



ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİNDE ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER

MAYIS 2021

CİLT 2

EDİTÖRLER

PROF. DR. TANER AKAR
DOÇ. DR. EMİNE KÜÇÜKER
DR. ÖĞR. ÜYESİ ESRA GÜRSOY

YAZARLAR

NESLİHAN DOYGUN
SEZGİN KORAY GÜLSOY
AYBEN KILIÇ PEKGÖZLÜ
MUTLU TÜRK
ÜMİT AYATA
SİYAMİ KARACA
BULUT SARĞIN
FERİT SÖNMEZ
BAHRİYE GÜLGÜN

KÜBRA YAZICI
ECE KAYA
AHMET TOLUNAY
TÜRKAY TÜRKOĞLU
DUYGU KAŞIKÇI
İRFAN DAŞKIRAN
MEHMET ÖZMİŞ
GÜNEY AKINOĞLU
AHMET KORKMAZ

İmtiyaz Sahibi / Publisher • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel
Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Gece Kitaplığı
Editör / Editor • PROF. DR. TANER AKAR
DOÇ. DR. EMİNE KÜÇÜKER
DR. ÖĞR. ÜYESİ ESRA GÜRSOY
Birinci Basım / First Edition • © Mayıs 2021
ISBN • 978-625-7411-66-0

© 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

Mayıs 2021

Cilt 2

EDİTÖR

PROF. DR. TANER AKAR

DOÇ. DR. EMİNE KÜÇÜKER

DR. ÖĞR. ÜYESİ ESRA GÜRSOY

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 9

KAKTÜSLERİN DOĞAL, ÇEVRESEL VE KULLANIM ÖZELLİKLERİ
BAKIMINDAN İNCELENMESİ

Neslihan DOYGUN 1

BÖLÜM 10

DERİN ÖTEKTİK ÇÖZÜCÜLER VE DELİGNİFİKASYON
UYGULAMALARI

Sezgin Koray GÜLSOY, Ayben KILIÇ PEKGÖZLÜ 19

BÖLÜM 11

DOUSSİÉ, SAPELLI VE TEAK ODUNLARINDA YÜZEY
PÜRÜZLÜLÜĞÜ PARAMETRELERİNİN TESPİTİ

Mutlu TÜRK, Ümit AYATA 47

BÖLÜM 12

ORGANİK GÜBRELERİN ORJİN FARKLILIĞI VE İNKUBASYON
SÜRELERİNİN TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Siyami KARACA, Bulut SARGİN, Ferit SÖNMEZ 65

BÖLÜM 13

TÜTSÜ YAPMAK İÇİN KULLANILAN SÜS BİTKİLERİ

Bahriye GÜLGÜN, Kübra YAZICI, Ece KAYA101

BÖLÜM 14

BATI AKDENİZ BÖLGESİNDE KIL KEÇİSİ YETİŞTİRİCİLİĞİNİN MEVCUT DURUMU VE GELECEĞİ

Ahmet TOLUNAY, Türkay TÜRKOĞLU, Duygu KAŞIKÇI,
İrfan DAŞKIRAN, Mehmet ÖZMİŞ129

BÖLÜM 15

TAZE YAPRAKLARDA KLOOROFİL-A VE KLOOROFİL-B SENTEZLERİ İLE SPAD METRE ÖLÇÜMLERİ YÖNÜNDEN BAZI ÇELTİK ÇEŞİTLERİNİN FE-EDDHA VE KİREÇ UYGULAMASINA RESPONSLARI

Güney AKINOĞLU, Ahmet KORKMAZ151

Bölüm 9

KAKTÜSLERİN DOĞAL, ÇEVRESEL VE KULLANIM ÖZELLİKLERİ BAKIMINDAN İNCELENMESİ

Neslihan DOYGUN¹

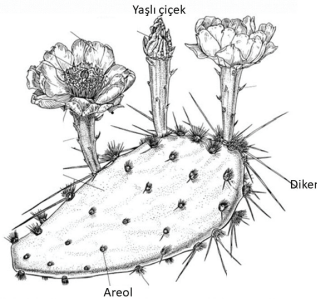
¹ Dr. Öğr. Üyesi, İzmir Demokrasi Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, ORCID:0000-0002-5174-7847

GİRİŞ

İnsanlar, tarih boyunca kendilerine yarayan ve güzel duygular uyandıran nesnelere önem vermişler, çevrelerinde olmalarına özen göstermişlerdir. Bu amaçla bitkiler yetiştirmişler, bu bitkilerden süs bitkisi ve tarımsal amaçlı olarak yararlanmışlardır (Cerny vd., 2002; Hosseingholipourmiandoab, 2017'den). Süs bitkisi; çiçeği, yaprağı, dalları, gövdesi, formu ve meyve özellikleri ile dikkat çeken estetik veya işlevsel olarak kullanılabilecek bitkilerdir (Atabey ve Bilge, 2019). Çiçeğin estetik amaçla süs bitkisi olarak kullanımı yüzyıllar öncesine dayanmakta, son zamanlarda kentleşme sonucu doğadan uzaklaşan insanların doğa özleminin karşılanması için de tercih edilmektedir (Korkut vd., 1995).

Kaktüsler dünyadaki en ilginç ve merak uyandıran süs bitkileri arasındadır. Kaktüs kelimesi Yunanca kökenli olup dikenli bitki anlamına gelmektedir. Sistematik botanikçi Linneus bu cinse isim vererek bilim dünyasına kazandırmıştır (Mourelle ve Ezcurra 1996, 1997). Dünyada yaklaşık 374.000 bitki türü olduğu bilinmekte (Christenhusz ve Byng, 2016), familya içerisindeki bazı türlerin azalması veya yok olması ile değişkenlik göstermekle birlikte bu türler içerisinde kaktüsler 1500'e yakın tür ile yer bulmaktadırlar (Hunt 1999, 2006; Anderson, 2001'den).

