yaprak, tomurcuk ve gövde kısmından damıtma metodu ile elde edilen doğal bir anesteziktir. Etkin madde olarak %85-95 eugenol (4-ally methoxyphenol C₁₀H₁₂O₂), %5-15 isoeugenol ve methyleugenol içerir (FDA, 2002; Kanyılmaz ve ark., 2007; Han ve ark., 2016).

Han ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada karanfil yağının akvaryum balıkları (*Cichlasoma nigrofasciatum*, *Cyrtocara moorii*, *Labidochromis caeruleus*) üzerindeki anestezi etkisi araştırılmıştır. Balıkların karanfil yağı solüsyonun bulunduğu suya alındıktan 72-105 saniye sonra reflekslerinde azalma, suyun dibinde hareketsiz ancak normal pozisyonunda durdukları görüldü. Anestezi solüsyon suya eklendikten 143-158 saniye sonra balıklarda yan dönme ve çırpınma görüldü. 150-204 saniye sonrasında ise reflekslerinin ve ağız hareketlerinin tamamen ortadan kalktığı ve dış ortamdaki değişikliklere ve uyarılara cevap vermediği görüldü. Balıkların anesteziden çıkması amacı için taze suya alındıktan 271-337 saniye sonra yüzgeç hareketleri, 395-433 saniye sonra ağız ve kuyruk hareketlerinin başladığı belirlendi. Taze suya alındıktan

553-633 saniye sonra balıkların anesteziden tamamen çıktığı, normal refleks ve hareketlerine kavuştuğu tespit edildi.

Bu konuda yapılan farklı bir araştırmada, sazan (*Cyprinus carpio*) için en düşük etkili karanfil yağı konsantrasyonu ve anestezi için güvenli doz aralıkları belirlendi. Balıklar 10, 20, 30, 40, 50, 100, 150 ve 200 mg L⁻¹ karanfil yağı konsantrasyonlarına maruz bırakıldı. 30-200 mg L⁻¹ arasında değişen konsantrasyon içeren karanfil yağı uygulamalarında balıklar genel anesteziye girdi. Ayrıca ortalama anesteziye giriş süresi 3 dakikanın altında olan ve genel anesteziye neden olan en düşük konsantrasyon 40 mg L⁻¹ olarak belirlendi. Karanfil yağı sazanlar için güçlü bir anesteziktir, 30-50 mg L⁻¹ konsantrasyonlarında en güvenli ve en etkilidir. Akuakültür uygulamalarında balıkların 5 dakikadan fazla anestezik maddeye maruz kalmasını gerektiren durumlarda bu solüsyonlar güvenle kullanılabilir (Hajek ve ark., 2006).

Nane yağı: Roohi ve Imanpoor (2015) nane yağının anestezik madde olarak *Cyprinus carpio* (16.59 ± 0.43 g) üzerindeki etkilerini inceledi. Balıklar anestezi indüksiyonu için farklı konsantrasyonlarda (3, 5 ve 7 ml L⁻¹) nane yağına maruz bırakıldı. Uygulamada anesteziye giriş süresi 75,33 ± 7,51 ile 273,75 ± 12,25 saniye arasında değişmiştir. Anestezi uygulanan tüm gruplarda anesteziden çıkış süresi 350 saniyenin altında gerçekleşmiştir.

Kekik yağı: Yousefi ve ark. (2018) sazanlarda (*Cyprinus carpio*) kekik yağının anestezik etkinliğini ve biyokimyasal etkilerini araştırdı. Balıklar 52 mg L⁻¹ konsantrasyonda 5 dakika gibi kısa sürede, 10-20 mg L⁻¹ konsantrasyonda ise 3 saatte anesteziye girdi. Kekik yağı dozu 25-200 mg L⁻¹ arasındaki konsantrasyonlarda uygulandığında balıkların anesteziye giriş süresi 850-60 saniye arasında oldu. Uygulanan bu dozlarda anesteziden çıkış süresi ise 210-1200 saniye arasında ölçüldü.

Lavanta yağı: Can ve Sümer (2019) mavi yunus ciklitinde (*Cyrtocara moorii*) lavanta (*Lavandula angustifolia*) bitkisinin uçucu yağlarının anestezik ve sedasyon etkinliğini inceledi. Lavanta için minimum etkili konsantrasyonun 300 ppm olduğu belirlendi. Yapılan farklı bir çalışmada, lavanta (*Lavandula officinalis*) bitkisinden elde edilen uçucu yağın ciklit balıklarında (*Cichlasoma nigrofasciatum*) anestezik etkileri incelendi ve anestezide minimum etkili konsantrasyon olarak 1,8 cc/l dozu belirlendi (Raisi ve ark., 2020).

Literatür raporlarına dayanan bazı sentetik ve doğal anestezik madde uygulamalarına Tablo 1 de yer verilmiştir.

Tablo 1. Bazı sentetik ve doğal anestezik madde uygulamaları (Purbosari ve ark., 2019)

Tür		Boy (cm)	Anestezik	Doz (mg/L)	Anesteziye giriş süresi (dakika)	Anesteziden çıkış süresi (dakika)	Kaynak
<i>Notopterus chitala</i>	400–600	–	Nutmeg extract (<i>Myristica fragrans</i> Houtt)	7	7	–	Dayatino, Raharjo ve Rachimi (2014)
Goldfish (<i>Carasius auratus</i>)	0.23 ± 0.03	2.41 ± 0.56	MS-222	200	2.24 ± 0.95	3.09	Kucuk ve Coban (2016)
<i>Oreochromis niloticus</i>	40.8 ± 1.20	13.60 ± 0.20	Alpinia galanga oil	700	4.28	7.3	Pikulkaew, Khumpirapang, Chaisri ve Okonogi (2017)
<i>Oreochromis sp.</i>	56.3 ± 14.30	–	Eugenol	100	1.16	3.35	Rucinke, Polo, Borbón ve Mantilla (2017)
			Benzocaine	100	2.88	2.81	
<i>Hyphessobrycon sp1</i>	–	28.20 ± 3.06	Clove oil	100	0.19 ± 0.08	6.03 ± 3.1	Fernandes ve ark. (2017)
<i>Hyphessobrycon sp.2</i>	–	31.70 ± 2.00			0.28 ± 0.29	5.3 ± 2.7	
<i>Hemigrammus sp</i>	–	29.60 ± 5.13			0.23 ± 0.05	6.2 ± 2.9	
<i>Oreochromis niloticus</i>	18.45 ± 3.20	–	Ocimum gratissimum oil	60	3.51 ± 0.34	3.35 ± 0.27	Adewale, Adeshina ve Yusuf (2017)
Guppy (<i>Poecilia vivipara</i>)	1.42 ± 0.94	3.97 ± 0.10	MS-222	100	1.63 ± 0.52	1.81 ± 0.26	Bolasina, Azevedo ve Petry (2017)
				200	0.55 ± 0.18	2.00 ± 0.41	
			Benzocaine	100	1.34 ± 0.35	2.05 ± 0.51	
				200	0.60 ± 0.14	2.27 ± 0.58	
			Eugenol	100	1.87 ± 0.64	1.78 ± 0.86	
				200	1.47 ± 0.79	2.73 ± 0.95	
<i>Oryzias dancena</i>	0.33 ± 0.06	3.08 ± 0.35	Lidocaine-HCl	800	1.25 ± 0.20	2.2 ± 0.34	Park ve ark. (2017)
			Clove oil	125	1.35 ± 0.19	2.39 ± 0.35	

<i>Oreochromis niloticus</i>	24.1 ± 3.80	9.1 ± 1.78	Tea tree oil	1200	4.58 ± 1.12	6.12 ± 1.57	Rezende ve ark. (2017)
			Clove oil	1239	1.95 ± 1.07	21.13 ± 0.77	
			Eucalyptus oil	1217	20.52 ± 4.30	21.00 ± 5.85	
			Mint oil	1199	8.80 ± 0.30	8.93 ± 2.93	
<i>Epinephelus akaara</i>	14.3 ± 4.21 1044 ± 149.63	35.1 ± 5.92	Clove oil	75	0.93 ± 0.13	3.82 ± 0.20	Park, Lee ve Lim (2018)
				75	1.18 ± 0.16	1.38 ± 0.15	
<i>Clarias gariepinus</i>	3.26 ± 2.30	8.34 ± 1.82	Clove powder	80–140	3.00	5.00	Okey ve ark.. (2018)
<i>Heterobranchus bidorsalis</i>	2.89 ± 1.80	7.55 ± 1.04					
Lesser guitarfish <i>Zapteryx brevirostris</i>	541.16 ± 119.18	44.47 ± 4.48	Eugenol	85	3.00	4.00	Takatsuka ve ark.. (2018)

SONUÇ

Anestezik maddeler balık fizyolojisindeki değişikliklerle doğrudan ilişkilidir. Bir anestezik seçerken, tüm potansiyel fizyolojik ve diğer etkilerinin dikkate alınması oldukça önemlidir. Anestezik madde seçimi tedavi edilecek türe, balığın boyutuna ve gerekli anestezi süresine bağlı olmalıdır. Genel olarak daha yüksek dozlar ve daha yüksek sıcaklıklar, daha hızlı bir etki ile ilişkilidir. Doğal ve sentetik anesteziklerin avantaj ve dezavantajları karşılaştırıldığında, gelecekte doğal anesteziklerin kullanılma olasılığının daha yüksek olduğunu öngörmektedir. Aynı zamanda doğal anestezik kullanımı, sentetik anestezik kalıntılarına maruz kalmanın önlenmesine ek olarak sağlıklı yaşam tarzları ve tüketime yönelik ürünlerin kalite güvencesi konusunda da artan bir farkındalık yaratmaktadır. Doğal ve sentetik anestezikler balıklarda benzer etkiyi sağlamaktadır. Aynı tür balıklar için dozlar doğal ajanlar için nispeten daha düşüktür. Doğal anestezikler sentetik anesteziklerin yerine rahatlıkla kullanılabilirler, ayrıca balık ve tüketiciler için daha güvenlidir. Sonuç olarak, sentetik anesteziklerin yerini alacak farklı doğal anesteziklerle ilgili çalışmaların daha geniş kapsamlı yapılması, anesteziklerin teknoloji ve maliyet açısından daha etkin ve verimli olması beklenmektedir. Gelecekte yapılacak araştırmalar daha etkili, güvenli ve maliyeti ucuz olan doğal anestezikleri belirlemeye yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Adewale, A. Y., Adeshina, I., & Yusuf, O. Y. (2017). Anaesthetic effect of *Ocimum gratissimum* extract on *Oreochromis niloticus* juveniles. *Eur Exp Biol*, 7(2-7), 10-21767.
- Amend, D. F., Goven, B. A., & Elliot, D. G. (1982). Etomidate: effective dosages for a new fish anesthetic. *Transactions of the American Fisheries Society*, 111(3), 337-341.
- Barton, B. A. (2002). Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative and comparative biology*, 42(3), 517-525.
- Bolasina, S. N., de Azevedo, A., & Petry, A. C. (2017). Comparative efficacy of benzocaine, tricaine methanesulfonate and eugenol as anesthetic agents in the guppy *Poecilia vivipara*. *Aquaculture Reports*, 6, 56-60.
- Brown, L. A. (1988). Anesthesia in fish. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 18(2), 317-30.
- Can, E., & Sümer, E. (2019). Anesthetic and sedative efficacy of peppermint (*Mentha piperita*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oils in blue dolphin cichlid (*Cyrtocara moorii*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 43(3), 334-341.
- Chambel, J., Pinho, R., Sousa, R., Ferreira, T., Baptista, T., Severiano, V., Mendes, S., & Pedrosa, R. (2015). The efficacy of MS-222 as anaesthetic agent in four freshwater aquarium fish species. *Aquaculture Research*, 46(7), 1582-1589.
- Dayatino, Raharjo, E.I., & Rachimi (2014). Use of nutmeg extract (*Myristica fragrans* Houtt) as a anesthesia on the transportation process with wet system to prospective parent of the Belida fish (*Notopterus chitala*). *Jurnal Ruaya*, 1 (1), pp. 77-80.
- Duman, S. (2019). The effect of anesthetic (2-phenoxyethanol) application on some biochemical and hematological parameters in Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) and Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) during transport. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 43(6), 825-833.
- FDA (2002). Guidance for Industry, Status of Clove Oil and Eugenol for Anaesthesia of Fish, FDA Center for Veterinary Medicine June, 11,2002.
- Fernandes, I. M., Bastos, Y. F., Barreto, D. S., Lourenço, L. S., & Penha, J. M. (2016). The efficacy of clove oil as an anaesthetic and in euthanasia procedure for small-sized tropical fishes. *Brazilian Journal of Biology*, 77, 444-450.
- Gomes, L. C., Chippari-Gomes, A. R., Lopes, N. P., Roubach, R., & Araujo-Lima, C. A. (2001). Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile

- tambaqui *Colossoma macropomum*. *Journal of the World Aquaculture society*, 32(4), 426-431.
- Hajek, G. J., Klyszejko, B., & Dziaman, R. (2006). The anaesthetic effects of clove oil on common carp, *Cyprinus carpio* L. *Acta ichthyologica et piscatoria*, 2(36), 93-97.
- Han, M. C., Sağliyan, A., & Polat, E. (2016). Akvaryum balıklarında karanfil yağının anestezi etkisinin araştırılması. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 5(1), 12-17.
- Heo, G. J., & Shin, G. (2010). Efficacy of benzocaine as an anaesthetic for Crucian carp (*Carassius carassius*). *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 37(2), 132-135.
- Jerez-Cepa, I., Fernández-Castro, M., Alameda-López, M., González-Manzano, G., Mancera, J. M., & Ruiz-Jarabo, I. (2021). Transport and recovery of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) sedated with AQUI-S® and etomidate: Effects on intermediary metabolism and osmoregulation. *Aquaculture*, 530, 735745.
- Kanyılmaz, M., Sevgili, H., Erçen, Z., & Yılayaz, A. (2007). Karanfil yağının balık anesteziği olarak kullanımı. *Akdeniz Su Ürünleri Araştırma, Üretim ve Eğitim Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Türkiye*.
- Küçük, S., Öztürk, S., & Çoban, D. (2016). Su ürünlerinde kullanılan anestezikler. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2), 79-85.
- Küçük, S., & Çoban, D. (2016). Effects of Tricaine as an anaesthetics on goldfish, *Carassius auratus* (Linnaeus 1758) at different salinities and concentrations. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16(3), 605-610.
- Msangi, S., & Batka, M. (2015). The rise of aquaculture: The role of fish in global food security. *Int. Food Policy Res. Inst. Washington*. 61-71
- Mylonas, C. C., Cardinaletti, G., Sigelaki, I., & Polzonetti-Magni, A. (2005). Comparative efficacy of clove oil and 2-phenoxyethanol as anesthetics in the aquaculture of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) at different temperatures. *Aquaculture*, 246(1-4), 467-481.
- Myszkowski, L., Kamiński, R., & Wolnicki, J. (2003). Response of juvenile tench *Tinca tinca* (L.) to the anaesthetic 2-phenoxyethanol. *Journal of Applied Ichthyology*, 19(3), 142-145.
- Okey, I. B., Keremah, R. I., & Gabriel, U. U. (2018). The efficacy of clove (*Eugenia caryophyllata*) powder as anaesthesia on African catfishes (*Clarias gariepinus* and *Heterobranchus bidorsalis*) fingerlings. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, 7(4), 182-188.
- Öğretmen, F., Gölbası, S., & Kutluyer, F. (2016). Efficacy of clove oil, benzocaine, eugenol, 2-phenoxyethanol as anaesthetics on shabbout fish (Bar-

- bus grypus Heckel, 1843). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(1), 470-478.
- Park, I. S., Gil, H. W., Lee, T. H., Nam, Y. K., Lim, S. G., & Kim, D. S. (2017). Effects of clove oil and lidocaine-HCl anesthesia on water parameter during simulated transportation in the marine medaka, *Oryzias dancena*. *Development & reproduction*, 21(1), 19.
- Park, I. S., Lee, T. H., & Lim, S. G. (2018). Anesthetic efficacy and physiological responses of clove oil on juvenile and adult red spotted grouper, *Epinephelus akarra*. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(1), 1-6.
- Pikulkaew, S., Khumpirapang, N., Chaisri, W., & Okonogi, S. (2017). Effects of Alpinia galanga oil on anesthesia and stress reduction in *Oreochromis niloticus*. *Drug discoveries & therapeutics*, 11(4), 186-192.
- Pramod, P. K., Ramachandran, A., Sajeevan, T. P., Thampy, S., & Pai, S. S. (2010). Comparative efficacy of MS-222 and benzocaine as anaesthetics under simulated transport conditions of a tropical ornamental fish *Puntius filamentosus* (Valenciennes). *Aquaculture Research*, 41(2), 309-314.
- Priborsky, J., & Velisek, J. (2018). A review of three commonly used fish anesthetics. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26(4), 417-442.
- Purbosari, N., Warsiki, E., Syamsu, K., & Santoso, J. (2019). Natural versus synthetic anesthetic for transport of live fish: A review. *Aquaculture and Fisheries*, 4(4), 129-133.
- Raisi, A., Davoodi, F., Afshar-Gharemani, S., Taheri, S., Sharifi, S., & Adel, M. (2020). Evaluation of the anesthetic and tranquilizing effects of clove powder (*Syzygium aromaticum*) and lavender oil (*Lavandula officinalis*) in convict cichlid fish (*Cichlasoma nigrofasciata*). *Iranian Journal of Veterinary Surgery*, 15(1), 1-7.
- Rezende, F. P., Pascoal, L. M., Vianna, R. A., & Lanna, E. A. T. (2017). Sedation of Nile tilapia with essential oils: tea tree, clove, eucalyptus, and mint oils. *Revista Caatinga*, 30, 479-486.
- Ross, L. G., & Ross, B. (2008). *Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals*, Vol.222, 978-1-4051-4938-9, Blackwell Publishing, Oxford, UK
- Roohi, Z., & Imanpoor, M. R. (2015). The efficacy of the oils of spearmint and methyl salicylate as new anesthetics and their effect on glucose levels in common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) juveniles. *Aquaculture*, 437, 327-332.
- Segner, H., Sundh, H., Buchmann, K., Douxfils, J., Sundell, K. S., Mathieu, C., Raune, N., Jutfelt, F., Toften, H., & Vaughan, L. (2012). Health of farmed fish: its relation to fish welfare and its utility as welfare indicator. *Fish physiology and biochemistry*, 38(1), 85-105.

- Soto, C. G. & Burhanuddin, S. (1995). Clove oil as a fish anaesthetic for measuring length and weight of rabbitfish (*Siganus lineatus*). *Aquaculture*, 136(1-2), 149-152.
- Souza, C. D. F., Baldissera, M. D., Baldisserotto, B., Heinzmann, B. M., Martos-Sitcha, J. A., & Mancera, J. M. (2019). Essential oils as stress-reducing agents for fish aquaculture: a review. *Frontiers in Physiology*, 10, 785.
- Takatsuka, V., Costa, D. G. C., Oliveira, N. Y., Sanches, E. G., & Azevedo, V. G. (2018). Use of eugenol for anesthesia of lesser guitarfish *Zapteryx brevirostris* (Rhinobatidae). *Brazilian Journal of Biology*, 79, 516-520.
- Tort, L. (2011). Stress and immune modulation in fish. *Developmental & Comparative Immunology*, 35(12), 1366-1375.
- Yousefi, M., Hoseini, S. M., Vatnikov, Y. A., Nikishov, A. A., & Kulikov, E. V. (2018). Thymol as a new anesthetic in common carp (*Cyprinus carpio*): Efficacy and physiological effects in comparison with eugenol. *Aquaculture*, 495, 376-383.
- Zahl, I. H., Samuelsen, O., & Kiessling, A. (2012). Anaesthesia of farmed fish: implications for welfare. *Fish physiology and biochemistry*, 38(1), 201-218.

Bölüm 21

TÜRKİYE’DEKİ TÜKETİCİLERİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE İLGİLİ DAVRANIŞLARININ BELİRLENMESİ¹*

Ahmad Samim POUYA²

Özge Can NİYAZ³

1 * Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nde yapılan “Türkiye’deki Tüketicilerin İklim Değişikliği ile İlgili Davranışlarının Belirlenmesi” konulu yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Bu çalışma ayrıca “Uluslararası Küresel İklim Değişikliği” kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

2 Yüksek lisans öğrencisi Ahmad Samim POUYA, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Sorumlu Yazar: 18211801013@gr.comu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1298-7407

3 Dr. Öğr. Üyesi Özge Can NİYAZ, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, ORCID: 0000-0002-4958-9931

1. GİRİŞ

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (BMİ-DÇS) iklim değişikliği, “karşılaştırılabilir bir zaman döneminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” biçiminde tanımlanmaktadır (UNFCCC, 1992; MGM, 2015). İklim değişikliği, 21. Yüzyılda insanlığın karşı karşıya kaldığı en büyük sorunların başında gelmektedir. İklim değişikliği sonucunda yaşanan ve yaşanması beklenen doğal afetlerin tüm canlıları tehdit ettiği görülmektedir (IPCC, 1997; IPCC, 2021). Küresel iklim değişikliğinin ana nedeninin, insan faaliyetleri sonucunda oluşan sera gazı emisyonlarında gözlenen artış olduğu ortaya konulmaktadır. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli - Intergovernmental Panel on Climate Change - (IPCC)'nin açıkladığı Beşinci Değerlendirme Raporunda (AR5), 20. Yüzyılın ortalarından bu yana ortalama yüzey sıcaklıklarında gözlenen artışın büyük bölümünün kuvvetli olasılıkla (%95) insan faaliyetleri kaynaklı sera gazı salımlarındaki artıştan kaynaklandığını açıklanmıştır (IPCC, 2014). Başta kömür olmak üzere fosil yakıtların yakılması, atmosferdeki karbondioksit oranının artmasındaki ana sorumludur. IPCC'ye göre insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının %56'sı fosil yakıt kullanımında ortaya çıkan karbondioksit aittir. Fosil yakıtlar arasında ana sorumlu olarak “kömür” karşımıza çıkar. Küresel ölçekte birincil enerji talebinin %27'si kömürden sağlanırken, enerji kaynaklı sera gazı emisyonlarının %43'ü kömür kaynaklıdır (IPCC, 2014; WWF, 2019). Atmosferdeki sera gazlarının oranı, 1750'li yıllarda başlayan Sanayi Devrimi sonrasında artmaya başlamış ve günümüzde karbondioksit oranı % 40'lık bir artış göstererek 280 (parts per million; milyonde bir) ppm'den 394 ppm'e ulaşmıştır (IPCC, 2007, WMO, 2021). Büyük sera gazlarının konsantrasyonları özellikle 2019 ve 2020'de artmıştır. Küresel olarak ortalama mole karbondioksit fraksiyonları (CO₂) milyonda 410 parçayı (ppm) aşmıştır. tahminlere göre CO₂ konsantrasyonu önceki yıllarda olduğu gibi aynı deseni izlerse, 2021'de 414 ppm'i aşması beklenmektedir. Artan küresel sıcaklıklar, soğuk ve sıcak hava dalgaları, seller, kuraklıklar, orman yangınları ve fırtınalar dahil olmak üzere dünya çapında daha sık ve şiddetli aşırı hava olaylarına neden olmaktadır (WMO, 2021). IPCC'nin Altıncı Değerlendirme raporuna (AR6), göre önümüzdeki yıllarda 1,5 derecelik küresel ısınma düzeyini geçme ihtimallerine ilişkin raporda, insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının 1850-1900'dan bu yana yaklaşık 1,1 derecelik ısınmadan sorumlu olduğunu ve önümüzdeki 20 yılda ortalama küresel sıcaklığın 1,5 yakın olacağı ve hatta 2 dereceyi bile geçebileceği öngörülmektedir. havanın kalitesi artsa bile küresel sıcaklıkların istikrara kavuşmasının 20-30 yıl alabileceği sonucuna ulaşılmıştır (IPCC, 2021). Dünya

Sağlık Örgütü (WHO) iklim değişikliğinin, 2030 ile 2050 yılları arasında yetersiz beslenme, sıtma, ishal ve yüksek sıcaklıkların yaratacağı hastalıkları artırarak yaklaşık olarak 250.000 insanın ölümüne sebep olacağını açıklamıştır. WHO “ya göre yaşlı nüfus oranının ağırlıkta olduğu 38.000 kişinin yüksek sıcaklıklardan, 60.000 kişinin sıtmadan, 48.000 kişinin ise ishal hastalığına bağlı olarak öleceği tahmin edilmektedir (WHO, 2018). Türkiye’nin de içerisinde yer aldığı Akdeniz Havzası, küresel iklim değişikliğine karşı yerkürenin en hassas bölgelerinden birisidir. Akdeniz Havzası’nda gerçekleşecek 2°C’lik bir sıcaklık artışı, beklenmeyen hava olayları, sıcak hava dalgaları, orman yangınlarının sayısında ve etkisinde artış, kuraklık ve bunlar dolayısıyla biyolojik çeşitlilik kaybı, turizm gelirlerinde azalma, tarımsal verim kaybı ve en önemlisi kuraklık olarak etkilerini hissettirecektir (WWF, 2019). Küresel ısınma tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de sıcaklık ve yağış üzerinde etkili olmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda Türkiye’nin tamamında sıcak gün ve gece sayısında artış, serin gün ve gece sayısında ise azalışlar gözlemlenmiş ve Türkiye genelinde sıcaklık ortalamalarında bariz bir artış olduğu ortaya çıkmıştır (MGM, 2015). İklim değişikliğinin Türkiye üzerindeki etkisi sıcaklık ortalamalarında yaşanan artış, yağışların azalması, derecesi artan kuraklık, tarım ve turizm sektörüne etkiler ve doğal afetlerin artması ile sınırlı değildir. Küresel iklim değişikliği ve küresel ısınma tüm bu etkenlerin yanında ayrıca Türkiye’deki biyolojik çeşitliliği de etkilemekte, değişen yeni Şartlara uyum sağlayamayan canlıların yok olması sorunuyla karşı karşıya kalmaktadır. Ekosistemi etkilenmesine neden Ayrıca sıcaklık ortalamalarındaki artış orman yangınlarının yaşanma sıklığını da arttıracak ve zincirleme bir Şekilde tüm olacaktır. Sıcaklık ortalamalarında yaşanan artışların deniz seviyesinin yükselmesine neden olacağı ve uzun bir kıyı (8.333 km) Şeridine sahip olan Türkiye’nin de bu durumdan etkileneceği tahmin edilmektedir (Bayazıt, 2018).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma birincil verilerden elde edilmiştir. Bu çalışmanın birincil verilerine ait ana materyali hazırlanan anket formudur. Bu araştırmanın ana kitlesini Türkiye oluşturmaktadır. Bu çalışmada ana kitle sınırlı ve ulaşılabilir olduğundan örnekleme ile anket sayısı belirlenmiştir. Bu çalışmanın ana materyalini Türkiye’de yaşayan tüketiciler ile online anketlerden elde edilmiş birincil veriler oluşturmaktadır. Bu çalışmada, anket sayısını belirlemek amacı ile olasılıklı örnekleme yöntemi kullanılmıştır.

Çalışma kapsamındaki örneklem büyüklüğü aşağıdaki formülü kullanılarak hesaplanmıştır:

$$= \frac{N.t^2.p.q}{d^2.(N-1)+t^2.p.q}$$

n

n= Örneklem alınacak birey sayısı,

N=Hedef kitledeki birey sayısı,

t= Belli bir anlamlılık düzeyinde, t tablosuna göre bulunan teorik değer,

p= İncelenen olayın gerçekleşme olasılığı,

q= İncelenen olayın gerçekleşmeme olasılığı,

d= Olayın görülüş sıklığına göre kabul edilen $\pm$ örneklem hatası ($\pm$ % 5 kabul edilmiştir).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2020 yılı verilerine göre Türkiye nüfusu 83.614.000 kişi olarak belirtilmiştir (TÜİK, 2020). Bu hedef kitlede % 95 güven aralığında $\alpha=0.05$ için t değeri 1.96'dır. Araştırmada olayın gerçekleşme olasılığı en yüksek anket sayısına ulaşabilmek için (p) ve gerçekleşmeme olasılığı (q) eşit ve 0.50 olarak kabul edilmiştir. Buna göre;

$$= \frac{(83.614.000).(1.96)^2.(0.5).(0.5)}{(0.05)^2.(83.614.000-1)+(1.96)^2.(0.5).(0.5)}$$

n

=383

Buna göre araştırma kapsamında Türkiye genelinde online olarak minimum 383 tane anket yapılmasına karar verilmiştir. Anket aşaması sonucunda , 400 adet geçerli anket yapılmıştır.

Araştırmanın ana sorusu;“Türkiye’deki tüketicilerin iklim değişikliği konusundaki farkındalıkları nasıldır? ”olarak belirlenmiştir. Bu ana sorunun cevabını ararken kullanılan değişkenlerden ilki demografik değişkenlerdir. Tüketicilerin yaşı, cinsiyeti, ikamet yeri, eğitim durumu, hanelerindeki kişi sayısı ve hanedeki kişilerin özellikleri gibi değişkenlerden yararlanılmıştır. Tüketicilerin iklim değişikliği ile ilgili farkındalıklarını ölçmek için gerekli değişkenler literatürdeki benzer çalışmalardan derlenmiştir. Anketlerden elde edilen birincil verilerin değerlendirilmesinde temel istatistiki yöntemlerden yararlanılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmanın, araştırma bulguları iki temel kısımdan oluşmaktadır. Araştırma bulgularının ilk kısmında, araştırma kapsamındaki tüketicilerin demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, eğitim durumu, vs.) verilmiştir. Araştırmanın ikinci kısmında ise tüketicilerin farkındalıkları ile ilgili sonuçlara yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Kapsamındaki Tüketicilerin Demografik Özellikleri

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin demografik özellikleri ile ilgili bu kısımda tüketicilerin; cinsiyet, yaş, eğitim durumu gibi temel özellikleri ortaya konulmuştur. İlk olarak Tablo 1’de tüketicilerin cinsiyetlerine göre frekans dağılımları verilmiştir. Araştırma kapsamında anket yapılan tüketicilerin % 52,7 ’i erkek, % 47,3’ü kadındır.

Tablo 1

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin cinsiyetlerine göre dağılımı (%)

Cinsiyet	Sayı	Yüzde (%)
Erkek	211	52,7
Kadın	189	47,3
Toplam	400	100,0

Araştırma kapsamında ankete katılan tüketicilerin yaşları sorulmuş ve sonrasında yaş aralıklarına göre gruplandırılmıştır. Yaş değişkeninin sürekli halinden elde edilen verilere göre tüketicilerin yaş ortalaması 29,18 standart sapması 6,93 yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca araştırma kapsamındaki en genç tüketici 18 yaşında ve en yaşlı tüketici ise 66 yaşındadır. Araştırma kapsamındaki tüketicilerin yaş aralıklarına göre dağılımı ise Tablo 2’de verilmiştir. Buna göre tüketicilerin % 52,8’i 18 ile 28 yaş arasında, % 40,0’i 29 ile 38 yaş arasında, % 5,2’i 39 ile 48 yaş arasında, % 2,3’ü 49 ile 50 yaş arasındaki gruplarda yer almaktadır.

Tablo 2

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin yaş aralıklarına göre dağılımı (%)

Yaş aralığı	Sayı	Yüzde (%)
18-28 Yaş aralığı	210	52,8
29-38 Yaş aralığı	160	40,0
39-48 Yaş aralığı	21	5,2
49-50+ Yaş aralığı	9	2,3
Toplam	400	100,0

Yaş Minimum= 18 yıl, Maximum: 66 yıl, Ortalama: 29,1 yıl, Standart Sapma= 6,93 yıl

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin eğitim durumlarına göre dağılımı Tablo 3’de verilmiştir. Buna göre tüketicilerin % 38,2’i üniversite mezunu, % 37,8’i lise mezunu, % 9,2’i ortaokul mezunu, % 8,3’ü yüksek lisans mezunu, % 4,8’i sadece okuryazar, % 1,7’i doktora mezunudur.

Tablo 3

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin eğitim durumlarına göre dağılımı (%)

Eğitim durumu	Sayı	Yüzde (%)
Üniversite mezunu	153	38,2
Lise mezunu	151	37,8
Ortaokul mezunu	37	9,2
Yüksek lisans mezunu	33	8,3
Sadece okuryazar	19	4,8
Doktora mezunu	7	1,7
Toplam	400	100,0

Araştırma bölgesindeki tüketicilerin hanelerinde yaşayan kişi sayıları sürekli değişken olacak şekilde sorulmuş ve sonrasında gruplandırılmıştır. Araştırma kapsamındaki tüketicilerin hanelerindeki kişi sayısı ortalaması 3 ve standart sapması ise 1,1 olarak hesaplanmıştır. Araştırma kapsamındaki tüketicilerin hanelerinde yaşayan kişi sayısı en az 1 en çok 5 olarak tespit edilmiştir. tüketicilerin % 23,3'ü, 1-2 kişilik, % 67,6'ı, 3-4 kişilik, %9,1'i 5 ve üzeri hanelerde yaşamaktadır (Tablo 4).

Tablo 4

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin hanelerindeki kişi sayısına göre dağılımı (%)

Kişi sayısı Aralığı	Sayı	Yüzde (%)
1-2 kişi	93	23,3
3-4 kişi	270	67,6
5 ve üzeri	37	9,1
Toplam	400	100,0

Hanelerindeki Kişi Sayısı Min:1, Max:5, Ortalama:3, Standart Sapma:1,1

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin yaşadıkları illere göre dağılımı Tablo 5'de verilmiştir. Buna göre tüketicilerin % 58,3'ü İstanbul'da, % 21,3'ü Ankara'da, % 16,6'ı İzmir'de, % 3,8'i ise diğer illerde yaşamaktadır.

Tablo 5

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin yaşadıkları illere göre dağılımı (%)

Yaşam iller	Sayı	Yüzde (%)
İstanbul	233	58,3
Ankara	85	21,3
İzmir	67	16,6
Diğer	15	3,8
Toplam	400	100,0

Araştırma bölgesindeki tüketiciler yaşadıkları yerlere göre gruplandırılmıştır. Buna göre tüketicilerin % 54,5'i il merkezinde, % 43,2'i ilçe merkezinde, % 0,8'i belde de, % 1,0'i kasaba da, % 0,5'i köyde yaşamaktadırlar (Tablo 6).

Tablo 6

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin yaşadıkları yerlerine göre dağılımı (%)

Yaşam yerler	Sayı	Yüzde (%)
İl merkezi	281	54,5
İlçe merkezi	173	43,2
Belde	3	0,8
Kasaba	4	1,0
Köy	2	0,5
Toplam	400	100,0

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin meslek gruplarına göre dağılımı Tablo 7'de verilmiştir. Buna göre tüketicilerin %37,2'i serbest meslek, %29,8'i öğrenci, %18,5'i memur, %12,0'i öğretmen/öğretim üyesi, %2,5 i işsiz olarak gruplandırılmıştır.

Tablo 7

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin mesleklerine göre dağılımı (%)

Meslekler	Sayı	Yüzde (%)
Serbest meslek	149	37,2
Öğrenci	119	29,8
Memur	74	18,5
Öğretmen/Öğretim üyesi	48	12,0
İşsiz	10	2,5
Toplam	400	100,0

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin aylık gelirlerine göre dağılımı Tablo 8'de verilmiştir. Buna göre tüketicilerin % 34,3'ünün 5.000 TL veya daha az, % 36,6'nın 5.000-10.000 TL arasında, % 13,3'inin 10.000-15.000 TL arasında, % 4,0'ünün 15.000-20.000 TL arasında, % 0,8'inin 20.000-25.000 TL arasında, % 0,5'inin 25 000 TL ve üzeri aylık gelirleri vardır. Anket kapsamındaki tüketicilerin % 10,5'i se bu soruya cevap vermemiştir.

Tablo 8

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin aylık gelirlerine göre dağılımı (%)

Aylık gelirler	Sayı	Yüzde
5.000 TL veya daha az	137	34,3
5.000-10.000 TL arası	147	36,6
10.000-15.000 TL arası	53	13,3
15.000-20.000 TL arası	16	4,0
20.000-25.000 TL arası	3	0,8
25.000 TL üzeri	2	0,5
Yanıt yok	42	10,5
Toplam	400	100,0

3.2. Araştırma Kapsamındaki Tüketicilerin İklim Değişikliği Konusundaki Farkındalıkları

Araştırmanın bu kısmında tüketicilerin iklim değişikliği konusundaki farkındalıkları ve anlayışları ile ilgili değişkenlere yer verilmiştir. İlk olarak araştırma kapsamındaki tüketicilerin iklim değişikliği hakkındaki fikirlerine göre dağılımları Tablo 9’da verilmiştir. Buna göre iklim değişikliğinin tehlikeli boyutlara ulaştığını düşünenlerin oranı % 63,8’dir. İklim değişikliğini sorun olarak görmeyen kişilerin oranı ise % 26,2 olarak verilmiştir. Araştırma kapsamındaki kişilerin % 10’u ise fikrim yok demıştır.

Tablo 9

Tüketicilerin iklim değişikliği hakkındaki fikirlerine göre dağılımı

N=400	Sayı	Yüzde
Tehlikeli boyutlara ulaşmıştır	255	63,8
Bence bir sorun yok	105	26,2
Bir fikrim yok	40	10,0
Toplam	400	100,0

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin iklim değişikliğinin sebepleri hakkındaki düşüncelerine göre dağılımları Tablo 11’de verilmiştir. Buna göre, Doğaya zarar veren tüm insan faaliyetleri diyenlerin oranı % 24,0, nüfus baskısı diyenlerin oranı % 8,5, tüketici çılgınlığı diyenlerin oranı % 2,5, sanayileşme diyenlerin oranı % 1,0, Araba sayısının artması diyenlerin oranı % 0,3, Endüstriyel tarım diyenlerin oranı % 0,3, hepsi diyenlerin oranı % 63,1 ve diğer diyenlerin % 0,3 cevaplarına varılmıştır.

Tablo 10

Tüketicilerin iklim değişikliğinin sebepleri hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı

N=400	Sayı	Yüzde
Doğaya zarar veren tüm insan faaliyetleri	96	24,0
Nüfus baskısı	34	8,5
Tüketici çılgınlığı	10	2,5
Sanayileşme	4	1,0
Araba sayısının artması	1	0,3
Endüstriyel tarım	1	0,3
Diğer	1	0,3
Hepsi	253	63,1
Toplam	400	100,0

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin iklim değişikliğinin potansiyel etkileri hakkındaki düşüncelerine göre dağılımları Tablo 12’de verilmiştir. Buna göre, yangınlar diyenlerin oranı % 9,1, aşırı sıcak havaları düşüncelerin oranı % 8,8, sel- su baskını diyenlerin oranı % 6,5, kuraklık diyenlerin oranı % 4,5, hepsi düşününlerin oranı % 70,8 ve diğer diyenlerin % 0,3 yanıtlara varılmıştır.

Tablo 11

Tüketicilerin iklim değişikliğinin potansiyel etkileri hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı

N=400	Sayı	Yüzde
Yangınlar	37	9,1
Aşırı sıcak havalarda	35	8,8
Selle-su-baskını	26	6,5
Kuraklık	18	4,5
Diğer	1	0,3
Hepsi	283	70,8
Toplam	400	100,0

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin iklim değişikliğinden sorumlu olanlara göre dağılımları Tablo 13'de verilmiştir. Buna göre, iklim değişikliğinin en büyük sorumlusunu (% 79,4) insanlar olarak görmektedir.

Tablo 12

Tüketicilerin iklim değişikliğinden sorumlu tuttuğu türlere göre dağılımı

N=400	Sayı	Yüzde
İnsanlar	318	79,4
Bitkiler	1	0,3
Hayvanlar	0	0,0
Hepsi	80	20,0
Hiçbiri	1	0,3
Toplam	400	100,0

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin iklim değişikliği konusundaki farkındalıkları ile ilgili değişkenlere göre dağılımları Tablo 13'de verilmiştir. Buna göre tüketicilerin % 98,8'i iklim değişikliği kavramını duymuştur. Araştırma kapsamındaki tüketicilerin % 96,5'i iklim değişikliğinin farkındadır. Araştırma kapsamındaki tüketicilerin % 96,5'i için iklim değişikliği ciddi bir sorundur. Yine tüketicilerin çoğunluğu (% 97,0) için iklim değişikliği hayatı olumsuz etkilemektedir.

Tablo 13

Tüketicilerin iklim değişikliği konusundaki farkındalıkları ile ilgili değişkenler

N=400	Evet	Hayır	Bilmiyorum			
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
1- İklim değişikliği diye bir şey duyduunuz mu?	395	98,8	2,0	0,5	3,0	0,8
2- İklim değişikliğinin farkında mısınız?	386	96,5	1,0	0,3	13	3,3

3- İklim değişikliği ciddi bir sorundur.	386	96,5	3,0	0,8	11	2,8
4- İklim değişikliği insan hayatını olumsuz etkiler.	388	97,0	2,0	0,5	10	2,5
5- İklim değişikliği Türkiye'deki doğal hayatı etkiliyordur.	383	95,8	1,0	0,3	16	4,0

Kaynak: Masud et al, 2016, Molina, M., Sainz, A., Olaizola, J. (2018), Carfora, V., Caso, D., Sparks, P (2017).

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin iklim değişikliği konusundaki anlayışlarına ile ilgili değişkenlere göre dağılımı Tablo 14'de verilmiştir. Buna göre tüketicilerin büyük bir çoğunluğu (% 92,5) karbon emisyonunun iklim değişikliğinin en önemli tetikleyicisi olduğu fikrine katılmaktadır. Tüketicilerin % 58,3'ü yağış desenini istikrarsız bulmaktadır. Yine araştırma kapsamındaki tüketicilerin % 74,5'i sera gazı salınımindaki artışların iklim değişikliğini hızla arttırdığını düşünmektedir. Ayrıca araştırma kapsamındaki tüketicilerin büyük bir çoğunluğu hava sıcaklıklarının genel olarak arttığını (% 98,5) ve Türkiye'de iklim değişikliğinin hissedildiğini (% 93,5) düşünmektedir.

Tablo 14

Tüketicilerin İklim değişikliği konusundaki anlayışları

N=400	Evet	Hayır	Bilmiyorum		Sayı	Yüzde
	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde		
1- Karbon emisyonu, iklim değişikliğinin en önemli tetikleyicilerindedir.	370	92,5	2,0	0,5	28	7,0
2- Yağış deseni (metre kareye ne kadar yağış düşeceği) istikrarsızdır.	233	58,3	4,0	1,0	163	40,8
3- Sera gazı salınımindaki artışlar iklim değişikliğini hızla arttırmaktadır.	298	74,5	3,0	0,8	99	24,8
4- Hava sıcaklıkları genel olarak artmaktadır.	394	98,5	1,0	0,3	5,0	1,3
5- Türkiye'de iklim değişikliği vardır.	374	93,5	2,0	0,5	24	6,0

Kaynak: Masud et al, 2016, Mtutu, P., Thondhlana, G. (2016), Paço, A., Lavrador, T. (2017)

4. SONUÇ ve Öneriler

Dünyayı tehdit eden en önemli çevre sorunlarından biri iklim değişikliğidir. İklim değişikliği; dünyadaki tüm ulusların ve canlıların genel sorunu haline gelmiştir. İklimdeki değişikliğin atmosferin içyapısından kaynaklanan değişiklikler olduğu düşünülmüş ve insan faktörüne yer verilmemiştir. Ancak sanayi devrimiyle birlikte fosil yakıtların kullanımındaki artış, yanlış arazi kullanımı, hızla artan nüfus hızı ve sanayileşme sonrasında iklim değişikliğinde insan faktörünün de rolünün olabileceği düşünülmüştür. Nitekim yapılan araştırmalar iklimdeki değişikliğinin temel nedenleri arasında insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazları olduğunu ortaya koymuştur. İklim değişikliğinin neden olduğu ekolojik ve sosyolojik etkiler kadar sorunun ekonomik ve politik boyutu da vardır. Tüm dünyayı etkileyen küresel ısınma sorunu tüm ülkelere bir maliyet yüklemekte ve toplumsal refah kaybına neden olmaktadır. İklim bağlantılı aşırı hava olaylarında (fırtına, hortum, Şiddetli yağışlar, kasırga vb.) artış, canlı yaşamı üzerinde yaşanan değişiklikler, su kaynaklarının azalması ve gıda üretiminde yaşanacak kıtlık iklim değişikliği sonucu meydana gelecek değişmeden sadece bir kaçıdır. Dünya çapında meydana gelen bu sorunlar, iklim değişikliği konusunun küresel bir sorun olduğunu ve bu sorunun çözümünde uluslararası bir çaba gerektiğini göstermiştir. Bu nedenle, iklim değişikliğinin önlenmesi için dünya genelinde bir çevre bilincinin ve bu bilince paralel bir dayanışma kültürü ve işbirliğinin gelişmesi gerekmektedir. İklim değişikliğine neden olan sorunlar ve bu sorunları önlemek için alınması gereken küresel, ulusal ve bölgesel önlemlerin ve bunlara yönelik politikaların zaman kaybetmeden uygulanması gerekmektedir. Küresel iklim değişikliği ile mücadele konusunda ülkelere önemli görevler düşmektedir. Araştırma kapsamındaki tüketicilerin yaş ortalaması 29'dur. Çoğunluğun eğitim düzeyi üniversite düzeyindedir. %37,2'i serbest meslek, %29,8'i öğrencidir. Araştırma kapsamında, iklim değişikliği kavramını duyanların oranı % 98,8, iklim değişikliğinin farkında olduğunu belirtenlerin oranı % 96,5 ve iklim değişikliğinin ciddi bir sorun olduğunu düşünenlerin oranı ise % 96,5'tir. Bunlara ek olarak araştırma kapsamındaki tüketicilerin % 97,0'si iklim değişikliğinin insan hayatını olumsuz etkilediğini ve % 95,8'i doğal hayatı olumsuz etkilediğini düşünmektedir. Araştırma kapsamındaki tüketicilerin % 63,8'i iklim değişikliğinin tehlikeli boyutlara ulaştığını belirtmiştir.

Araştırma kapsamındaki tüketicilerin çoğunluğu iklim değişikliğinin sebepleri olarak; doğaya zarar veren insan faaliyetleri, nüfus baskısı, tüketim gibi nedenleri görmektedir. Araştırma kapsamındaki tüketicilerin iklim değişikliğinin aşırı hava sıcaklıkları, yangınlar, sel, kuraklıklar gibi felaketlere yol açtığını düşünmektedir. Araştırma kapsamındaki tüketicilerin çevreye, daha duyarlı kendinilerini gelecek kuşaklara karşı

sorumluluk sahibi hissettiği, çevredeki iklim değişikliğinin etkisini azaltacak her şeyi yapmaya hazır oldukları görülmektedir. Araştırma kapsamındaki tüketicilerin cinsiyet, yaş, yaşadıkları iller ve eğitim durumu ile bilgi düzeylerine ilişkin yargılar ve iklim değişikliği konusundaki tutum ve davranışları arasında anlamlı ilişkiler elde edilmiştir. Tüm bu yargılar sonucunda tüketicilerin iklim değişikliğinin konusundaki nihai davranışları ile ilgili yargılar, çevre yanlısı olduklarını beyan etmişlerdir. Türkiye, artan ve kalabalık nüfusunun yanı sıra gelişmekte olan ekonomisi ile de dünyada önemli bir yere sahiptir. Bununla beraber Türkiye’de çevre sorunları önemli ve çözüm bekleyen bir konudur. Bu nedenle çevre sorunları üzerinde etkili bir aktör olan tüketicilerin kapsama alındığı bilimsel çalışmalar önemli görülmektedir. Yapılan araştırma sonucunda, araştırma kapsamındaki tüketicilerin iklim değişikliği konusundan genellikle haberdar olduğu görülmektedir. Yine araştırma kapsamındaki tüketicilerin iklim değişikliğini önemli bir tehdit unsuru olarak görmektedir. Türkiye’de tüketiciler açısından iklim değişikliğini çeşitli açılardan inceleyen çalışmaların sayısının artması, hükümet ve yerel yönetimler tarafından alınması gereken önlemlere de ışık tutması açısından önemli görülmektedir. İklim değişikliği küresel bir çevre sorunu olsa da günlük hayatımızda bazı alışkanlıklarımızı değiştirerek iklim değişikliğini önleme konusunda olumlu yönde katkı sağlayabiliriz. Enerji üretim ve tüketiminde gerekli tasarruf sağlanmalı, fazla yakıt tüketiminin ve hava kirliliğinin önlenmesi için yakma teknolojileri geliştirilmelidir. Fosil yakacaklar yerine yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklar (hidrolik, güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle v.b.) kullanımının yaygınlaştırılmalıdır. Doğal kaynaklar tüketilmeden bilinçli bir biçimde kullanılmalı, dengeli ve sürdürülebilir bir kalkınma modeli benimsenmelidir.

KAYNAKÇA

- Bayazıt Sema. (2018). “İklim Değişikliği ve Turizm ilişkisinin Türkiye İç Turizmi Açısından İncelenmesi”. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 29(2): 221-231.
- Carfora, V., Caso, D., Sparks, P., Conner, M. (2017).” Moderating effects of pro-environmental self-identity on proenvironmental intentions and behaviour: A multi-behaviour study”. *Journal of Environmental Psychology* 53: 92-99.
- Chen, M., (2016). “Extending the theory of planned behaviour model to explain people’s energy saving and carbon reduction behavioural intentions to mitigate climate change in Taiwan-moral obligation matters”. *Journal of Cleaner Production*. 112:1746-1753.
- IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change. (1997). The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability, IPCC Special Report, Erişim Tarihi: 15 Mart 21.<https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/region-en.pdf>.
- IPCC. (2007). “Climate Change 2007 Synthesis Report: Summary for Policy-makers”, http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf, Erişim Tarihi: 17 Mayıs 21.
- IPCC- Climate Change. (2014). Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland,http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf, Erişim Tarihi: 30 Şubat 21.
- IPCC- AR6 Climate Change. (2021). The Physical Science basis, Erişim Tarihi: 15 Eylül 2021, Sixth Assessment Report (ipcc.ch).
- Masud, M.M., Al-Amin, A.Q (2016). “Climate change issue and theory of planned behaviour: relationship by empirical evidence”. *Journal of Cleaner Production*, 113:613-623.
- MGM- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2015). Yeni Senaryolar İle Türkiye İklim Projeksiyonları Ve İklim Değişikliği Tr2015-Cc, Erişim: 10 Nisan 2021, <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim-degisikligi-projeksiyon2015.pdf>.
- Molina, M., Sainz, A. ve Olaizola, J. (2018). “Does gender make a difference in pro-environmental behavior? The case of the Basque Country University students”. *Journal of Cleaner Production*, 176:89-98.
- Mtutu, P., Thondhlana, G. (2016). “Encouraging pro-environmental behaviour: Energy use and recycling at Rhodes University”, South Africa. *Habitat International*, 53:142-150.

- Paço, A., Lavrador, T. (2017). “Environmental knowledge and attitudes and behaviours towards energy consumption”. *Journal of Environmental Management*, 197: 384-392.
- UN- United Nations. (1992), “United Nations Framework Convention on Climate Change”, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>, Erişim: 11 Mayıs 21.
- WHO- World Meteorological Organization. (2018). “Climate Change and Health”. Erişim: 01 Ocak 2021 <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>.
- WMO. (2021). “is make or break year for Climate Action”. Erişim: 05 Haziran 2021. 2021 is “make or break year” for Climate Action | World Meteorological Organization (wmo.int).
- WMO. (2021). Statement-State-Of-Globale- Climate, Erişim: 15 Haziran 2021. Climate | World Meteorological Organization (wmo.int).
- WWF. (2019). İklim Değişikliği ve Türkiye, Erişim: 28 Haziran 2021. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye | WWF.

Bölüm 22

BİTKİLERDE MUTAGEN UYGULAMALARIYLA GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN ARTIRILMASI VE SEBZE ISLAHINDA KULLANIMI

Şule KÖKPİNAR¹

K. Yaprak KANTOĞLU²

Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU³

1 Dr. Öğrencisi, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir, sulesaricam@gmail.com

2 Dr., Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu, Nükleer Enerji Araştırma Enstitüsü, Ankara (<https://orcid.org/0000-0002-7247-9116>)

3 Prof. Dr. Ellialtıoğlu Tarım Teknolojileri, Ankara (<https://orcid.org/0000-0002-3851-466X>)

1. GİRİŞ

Mutasyon ıslahı, bitkinin çeşitli kalitatif ve kantitatif karakterlerini geliştirmek üzere tahıl, baklagil, yağlı tohum, sebze, meyve, tıbbi bitki, süs bitkileri ve yem bitkilerinde başarıyla uygulanmakta olan bir metottur. Mutasyon ıslahı ile birlikte kullanılan biyoteknolojik yöntemlerin geliştirilmesiyle, bu yöntem dünyanın beslenme sorununu iyileştirmeye yönelik olarak günün ihtiyaçlarına uygun yeni çeşitlerin geliştirilmesine katkı sağlayarak küresel gıda ve tarım üretimindeki artışa katkıda bulunmaktadır.

Dünya nüfusu her geçen gün artmakta ve gıda güvenliği 21. yüzyılın en büyük endişesi durumuna gelmektedir. BM'nin Ekonomik ve Sosyal İşler Dairesinin 2017'de yayınladığı Dünya Nüfus Tahminleri Raporu'na göre 2050 yılına gelindiğinde, dünya nüfusunun 9.8 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Dolayısıyla sürekli artan insan popülasyonunun ihtiyaçlarını karşılamak için gıda üretiminin en az iki katına çıkarılması gerektiği tahmin edilmektedir (Spencer-Lopes vd., 2018; Ray vd., 2013; Tester ve Langridge 2010; FAO, 2009).

Artan nüfusun talebini karşılamak için, %70 oranında daha fazla gıda üretimi gereksinimi bulunmakta olup bu durum mevcut iklim ve tarım üretimi üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır (Kumar vd., 2012; Charles vd., 2014). Gıda gereksinimini karşılayabilmek için ürün çeşitliliğini artırmak, yüksek verimli, farklı iklim ve çevre koşullarına adapte olmuş çeşitler geliştirmek zorunludur (Spencer-Lopes vd., 2018; FAO, 2011). Bu uygulamaların yanı sıra, 2050 yılında dünyayı besleyebilmek için tarımsal üretime özenli davranmak gerekmekte; pestisitlerin, gübrelerin aşırı kullanımının azaltılması; bitki ve hayvan yetiştiriciliğinde antibiyotikler ve büyüme düzenleyicilerin minimum seviyelerde kontrollü kullanılması, yeraltı suyu kullanımının düzenlenmesi gündemde tutulmalıdır (Van Harten 1998; Ehrlich ve Harte, 2015, Kantoğlu vd. 2021a).

İstenilen özelliklere sahip çeşitlerinin geliştirilmesinde kullanılacak genetik tabanın aşırı dar olması, verimliliği artırmak ve gıda güvenliğini sağlamak için önemli düzeyde engel teşkil etmektedir (Spencer-Lopes vd., 2018; Khursheed vd., 2019). Özellikle küresel iklim değişikliğine uyum sağlayabilecek çeşit geliştirmek üzere planlanacak ıslah programları öncelikle ele alınarak, bu açıdan genetik tabanın genişletilmesine, varyasyonun artırılmasına çaba gösterilmelidir (Kumar vd. 2012; Raina vd., 2016; Laskar vd., 2018, Kantoğlu vd., 2021a).

Islah çalışmalarında geliştirilmek istenilen bitkisel varyasyon; türler arasındaki morfolojik, fizyolojik, sitolojik ve davranışsal farklılıkları içermektedir. Melezleme ıslahı en önemli varyasyon kaynaklarından biri olup genetik havuzda meydana gelen tikanıklıkların çözümünde mutasyon ıslahı, yararlanılan bir diğer önemli kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır.

Hugo de Vries isimli araştırmacı, mutasyonun babası olarak bilinmektedir. İlk mutasyona yönelik tanımlamayı yapan araştırmacıdır. 1900 yılında, ilk defa kalıtsal fenotipik değişiklikleri tanımlamak için ‘mutasyon’ terimi kullanılmıştır. Bugün mutasyon, bir organizmanın genom dizisindeki kalıcı bir değişiklik olarak tanımlanmaktadır (Ripley, 2013).

Mutasyon iki şekilde ortaya çıkmaktadır: Spontan (doğal) mutasyon ve Uyartılmış mutasyon. Uyartılmış mutasyonun bitki ıslahı amacına yönelik kullanımı, mutasyon ıslahı olarak bilinmektedir (Pathirana, 2011). Uyartılmış mutasyon veya mutagenesis, genetik rekombinasyon veya segregasyondan kaynaklanmayan, ancak fiziksel, kimyasal veya biyolojik ajanlar tarafından uyartılan, bir organizmanın genomundaki ani kalıtsal değişiklikler olarak tanımlanmaktadır (Roychowdhury ve Tah, 2013). Çeşitli bitkilerde genetik varyasyon için çeşitli ıslah yöntemleri arasında mutasyon ıslahı, genetik varyasyonun ortaya çıkmasında rasyonel ve etkin araçlardan biri durumundadır. Türler arasında varyasyonu artırmak ve arzu edilen özelliklerin daha geniş genetik tabana sahip olmalarını sağlamak için farklı mutagenler kullanılmaktadır (Kantoğlu ve Kunter, 2021).

Rekombinasyonun yanı sıra, bitki materyallerinin kimyasal veya fiziksel mutagenlerle uygulamaya tâbi tutulması, yeni varyasyonlar oluşturmak üzere çok sık kullanılmaktadır. Işınlama yoluyla veya kimyasal maddelerle oluşturulan mutasyonlar, genellikle rastgele mutasyon oluşumu olarak kabul edilmektedir, çünkü DNA lezyonlarının yeri önceden etkili bir şekilde tahmin edilememektedir (Greene vd., 2003; Kantoğlu ve Kunter, 2021). Mutasyon ıslahı için hangi tip mutagenin kullanılacağına seçimi genellikle türler için bildirilen geçmiş başarıların yanı sıra mutagenlerin mevcudiyeti, maliyetler ve altyapı gibi diğer hususlara dayanmaktadır (Bado vd., 2015).

İyonize radyasyonla- özellikle gama ışınları- geliştirilen mutant çeşitlere ait IAEA (International Atomic Energy Agency) bünyesinde, kayıtlı mutant çeşitlere ait bir veri tabanında mevcuttur. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü ve Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (FAO/IAEA) tarafından yürütülen ortak çalışma programları kapsamında mutasyon ıslahı çalışmalarının yürütülmesinin teşviki ve bu programlarda özellikle fiziksel mutagen uygulamasının aktif olarak kullanımının sağlanması ile yürütülen çalışmaların sonuçlarının gönüllülük esasına göre kayıt altına alınması ile oluşturulmuş olan bir veri bankasıdır. Fiziksel mutagen uygulamaları uygulanan genomun cevabına da bağlı olarak daha baskın veya daha kolay gözlemlenebilir özelliklerde daha yüksek bir frekansta mutasyon oluşturulabilmekte ve kimyasal mutagenlere göre daha büyük genomik sapmalara neden olma eğiliminde olmaları nedeni ile biyolojik olarak da önemli olabilmektedirler (Jankowicz-Cieslak ve Till, 2015).

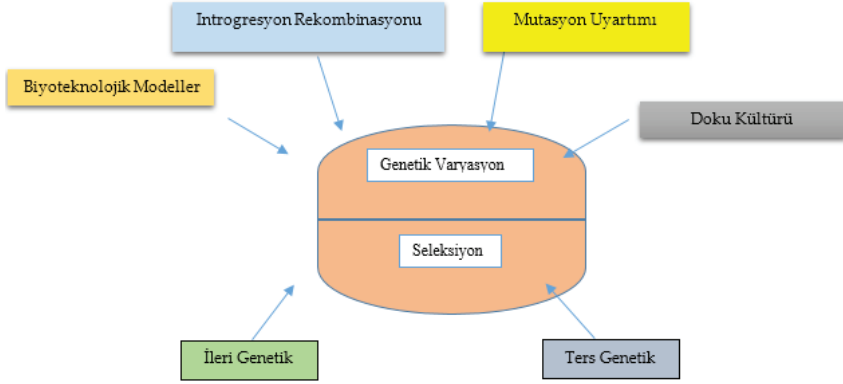
Bitki mutasyon ıslahında en büyük darboğaz; arzu edilen özelliklere sahip bir varyantı tanımlama şansını artırmak için, geniş bitki sayılarını kapsayan mutant popülasyonları yetiştirme ve değerlendirme zorunluluğudur. Özellikle vejetatif çoğaltılan bitkilerde karşılaşılan kimerik oluşumlar ve bunların doğru sınıflandırılarak kalıtımının bilinmesi önem arz etmektedir. Vejetatif çoğaltılan bitkilerde, genotipik olarak homojen materyal üretmek için birkaç rejenerasyon döngüsü gerekebilmektedir. DNA dizisinde kimerizm olasılığı hakkında çok az bilgi bulunmaktadır. Örneğin, Etil metan sülfat (EMS) mutagenesis alkilasyona neden olmakta, bu sayede orijinal baz fiziksel olarak değiştirilmemektedir (Van Harten, 1998; Kantoğlu ve Kunter, 2021). Çizelge 1’de özetlenen farklı fiziksel ve kimyasal mutagenler bitki ıslahında yeni ticari çeşitlerin elde edilmesinde kullanılabilmektedir.

Çizelge 1. Farklı mutagen türleri ve özellikleri

Mutagenler	Özellikleri
X-ışını	Elektromanyetik radyasyon; iyonlaştırıcı, dokulara birkaç milimetreden birçok santimetreye kadar nüfuz eder.
Gama ışını	Elektromanyetik radyasyon, iyonlaştırıcı, dokulara çok nüfuz eder; kaynakları Co ⁶⁰ ve Ce ¹³⁷ ’dir.
Nötronlar	Yüksüz parçacıklar; dokulara birçok santimetreye kadar nüfuz eder; kaynak U ²³⁵ ’tir.
Beta parçacıkları	Negatif yüklü elektronlar; iyonize ; sığ nüfuz eder; P ³² ve C ¹⁴ kaynakları.
Alfa parçacıkları	Ağır iyonizasyon yapabilen helyum çekirdeği; çok sığ nüfuz eder.
Proton	Pozitif yüklü parçacıklar; dokulara birkaç santimetreye kadar nüfuz eder.

2. UYARTILMIŞ BİTKİ MUTAGENESİS’İNİN ELDE EDİLMESİ

Mutasyon ıslahı, (a) mutasyonların uyarılması, (b) varsayılan mutant adaylarının taranması ve (c) mutant testinden oluşan üç aşamalı bir süreçtir (Şekil 1). Son adım, belirli ülkelerde elde edilen hat ve çeşitlerin karakterize edilerek tescil edilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Mutasyon uyarımı, çoğu bitki türünde yaygın olarak kullanılmış ve oldukça başarılı olmuştur. Mutantların taranması ve istenen varyantların seçimi, işlem basamakları arasında en yoğun adım olmaya devam etmektedir. Son yıllarda fenotipleme, genotipik seçimden daha önemli duruma gelmiş ve emek yoğun bir şekilde devam etmektedir (Spencer-Lopes vd., 2018; Fiorani ve Schurr, 2013).

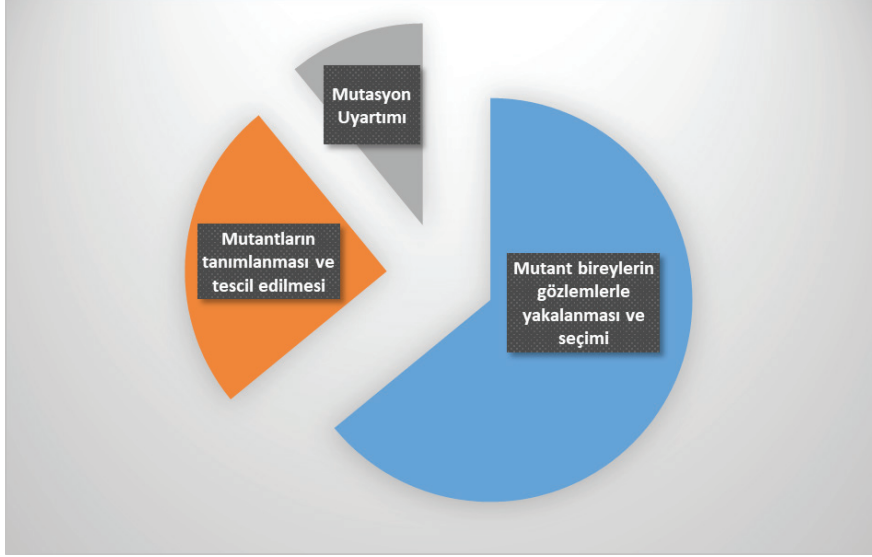


Şekil 1. Genetik çeşitliliğin üretilmesi ve kullanılmasına dayalı ürün geliştirme stratejileri (Jankowicz-Cieslak vd., 2017'den modifiye edilmiştir)

Kalıtsal varyasyonun mevcudiyeti, bitkilerin genetik gelişimi için ön şarttır. Yeterli varyasyonun doğal olarak mevcut olmadığı durumlarda, rastgele veya hedeflenmiş süreçlerle oluşturulabilir (Şekil 1). Yeni genetik varyasyonu oluşturma veya açığa çıkarmanın birçok yöntemi vardır. Türler arası veya tür içindeki melezlemeler bilinen en eski çeşitlilik oluşturma yöntemidir. Hücrelerin doku kültüründen geçirilmesi ise, somaklonal varyasyon olarak bilinen oluşumu bizzat açığa çıkaran ve oluşturan bir sistemdir. Bilindiği gibi *in vitro* koşullarda arka arkaya yapılan alt kültürlerde hücreler arasında varyasyonların oluşma ve ortaya çıkma olasılığı artmaktadır. Transgenik veya genom düzenleme gibi yöntemler de varyasyon kaynağı olabilmektedir (Biyoteknolojik Modeller). İhtiyaç duyulan genetik varyasyonun oluşturulmasından sonraki adım, istenen mutasyona veya fenotipe sahip olan bitkileri seçmektir. Burada araştırmacı genlerin önceki bilgisine ve gen fonksiyon hipotezlerine bağlı olarak ileri ve ters genetik yaklaşımlar arasında seçim yapabilmektedir (Cobb vd., 2013). Doğrudan geleneksel fenotiplemeye ek olarak, moleküler tekniklerin kullanıldığı genomik ve fenomik alanları, istenen varyantlara ulaşma süresini azaltmaktadır (Novak ve Brunner, 1992; Ranjith ve Rao, 2021).

Tohumla çoğaltılan bir ürünün mutasyon ıslahı ile geliştirilmesi için gereken tahmini süre 7-10 yıldır (Şekil 2). İlk adım, etkili mutasyon dozunun belirlenmesi ve mutant popülasyonun yaratılması için etkili dozla ışınlatma yapılmasıdır. En çok zaman alan ve karmaşık adım ise mutant bireylerin seçimidir. Kararlı olan ve kalıcı özellikteki arzu edilen özellikleri tanımlamak için genellikle birkaç yıla ihtiyaç vardır. Üçüncü adım olan mutant çeşidin tescil edilmesi için, bitkilerin yetiştirildiği ülkenin standart prosedürlerinin takip edilmesi gerekliliğidir. Genellikle çiftçilerin katılımı ile türlere göre değişiklik göstermekle birlikte çoklu lokasyon verim denemeleri gerekli olmaktadır. Bunun zamanlaması değişebilirken,

genellikle seçim ve test aşamasından bir miktar daha kısa süreye ihtiyaç vardır (Şekil 2).



Şekil 2. Geliştirilmiş ürünlerin doğrudan ortaya çıkması için üç aşamalı bir mutasyon oluşturma şeması (Jankowicz-Cieslak vd., 2017)

3. UYARTILMIŞ MUTASYON TEKNİĞİNİ KULLANARAK ÇEŞİTLERİN GELİŞTİRİLMESİ

Mutant bir populasyon geliştirildikten sonra, mutasyon ıslahı, yetiştirme sürecinin geleneksel ıslah aşamalarını takip etmesi yoluyla gerçekleştirilmektedir (Şekil 3). Burada dikkate alınması gereken en önemli husus, istenilen özelliklerde elde edilen mutantlar için seçimin hangi generasyonda başlayacağıdır. Mutasyonların yoğunluğuna bağlı olarak, M_2 'de stabil fenotiplerin seçimi zor olabilmektedir. Fenotiplerin çok erken seçilmesinin bir sonucu olarak, gözlemlenen özellik sonraki generasyonlarda kaybolabilmektedir. Bunun nedeni, bağlı olmayan allellerin döller boyunca bağımsız olarak ayrılmalarıdır. Araştırmacılar bu riski kabul etmeyi seçebilir ve daha fazla karakterizasyon için M_2 generasyonunda ilgi çekici olan her şeyi seçebilir. Öte yandan, benzersiz mutasyonların keşfini en üst düzeye çıkarmak için moleküler markırların kullanılması tercih edilebilir (Kantoğlu vd., 2014b; Jankowicz-Cieslak ve Till 2015). Ayrıca, istenen fenotipleri seçmek için kullanılan yöntem de kritik öneme sahip olmaktadır.

Farklı mutagenlerin DNA dizisi üzerindeki etkisi de mutagen tipine ve dozuna göre değişmektedir. Yeterli genetik çeşitlilik için uyartım sağlandıktan sonra, istenen özelliklere sahip materyallerin seçilmesi gerekir.

Şekil 3'te görüldüğü üzere, her satır, belirli bir generasyon için adımları açıklamaktadır. Generasyon isimlendirmesi, tohum veya polen mutagenesi için M_0 ve vejetatif organlar için M_0V_0 ile başlar; burada M, mayotik ve V vejetatif generasyon anlamına gelmektedir. Tüm materyaller mutasyon oluşumundan önce '0' ve mutagenesis sağlandıktan sonra '1' ile belirtilmektedir.

$M_0 (M_0V_0)$	• Tohum, polen, vejetatif parçalar ve doku kültürü mutagenesi'i.
$M_1 (M_1V_1)$	• Uygulama yapılmış tohumlardan (M_1) ve vejetatif parçalardan (M_1V_1) gelişen bitkiler.
$M_2 (M_1V_3)$	• Tohumlardan (M_2) veya vejetatif parçalardan (M_1V_3) gelişen bitki populasyonları. Seleksiyon çalışmaları bu aşamada veya daha sonra başlayabilir.
$M_3 - M_8 (M_1V_3 - M_1V_8)$	• Seleksiyon, genetik doğrulama, kalite analizleri, mutant hatların arazi performanslarının takip edilmesi.
Sonraki 2-3 generasyon	• Farklı yıllarda ve farklı lokasyonlarda mutant hatların karşılaştırılması.
Sonraki 2-3 generasyon	• Yeni bir çeşidin ortaya çıkması (TESCİL)

Şekil 3. Geleneksel mutasyon ıslahı şeması (Jankowicz-Cieslak vd., 2017'den modifiye edilmiştir)

Çok hücreli bitkisel materyal mutasyona uğratıldığında, birinci generasyon değerlendirme için uygun değildir, çünkü elde edilen bitkiler genotipik olarak heterojen (kimerik), fiziksel anlamda mutagen etkisi nedeni ile zayıf olacaktır. Tohumla çoğaltılan materyalde ilk kimerik olmayan (homohistont) generasyon M_2 'dir. Vejetatif olarak çoğaltılan bir materyali genotipik olarak homojen hale getirmek ve mutant alellerin kalıtımını kalıcı hali getirmek için birkaç generasyona ihtiyaç vardır. Sonraki generasyonlar genellikle mutant fenotiplerin değerlendirilmesi için seçim aşamalarını içermektedir. Bu işlem tamamlandıktan sonra, materyaller çeşitli arazi denemelerine alınmaktadırlar. Alternatif olarak, materyaller ıslah programlarında ebeveyn olarak kullanılabilir. Resmi olarak yayımlanan mutant ürün çeşitleri, FAO / IAEA Ortak Programına bildirilmekte ve Mutant Çeşit Veri Tabanına araştırmacıların gönüllülük esasına göre kaydedilmektedir (Novak ve Brunner, 1992; Kantoğlu ve Kunter, 2021).

4. DÜNYA ÜZERİNDE ELDE EDİLEN MUTANT ÇEŞİTLER VE ÖZELLİKLERİ

Genetik çeşitlilik bitki ıslahının yapılabilmesi için gerekli en önemli faktörlerden biridir ve mutasyon ıslahı (uyartılmış mutasyon), çeşitli ıslah yöntemleri arasında genetik çeşitliliğin oluşturulmasında önemli bir yer tutmaktadır. IAEA 2021 yılı verilerine göre, farklı mutagen uygulamaları ile geliştirilen mutant çeşitlerin sayısı Çizelge 2’de verilmiştir. Ortaya çıkan tabloya baktığımız zaman fiziksel mutagen uygulamasında 2652 adet, kimyasal mutagen uygulamasında 677 adet, Kimyasal+fiziksel mutagen uygulamasında 36 adet çeşit tescil edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı mutagen uygulamaları ile geliştirilen mutant çeşitlerin sayısı (IAEA 2021)

Mutagen Uygulaması	Mutant Çeşit Sayısı
Kimyasal	677
Fiziksel	2.652
Kimyasal+Fiziksel	36
Toplam	3.365

Geçtiğimiz 50 yıl boyunca mutasyon ıslahı popüler olmuş ve birçok ülke tarafından benimsenmiştir. Çizelge 3’te bildirildiği gibi 6 farklı kıtada toplam 3365 adet mutant çeşit geliştirilmiştir. Bu oranın en fazla Asya kıtasında (2052 adet) olduğu karşımıza çıkmaktadır.

Çizelge 3. Çeşitli kıtalarda resmi olarak piyasaya sürülen mutant çeşitlerin sayısı (IAEA, 2021)

Kıtalar	Mutant Çeşit Sayısı
Afrika	82
Asya	2.052
Avustralya ve Pasifik	9
Avrupa	960
Latin Amerika	53
Kuzey Amerika	209
Toplam	3.365

Dünya genelinde 21 farklı sebze türünde toplam 172 adet mutant çeşit tescil edilmiştir (Çizelge 4). 30 farklı meyve türünde ise 96 adet mutant çeşit tescil edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Sebze türlerinde piyasaya sürülen mutant çeşitlerin sayısı (IAEA, 2021)

Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı	Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı
Bamya	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	2	Mantar	<i>Pleurotus</i> spp.	8
Bezelye	<i>Pisum sativum</i> L.	34	Marul	<i>Lactuca sativa</i> L.	7
Biber	<i>Capsicum annuum</i> L.	16	Nane	<i>Mentha arvensis</i> L.	4
Çin kabağı	<i>Brassica pekinensis</i> Rupr.	4	Patates	<i>Solanum tuberosum</i> L.	7
Çin lahanası	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i>	1	Patlıcan	<i>Solanum melongena</i> L.	5
Çin sarımsağı	<i>Allium macrostemon</i>	1	Soğan	<i>Allium cepa</i> L.	6
Fasulye	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	59	Tatlı Patates	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Poir.	6
Hıyar	<i>Cucumis sativus</i> L.	3	Tere	<i>Lepidium sativum</i> L.	1
Ispanak	<i>Spinacia oleracea</i> L.	1	Turp	<i>Raphanus sativus</i>	1
Japon maydanozu	<i>Chryptotaenia japonica</i>	1	Vasabi	<i>Wasabia japonica</i>	2
Karpuz	<i>Citrullus lanatus</i> Mansf.	3			

Çizelge 5. Meyve türlerinde piyasaya sürülen mutant çeşitlerin sayısı (IAEA, 2021)

Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı	Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı
Ahududu	<i>Rubus idaeus</i> L.	1	Limon	<i>Citrus limon</i> L. Burm.	1
Ananas	<i>Ananas comosus</i>	1	Luffa	<i>Luffa acutangula</i> Roxb.	1
Armut	<i>Pyrus communis</i>	5	Mandarin	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	3
Badem	<i>Prunus dulcis</i> Webb	1	Manyok	<i>Manihot esculenta</i> L. Crantz	2
Çilek	<i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i>	5	Muz	<i>Musa</i> sp.	4

Çizelge 5 (devamı). Meyve türlerinde piyasaya sürülen mutant çeşitlerin sayısı (IAEA, 2021)

Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı	Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı
Elma	<i>Malus pumila</i> Mill.	13	Nar	<i>Punica granatum</i> L.	2
Erik	<i>Prunus domestica</i> L.	1	Papaya	<i>Carica papaya</i> L.	1
Frenk Üzümlü	<i>Ribes sp.</i>	2	Portakal	<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck	6
Greyfurt	<i>Citrus paradisi</i> Macf.	2	Şeftali	<i>Prunus persica</i> L.	7
Hünnap	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	2	Taro	<i>Colocasia esculenta</i>	3
İncir	<i>Ficus carica</i> L.	1	Üzüm	<i>Vitis vinifera</i> L.	1
Japon Armudu	<i>Pyrus pyrifolia</i> Nakai	3	Vişne	<i>Prunus cerasus</i> L.	5
Kayısı	<i>Prunus armeniaca</i> L.	1	Yalancı İğde	<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	1
Kiraz	<i>Prunus avium</i> L.	16	Yenidünya	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl	1
Klement	<i>Citrus clementina</i>	3	Zeytin	<i>Olea europaea</i> L.	1

Dünya genelinde 15 farklı tahıl türünde 1.648 adet mutant çeşit tescil edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Tahıl türlerinde piyasaya sürülen mutant çeşitlerin sayısı (IAEA, 2021)

Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı
Arpa	<i>Hordeum vulgare</i> L.	311
Buğday	<i>Triticum aestivum</i> L.	265
Çavdar	<i>Secale cereale</i> L.	4
Darı	<i>Coix lachryma-jobi</i> L.	3
Darı	<i>Pennisetum</i> sp.	5
Darı	<i>Setaria</i> sp.	22
Durum Buğdayı	<i>Triticum turgidum</i> ssp. durum Desf.	31
Kara Buğday	<i>Fagopyrum esculentum</i> Gili	10
Kavılca Buğdayı	<i>Triticum dicoccum</i>	2
Mısır	<i>Zea mays</i> L.	96
Parmak Darı	<i>Eleusine coracana</i>	2
Pirinç	<i>Oryza sativa</i> L.	853
Sorgum	<i>Sorghum</i> sp.	20
Yabani Arpa	<i>Psathyrostachys juncea</i> (F.) Nevski	1
Yulaf	<i>Avena sativa</i> L.	23

Dünya genelinde 18 farklı baklagil türünde 424 adet mutant çeşit tescil edilmiştir (Çizelge 7). 23 farklı çayır mera ve yem bitkilerine ait türde 69 adet mutant çeşit tescil edilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 7. Baklagil türlerinde piyasaya sürülen mutant çeşitlerin sayısı (IAEA, 2021)

Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı
Ateş Fasulyesi	<i>Phaseolus coccineus</i> L.	1
Azuki Fasulyesi	<i>Vigna angularis</i> Willd.	3
Acı Bakla	<i>Lupinus consentini</i> Guss.	1
Bakla	<i>Vicia faba</i> L.	20
Beyaz Bakla	<i>Lupinus albus</i> L.	13
Börülce	<i>Vigna unguiculata</i> Walp.	16
Güve Fasulyesi	<i>Vigna aconitifolia</i> (Jack.) Marechal	1
Güvercin Bezelyesi	<i>Cajanus cajan</i> Millsp.	7
Mavi Bakla	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	2
Mercimek	<i>Lens culinaris</i> Medik.	18
Mung Fasulyesi	<i>Vigna radiata</i> (L.) Wil.	39
Mürdümük	<i>Lathyrus sativus</i> L.	3
Nohut	<i>Cicer arietinum</i> L.	27
Sarı Bakla	<i>Lupinus luteus</i> L.	3
Siyah Börülce	<i>Vigna mungo</i> L.	9
Soya	<i>Glycine max</i> L.	181
Sümbül Fasulyesi	<i>Dolichos lablab</i> L.	1
Yer Fıstığı	<i>Arachis hypogaea</i> L.	79

Çizelge 8. Çayır mera ve yem bitkilerine ait türlerde piyasaya sürülen mutant çeşitlerin sayısı (IAEA, 2021)

Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı	Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı
Üçgül	<i>Trifolium</i> sp.	5	Fiğ	<i>Vicia sativa</i> L.	3
Adi Korunga	<i>Onobrychis vicifolia</i> Scop.	2	Gine Otu	<i>Panicum miliaceum</i> L.	4
Bermuda çimi	<i>Cynodon dactylon</i>	4	Japon Çimi	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	3
Beyaz Dut	<i>Morus alba</i> L.	9	Juncus	<i>Juncus effusus</i> L.	4
Brom Otu	<i>Bromus inermis</i> Leyss.	1	Kırkayak Otu	<i>Eremochloa ophiuroides</i> Hack	2
Çayır Kelp	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	3	Lespedeza	<i>Lespedeza cuneata</i> Dum.	2
Çayır filki kuyruğu	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	2	Otlak Ayırğı	<i>Agropyron cristatum</i> L.	1
Çim	<i>Cyperus malaccensis</i> Lam.	1	Serradella	<i>Ornithopus compressus</i> L.	1
Çim	<i>Lolium</i> sp.	2	St. Augustine otu	<i>Stenotaphrum secundatum</i> Kuntze	2
Çim	<i>Agrostis</i> sp.	3	Yem Pancarı	<i>Beta vulgaris</i> L.	7
Çin Geveni	<i>Astragalus huangheensis</i>	5	Yonca	<i>Medicago sativa</i> L.	2
Fiğ	<i>Coronilla varia</i> L.	1			

Dünya genelinde endüstri bitkilerine ait türlerde 13 farklı türde 169 adet mutant çeşit tescil edilmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Endüstri bitkilerine ait türlerde piyasaya sürülen mutant çeşitlerin sayısı (IAEA, 2021)

Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı
Aspir	<i>Carthamus tinctorius</i> L.	2
Ay Çiçeği	<i>Helianthus annuus</i> L.	6
Beyaz Hardal	<i>Sinapis alba</i> L.	4
Beyaz rami	<i>Boehmeria nivea</i>	1
Hardal	<i>Brassica juncea</i> L.	12
Hint Yağı	<i>Ricinus communis</i> L.	5
Keten	<i>Linum usitatissimum</i> L.	12
Kolza	<i>Brassica napus</i> L.	21
Pamuk	<i>Gossypium</i> sp.	48
Susam	<i>Sesamum indicum</i> L.	30
Şeker Kamışı	<i>Saccharum officinarum</i> L.	13
Tütün	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	15

Dünya genelinde 12 farklı tıbbi bitki türünde 54 adet mutant çeşit tescil edilmiştir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Tıbbi bitkileri türlerinde piyasaya sürülen mutant çeşitlerin sayısı (IAEA, 2021)

Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı
Citronella	<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt	6
Çay	<i>Camelia sinensis</i> Kuntze	2
Dulavratotu	<i>Arctium lappa</i> L.	5
Ebegümeci	<i>Hibiscus</i> sp.	26
Gojiberi	<i>Lycium chinense</i> L.	3
Haşhaş	<i>Papaver somniferum</i> L.	1
Horozibiği	<i>Amaranthus</i> sp. L.	3
Khasianum	<i>Solanum khasianum</i> Clarke	1
Kudret Narı	<i>Momordica charantia</i> L.	1
Mayıs Papatyası	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	1
Şerbetçi Otu	<i>Humulus lupulus</i> L.	3
Zerdeçal	<i>Curcuma domestica</i> Val.	2

Dünya genelinde 66 farklı süs bitkileri türlerinde 708 adet mutant çeşit tescil edilmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Süs bitkileri türlerine ait piyasaya sürülen mutant çeşitlerin sayısı (IAEA, 2021)

Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı	Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı
Abelya	<i>Abelia</i> sp.	1	Lale	<i>Tulipa</i> sp.	9
Adaçayı	<i>Lantana depressa</i>	3	Leylak	<i>Syringa vulgaris</i> L.	1
Afrika Menekşesi	<i>Saintpaulia</i> sp.	1	Lisianthus	<i>Eustoma grandiflorum</i>	3
Aibika (Gün Batımı)	<i>Albelmoschus manihot</i>	4	Melastoma	<i>Melastoma</i> sp.	1

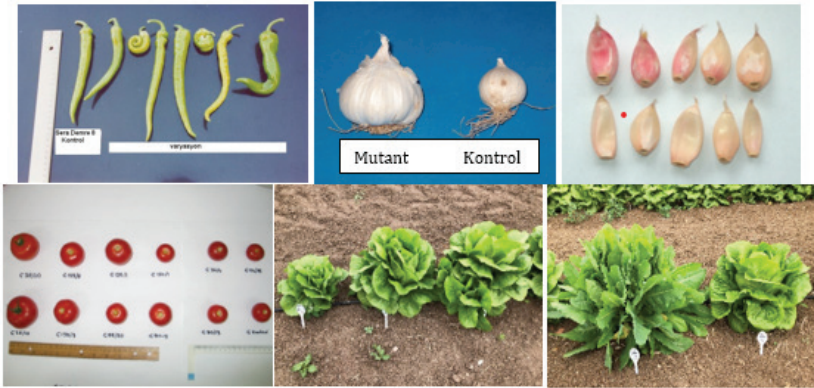
Çizelge 11 (devamı). Süs bitkileri türlerine ait piyasaya sürülen mutant çeşitlerin sayısı (IAEA, 2021)

Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı	Tür Adı	Latince Adı	Çeşit Sayısı
Aslanağzı	<i>Antirrhinum</i> sp.	5	Meryem Asması	<i>Clematis</i> sp.	2
Aster Çiçeği	<i>Aster savatieri</i>	2	Mum Çiçeği	<i>Hoya carnososa</i>	4
Ateş Çiçeği	<i>Salvia</i> sp.	1	Orkide	<i>Cymbidium</i> sp.	6
Azalea	<i>Rhododendron</i> sp.	15	Orkide	<i>Oncidium</i> sp.	6
Bambu	<i>Dracaena sanderiana</i>	2	Oya Ağacı	<i>Lagerstroemia indica</i>	2
Begonvil	<i>Bougainvillea</i> sp.	17	Paşa Kılıcı	<i>Sansevieria trifasciata</i>	1
Begonya	<i>Begonia</i> sp.	25	Petunya	<i>Petunia</i> sp.	1
Biden	<i>Bidens</i> sp.	1	Saray Çiçeği	<i>Delphinium</i> sp.	2
Butterbur	<i>Petasites</i> sp.	1	Sardunya	<i>Pelargonium</i> sp.	3
Centiyana	<i>Gentiana</i> sp.	2	Semizotu	<i>Portulaca grandiflora</i>	17
Coleus	<i>Solenostemon</i>	1	Sonerila	<i>Sonerila picta</i>	1
Freycinetia	<i>Freycinetia multiflora</i>	1	Statice	<i>Limonium</i> sp.	6
Gerbera	<i>Gerbera jamesonii</i> Bolus	1	Streptokarpus	<i>Streptocarpus</i> sp.	30
Gladyöl	<i>Gladiolus</i> sp.	4	Sümbül	<i>Hyacinthus</i> sp.	1
Gül	<i>Rosa</i> sp.	67	Sümbülteber Çiçeği	<i>Polyanthes tuberosa</i> L.	2
Hint Lotusu	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertner	3	Süpürge otu	<i>Cytisus scoparius</i>	9
Hor Çiçeği	<i>Forsythia x intermedia</i>	2	Süs İnciri	<i>Ficus benjamina</i> <i>exotica</i>	2
Kâğıt Çiçeği	<i>Achimenes</i> sp.	8	Süsen	<i>Iris</i> sp.	5
Kaladyum	<i>Caladium</i> sp.	1	Sütleğen	<i>Euphorbia fulgens</i> Karw.	1
Kalanşo	<i>Kalanchoe</i> sp.	4	Sütleğen	<i>Triadica sebifera</i>	1
Kaletya	<i>Calathea crocata</i>	1	Şefflera	<i>Schefflera</i> sp.	1
Kanna Gülü	<i>Canna indica</i> L.	8	Ti-Bitkisi	<i>Cordyline fruticosa</i>	2
Karanfil	<i>Dianthus caryophyllus</i> L.	28	Weigela	<i>Weigela thunb</i>	3
Kavak	<i>Populus trichocarpa</i> L.	1	Yasemin	<i>Gardenia jasminoides</i>	1
Gypsophyla	<i>Gypsophyla elegans</i> M. Bieb.	3	Yıldız Çiçeği	<i>Dahlia</i> sp.	36
Köri Ağacı	<i>Murraya paniculata</i>	1	Lades Çiçeği	<i>Torenia fournieri</i>	3
Krizantem	<i>Chrysanthemum</i> sp.	274	Zambak	<i>Alstroemeria</i> sp.	35
Krizantem	<i>Dendranthema grandiflorum</i> (Ramat) Kitamura	11	Zambak	<i>Lilium</i> sp.	6

5. TÜRKİYE'DE SEBZELERDE YAPILAN MUTASYON ÇALIŞMALARI

Türkiye’de dünyada olduğu gibi tarla bitkileri (susam, buğday ve arpa), baklagil (nohut, fasulye, soya) türlerinde, çok yıllık bahçe bitkilerinde (elma, üzüm, kiraz, portakal, mandarin, zeytin, kayısı, antep fıstığı, maviyemiş) ve süs bitkilerinde (gül, kasımpatı, çim, kalanço) mutasyon ıslahından yararlanılarak, ülke ihtiyaçları da göz önüne alınarak daha nitelikli ve günümüzün değişen koşullarını daha iyi değerlendirecek yeni çeşitler geliştirmek üzere ıslah çalışmaları yapılmaktadır.

Dünya genelinde 2021 yılı IAEA mutant bitki veri tabanı verilerine göre sebze türlerinde toplamda 168 çeşit mutasyon ıslahı ile farklı sebze türlerinde geliştirilmiştir. Türkiye özelinde ise durum incelendiği zaman özellikle son yıllarda sebze türlerinde mutasyon ıslahı ile yüksek verimli, ürün kalitesi ve besin değeri yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesine yönelik olarak biber (Tepe vd., 2003; Kantoğlu vd., 2014b), sarımsak (Taner vd., 2004; Beşirli vd., 2006), domates (Aziz vd., 2021, Kantoğlu vd., 2018; Kantoğlu vd., 2014a), kavun (Kantoğlu vd., 2010, Kantoğlu vd., 2009; Kantoğlu vd., 2008), marul (Sarıçam vd., 2017) ve havuç (Büyükdinç vd., 2019) gibi türlerde çalışmaların yapıldığı görülmektedir (Şekil 4). Bu türlerin dışında yine başka sebze türlerinde de mutasyon ıslahı ile yeni çeşit geliştirmeye yönelik olarak gerek enstitülerde gerekse özel sektör ve üniversitelerde yeni çalışmaların hayata geçirilmesine yönelik planlamalar ortaya çıkan olumlu neticelerle orantılı olarak artmaktadır. Özellikle küresel ısınma ile birlikte günden güne yoğunluğu artan biyotik ve abiyotik strese yönelik olarak planlanan çalışmalarda mutasyon ıslahı alternatif bir varyasyon kaynağı oluşturmak üzere dikkate alınan bir ıslah yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4. Türkiye’de farklı sebze türlerinde yürütülen çalışmalarda elde edilen varyasyonlar

6. TARTIŞMA ve SONUÇ

1950 yılında Endonezya’da geliştirilen ilk tescilli mutant çeşidi tabii, bitki ıslahı çalışmaları kapsamında kullanılan mutasyon ıslahının çok önemli bir rol oynadığı ve aynı zamanda geleneksel bitki ıslahı yöntemlerine göre daha hızlı bir modern ıslah tekniği olarak kullanım alanı bulduğu görülmektedir (Aziz vd., 2021; Shu vd., 2012). Farklı çeşitlerin yetiştirilmesi ve geliştirilmesine yönelik olarak mutagen uygulamalarıyla varyasyon oluşturmak, tüm dünyada başarıyla kullanılmaya devam etmektedir. Bitkide uyartılmış mutantların elde edildiği ıslah programları, dünya genelinde 75’ten fazla ülkede 240 farklı bitki türünden 3.365 mutant bitki çeşidinin resmi olarak piyasaya sürülmesine yol açmıştır (IAEA, 2021). Mutasyon ıslahı ile geliştirilen çeşitler, geleneksel bitki ıslahı için temel teşkil etmekte ve bitki genetik kaynaklarının korunmasına ve kullanılmasına doğrudan katkıda bulunmakta ve kendi aralarındaki biyoçeşitliliği artırmaktadır. Çeşitli bitkilerde genetik değişkenliği teşvik etmek amacıyla çeşitli araştırmacılar tarafından farklı mutagenler kullanılmıştır. 1920’lerde X ışınlarının mutasyon etkisinin keşfedilmesi ve yapay mutasyonların metodolojik olarak ıslah çalışmalarında kullanımının 1927 yılında kabulünden bu yana mutasyon ıslahı, tarımsal ürünlerin ıslah edilmesi için potansiyeli yüksek bir teknik olarak tanımlanmıştır (Kunter vd., 2012). Yapılan çalışmaları incelediğimiz zaman ilk hastalığa dayanıklı mutantın 1942’de arpada elde edildiği görülmektedir (Usharani ve Ananda Kumar, 2015).

Hızlı nötron ışınlama uygulaması sayesinde Afrika’da yetiştirilen bir biber türünde (*Capsicum annuum* var. *acuminatum*) verimin arttığı (Daudu vd., 2012), mercimek türünde ise düşük konsantrasyonda uygulanan metil metanesülfonat uygulaması sonrasında elde edilen hattın 100 tohum ağırlığının arttığı Khursheed (2014) tarafından belirlenmiştir. Doğada heksaploid olan buğdaylarda diploid ve triploid genotiplere göre mutasyon oranının üç kat daha fazla olduğu (Rajarajan vd., 2014) belirtilmektedir.

Fiziksel mutagenler dışında çalışmalarda kullanılmakta olan kimyasal mutagenler öncelikle tek nokta mutasyonunu uyarmakta, ıslah programlarında yüksek verim, kısa bitki boyu ve hastalığa karşı dayanıklılık gibi gelişmiş özelliklere sahip yeni çeşitlerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadırlar (van Harten 1998; Khursheed, vd., 2015; Jankowicz-Cieslak ve Till, 2016; Tantray vd., 2017). Yine bugüne kadar olan çalışmalarda fiziksel mutagen kaynağı olarak gama ışınından ağırlıklı olarak yararlanıldığı görülmektedir. Ancak radyasyon teknolojisinde meydana gelen ilerlemeler sonucunda bugün pek çok türde hızlı nötron, elektron hızlandırıcısı ile yapılan ışınlamalar ağırlık kazanmaya başlamıştır. Özellikle hızlı nötronlarla yapılan uygulamalarda türlerin mutasyona yatkınlığına da bağlı olmakla birlikte genetik çeşitliliğin artışıyla daha etkili farklılık-

ların ortaya çıktığı görülmektedir (Kumawat vd., 2019).

Mutasyon ıslahı, vejetatif olarak çoğaltılan bitkilerin iyileştirilmesi için de önemli bir yöntemdir. Biyoteknolojideki ilerlemeyle birlikte son yıllarda, özellikle vejetatif olarak çoğaltılan bitkilerde mutasyon ıslahı için etkin yöntem sağlayan doku kültürü tekniklerinden faydalanılmaktadır (Kantoğlu ve Kunter, 2021; Kantoğlu vd., 2021b; Spencer-Lopes vd., 2018; Bado vd., 2015). Bu şekilde laboratuvar koşullarında hızla mutant populasyonun geliştirilerek çoğaltımı gerçekleştirilmektedir. Bunların yanı sıra gerek *in vitro* gerekse *in vivo* koşullarda geliştirilen mutantlarda; özellikle İleri Generasyon Dizi Analizi (NGS) çalışmalarına yönelik olarak yürütülen projelerde elde edilen mutant genlerin önemi günden güne daha da artmaktadır. Moleküler karakterizasyon ve CRİSPR Cas-9 çalışmalarında mutasyon ile elde edilen hedef genlerin kullanımı çok daha anlam kazanmıştır.

Sonuç olarak mutasyon ıslahı; genetik çeşitliliğin genişletilmesinde, dünya nüfusunun hızla arttığı günümüz koşullarında gıda üretiminin artırılmasında ve sürdürülebilir beslenmenin sağlanmasında ekonomik açıdan önemli bir rol oynamaktadır.

KAYNAKÇA

- Aziz, S., Kantoglu, Y., Tomlekova, N., Staykova, T., Ganeva, D. and Sarsu, F. 2021. Characterization of tomato genotypes by simple sequence repeats (SSR) molecular markers. *Biharean Biologist*. Vol.15, no.2, pp.142-148.
- Bado, S., Forster, B. P., Nielen, S., Ali, A. M., Lagoda, P. J. L., Till, B. J. and Laimmer, M. 2015. Plant mutation breeding: current progress and future assessment. *Plant Breeding. Reviews*. <https://doi.org/10.1002/9781119107743.ch02>.
- Beşirli, G., Göçmen, M., Yanmaz, R. ve Kantoğlu K. Y. 2006. Bazı Sarımsak Genotiplerinin (*Allium sativum* L.) ve mutantların rapd belirleyiciler ile tanımlanması. In: Çağlar, G., Abak, K., Akinci, I.E. (eds). VI Sebze Tarımı Sempozyumu Kitabı, Kahramanmaraş, 49-54s.
- Büyükdiñç, T. D., Kantoğlu, K. Y., Karataş, A., İpek, A. and Ellialtıoğlu, Ş. Ş. 2019. Determination of effective mutagen dose for carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens alef* and *D. carota*) callus cultures. *International Journal of Scientific and Technological Research*. ISSN 2422-8702 (Online), DOI: 10.7176/JSTR/5-3-02 Vol.5, No.3.
- Charles, H., Godfray, H. and Garnett, T. 2014. Food security and sustainable intensification. *Philosophical Transactions of the Royal Society. B: Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0273>.
- Cobb, J. N., Declerck, G., Greenberg, A., Clark, R. and McCouch, S.2013. Next-generation phenotyping: requirements and strategies for enhancing our understanding of genotype-phenotype relationships and its relevance to crop improvement. *Theor Appl Genet (Theoretische und angewandte Genetik)*. 126(4):867–887.
- Daudu, O. A. Y., Falusi, O. A., Dangana, M.C., Bello, I. M. and Muhammad, L. M. 2012. Mutagenic effects of fast neutron irradiation on selected morphological characters and yield of african long pepper (*Capsicum annuum* var. *accuminatum*). *International Journal of Applied Biological Research*. 4(1&2), 19–24.
- Ehrlich, P. R. and Harte, J. 2015. Opinion: To feed the world in 2050 will require a global revolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1519841112>
- FAO, 2009. FAO's Director-General on how to feed the World in 2050. *Popul Dev Rev*, 35 (4):837–839
- FAO, 2011. State of Food and Agriculture 2010-2011. In *Lancet*. <https://doi.org/ISSN 0081-4539>.
- Fiorani, F. and Schurr, U. 2013. Future scenarios for plant phenotyping. *Annu Rev. Plant Biol.* 64:267–291

- Greene, E. A., Codomo, C. A., Taylor, N. E., Henikoff, J. G., Till, B. J., Reynolds, S. H., Enns, L. C., Burtner, C., Johnson, J. E., Odden, A. R., Comai, L. and Henikoff, S. 2003. Spectrum of chemically induced mutations from a large-scale reverse-genetic screen in *Arabidopsis*. *Genetics*. 164(2):731–740.
- IAEA, 2021. Mutant Variety Database, Link: <https://mvd.iaea.org>.
- Jankowicz-Cieslak, J. and Till, B. 2015. Forward and reverse genetics in crop breeding. In: JM A-K, SM J, DV J (eds) *Advances in plant breeding strategies: Breeding, Biotechnology and Molecular Tools*, vol 1, 1 edn. Springer, Switzerland, pp. 215–240.
- Kantoglu, Y., Seçer, E., Erzurum, K., Kunter, B., Şekerci, S., Kayabaşı, N., Özçoban, M., Tutluer, İ., Peşkircioğlu, H., Sağel, Z., Maden, S. and Yanmaz, R. 2008. Researches About selecting resistant melon types to *Fusarium oxysporium* f. sp. *melonis* race 1,2 by using tissue culture and mutation techniques. *FAO/IAEA International Symposium on Induced Mutations in Plants Abstract Book*. 166p. 12-15 August 2008, Vienna, Austria.
- Kantoglu, K.Y., Seçer, E., Erzurum, K., Kunter, B., Şekerci, S., Kayabaşı, N., Özçoban, M., Tutluer, İ., Peşkircioğlu, H., Sağel, Z., Maden, S. ve Yanmaz, R. 2009. Kavun solgunluk etmeni *Fusarium oxysporum* f. Sp. *Melonis* Irk 1,2'ye Karşı doku kültürü ve mutasyon teknikleri kullanılarak dayanıklı kavun tiplerinin seçilmesi üzerinde araştırmalar. *X. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi*. 6-9 Ekim Muğla, Cilt 1: 302-311s.
- Kantoglu, Y., Seçer, E., Erzurum, K., Tutluer, İ., Kunter, B., Peşkircioğlu, H. and Sağel, Z. 2010. Mass screening techniques for selecting crops resistant to disease. Improving tolerance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* in melon using tissue culture and mutation techniques (Chapter 14.) Edited by IAEA, Vienna-Austria, pp:235-244.
- Kantoğlu, K. Y., Sağel, Z., Tutluer, İ., Peşkircioğlu, H., Kunter, B., Özçoban, M., Işık, Z., Özmen, D., İç, E., Şekerci, S., Günçağ, N., Seçer, E., Şenay, A., Aydın, G., Durna, Y., Babahanoğlu, N., Şirin, H., Akın, A., Uslu, N., Şirin, C. and Karamanav, Z. 2014a. Mutasyon ıslahı ile geliştirilen domates hatların verim ve kalite özellikleri. *Uluslararası Mezopotamya Tarım Kongresi*. 22-25 Eylül 2014 Diyarbakır- Türkiye, Bildiri Özetleri Kitabı, s: 40-41.
- Kantoğlu, K. Y., Tepe, A., Kunter, B., Fırat, A. F., and Peşkircioğlu, H. 2014b. Vegetable crops breeding by induced mutation and a practical case study of *Capsicum annuum* L., N.B. Tomlekova, M.I. Kozgar and M.R.Wani (eds.) *Mutagenesis: Exploring Genetic Diversity in Crops*. 41-56 p. ISBN 978-90-8686-244-3.
- Kantoğlu, K. Y., Kantoğlu, Ö., Özmen, D., İç, E., Özçoban, M., Peşkircioğlu, H., Kunter, M. and Seçer, E. 2018. Quality and yield traits of developed mutant tomato lines. *International Agriculture Congress Abstract Book*. pp: 429, 9- 12 Mayıs 2018, Van.

- Kantoğlu, K., Y. ve Kunter, B. 2021a. Mutasyon ıslahı. Ed: N., Y., Mendi ve S. Kazaz. Süs Bitkileri Islahı (Klasik ve Biyoteknolojik Yöntemler). 145-202, Gece Kitaplığı. ISBN 978-625-7478-51-9.
- Kantoğlu, K., Y., Kuşvuran, Ş. ve Ellialtıoğlu, Ş., Ş. 2021b. Doku kültürü yöntemlerinin stres çalışmalarında kullanımı. Ed: Ş.Ş. Ellialtıoğlu, H., Y., Daşkan, Ş. Kuşvuran Sebzelerde Stres Toleransı ve Islah Stratejileri. 708-741, Gece Kitaplığı. ISBN 978-625-8449-01-3 (Baskıda).
- Khursheed, S. 2014. Mutagenic effects of methyl methanesulphonate on the growth and yield characteristics in Lentil (*Lens culinaris* Medik.) var . DPL-15 . 2, (March 2016), 943–947.
- Khursheed, S., Laskar, R. A., Raina, A., Amin, R. and K. S. 2015. Comparative analysis of cytological abnormalities induced in *Vicia faba* L. genotypes using physical and chemical mutagenesis. Chromosome Science. 18(3–4), 47–51.
- Khursheed, S., Raina, A., Parveen, K., ve Khan, S. 2019. Induced phenotypic diversity in the mutagenized populations of faba bean using physical and chemical mutagenesis. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.03.001>.
- Kumar, R., Shekhar, S., S. and Singh, M. 2012. Breeding for drought tolerance in vegetables. Vegetable Science (2012). 39 (1) : 1-15.
- Kumawat, S., Rana, N., Bansal, R., Vishwakarma, G., Mehetre, S. T., Das, B. K., Kumar, M., Kumar Yadav, S., Sonah, H., Sharma, T. R. and Deshmukh, R. 2019. Expanding avenue of fast neutron mediated mutagenesis for crop improvement. Plants. 8, 164.
- Kunter, B., Baş, M., Kantoğlu, Y., Burak, M.. 2012. Mutation breeding of sweet cherry (*Prunus avium* L.) var. 0900 Ziraat. Mutation Breeding and Biotechnology (Ed: Q. Y. Shu, B. P. Foster and H. Nakagawa), p 453-459.
- Laskar, R. A., Laskar, A. A., Raina, A., Khan, S. and Younus, H. 2018. Induced mutation analysis with biochemical and molecular characterization of high yielding lentil mutant lines. International Journal of Biological Macromolecules. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.12.067>.
- Novak, F.J. and Brunner, H. 1992. Plant breeding: induced mutation technology for crop improvement. IAEA Bull 4:25.
- Pathirana, R. 2011. Plant mutation breeding in agriculture. In CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20116032>.
- Raina, A., Laskar, R., Khursheed, S., Amin, R., Tantray, Y., Parveen, K. and Khan, S. 2016. Role of mutation breeding in crop improvement- past, present and future. Asian Research Journal of Agriculture. <https://doi.org/10.9734/arja/2016/29334>.

- Rajarajan, D., Saraswathi, R., Sassikumar, D. and Ganesh, S. K. 2014. Effectiveness and efficiency of gamma ray and ems induced chlorophyll mutants in rice ADT (R) 47. *Global Journal Of Biology, Agriculture And Health Sciences*. 3(3), 211–218.
- Ranjith, P. ve Rao, M., S. 2021. Breeding for drought resistance. *Plant Breeding - Current and Future Views*. 1-11pp, DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.97276>
- Ripley, L. S. 2013. Mutation. In *Brenner's Encyclopedia of Genetics: Second Edition*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374984-0.01007-X>.
- Ray, D. K, Mueller, N. D, West, P. C. and Foley, J. A. 2013. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS One* 8(6), e66428.
- Roychowdhury, R. and Tah, J. 2013. Mutagenesis-a potential approach for crop improvement. In *Crop Improvement: New Approaches and Modern Techniques*. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7028-1_4.
- Sarıçam, Ş., Kantoğlu, K.Y. and Ellialtıoğlu, Ş. Ş. 2017. Determination of Effective Mutagen Dose for Lettuce (*Lactuca sativa* var. *longifolia* cv. Cervantes) Seeds. *Eurasian Journal of Agricultural Research*. Vol.1 Issue 2, p 106-113.
- Shu, Q. Y., Forster, B. P. and Nakagawa, H. 2012. Plant mutation breeding and biotechnology. In *Plant Mutation Breeding and Biotechnology*. <https://doi.org/10.1079/9781780640853.0000>.
- Spencer-Lopes, M. M., Forster, B. P. and Jankuloski, L. 2018. Manual on mutation breeding and introduction to plant breeding and selection. *Plant Breeding and Genetics Subprogramme Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture Vienna, Austria*.
- Taner, K.Y., Beşirli, G., Kunter, B., ve Yanmaz, R. 2004. Sarımsakta (*Allium sativum* L.) Mutasyon ıslahına yönelik olarak ‘‘Etkili Mutasyon Dozunun Belirlenmesi. *Bahçe*. 33 (1-2), 95-99.
- Tantray, A.Y., Raina, A., Khursheed, S., Amin, R. and Khan, S. 2017. Chemical mutagen affects pollination and locule formation in capsules of black Cumin (*Nigella sativa* L.). *International Journal of Agricultural Sciences*. 8(1), 108–117.
- Tepe, A., Fırat, A.F., Taner, K.Y., Kunter, B., Peşkırcioğlu, H. ve Ekiz, H. 2003. Sera demre 8 biber çeşidinde mutasyon ıslahına yönelik olarak etkili mutasyon dozunun belirlenmesi. IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 8-12 Eylül 2003, Antalya-Türkiye, 365-366p.
- Tester, M., and Langridge, P. 2010. Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science* 327(5967):818–822.
- Usharani, K.S. and Ananda Kumar, C.R. 2015. Mutagenic effects of gamma rays and EMS on frequency and spectrum of chlorophyll mutations in urdbean

(*Vigna Mungo* (L.) Hepper). Indian Journal of Science and Technology.
<https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i10/54201>.

Van Harten, A.M. 1998. Mutation Breeding: Theory and Practical applications.
Cambridge Univ. Press. Cambridge, 353p.