Kaktüsler ve sukulentler birbirleri ile sıkça karıştırılan kavramlar olup, ikisi arasındaki ilişkiyi anlamak onları doğru bir şekilde ayırt etmeye yardımcı olacaktır. Sukulentler saplarında, köklerinde ve yapraklarında su depolayan bitkilerdir, kaktüsler ise suyu depolayan ve onları bu grubun bir parçası yapan etli bitkilerdir, bu nedenle, tüm kaktüsler sukulenttir. Etli bir bitkinin kaktüs olarak kabul edilebilmesi için areolleri yani dikenlerin, saçların, yaprakların, çiçeklerin, küçük, yuvarlak, yastık benzeri bölümleri olması gerekir. Areoller (Şekil 1) kaktüslere özgüdür, bir areol, oldukça özelleşmiş bir koltuk altı veya yan tomurcuk veya kısa sürgün veya daldır (Mauseth 1983b; Gibson ve Nobel 1986; Anderson, 2001).



Şekil 1. *Opuntia ficus-indica* L. Üzerinde Areol (Drawing by Lucretia Breazeale Hamilton) (Anderson, 2001)

Cactaceae familyası üyesi (Anderson, 2001; Wallace ve Gibson, 2002; Nyffeler, 2002) olan kaktüsler, su depolayan sukulent gövdeleri Crassulaceae asit metabolizması ile fotosentez yapması gibi özel bitkiler olarak cezbedici bitki grupları olarak ön plana çıkmaktadır. Sahip oldukları bazı özellikler bu bitki gruplarının ekstrem koşullarda yaşama ve su stresine tolerans gibi önemli avantajlar sağlamaktadır (Gibson ve Nobel, 1986; Anderson, 2001). Kaktüslerin dünyada 1 milyon hektardan fazla alanda yayılış gösterdiği belirtilmiştir. Özellikle Afrika, Amerika kıtasının tamamında, Akdeniz ülkelerinde kültüre alındıkları bilinmektedir (Çürek, 2001). Bu familyaya ait türler silindirik, küresel (globular) veya dairesel gövdelere sahiptir, bu özellikler ağaçsı, sütunlu, küresel, namlu şeklinde ve mafsallı gibi farklı yaşam formlarını barındırırlar (Gibson ve Nobel, 1986; Salgado ve Mauseth, 2002).

Farklı yaşam özellikleri olan kaktüsler, ağaçsı, çalı, tırmanıcı, epifit¹, geofit, yaprakları spiralli, tekli, gibi yapıları sahip etli bitkiler olup, çok hücreli tüyleri bulundururlar ve genellikle yaprakları dikenlere dönüşmüştür. Çiçek yapısı tekli veya çoklu kümelenmiş şekillerde olabilir. Çiçekler hermafrodit, çiçek tablası ve yumurtalığın etrafında az ya da çok çevreleyen bir yapıdadır. Çiçek ve meyve özellikleri ile farklı hayvanları cezbederler, böylelikle tohum oluşumunda ve tohumların dağılımında bağımlı oldukları hayvanlarla etkileşime geçerler. Çiçeklerin tozlaşmalarında yarasalar, kuşlar ve böcekler görev almaktadırlar. Kaktüslerin meyveleri farklı kuşlar, memeliler, sürüngenler ve böcekler için besin maddesi olarak tüketilir ve bu şekilde polenlerin, tohumların da farklı bölgelere yayılmaları sağlanmış olur (Gibson ve Nobel, 1986; Godínez-Álvarez et al., 2002; Pimienta-Barrios ve del Castillo, 2002).

Bu çalışmada; biyolojik çeşitliliğin önemli bileşenlerinden, iç ve dış mekan bitkilendirme uygulamalarının ayrılmaz öğelerinden ve gıda, ilaç gibi farklı sektörlerin kaynaklarından olan kaktüslerin doğal yayılış alanları, tür çeşitliliği ve bunu etkileyen faktörler, türler üzerindeki çevresel tehditler ve koruma yaklaşımları, ekolojik istekleri ve kullanım alanlarına yönelik bir inceleme yapılmıştır. Kaktüsler ile ilgili dünyada birçok çalışma yapıldığı ancak ülkemizde konuya doğrudan değinen literatürün sınırlı olduğu gözlenmiş, bu inceleme ile elde edilecek sonuçların gelecek araştırmalara yeni bakış açıları kazandırması ve literatüre katkı sağlaması amaçlanmıştır.

DOĞAL YAYILIŞI

Kuzey yarım küreye endemik olan kaktüsler 124 cins ve 1427 tür barındırmakta olup bu rakamlar familya içerisindeki bazı türlerin azalması veya yok olması ile değişkenlik göstermektedir (Hunt 1999, 2006; Ander-

¹ Epifit: Bazı bitkileri konak olarak kullanıp onlara zarar vermeden üzerinde yaşayan, hava kökleri sayesinde nem ihtiyaçlarını karşılayan bitkiler.

son, 2001). Cactaceae familyası Amerika kıtasının hemen hemen bütün ekolojik bölgelerinde yayılış gösteren ve endemik türlere sahip taksonlardır (Bravo-Hollis and Sanchez-Mejorada, 1978; Gibson ve Nobel, 1986). Kaktüsler her ne kadar yarı kurak veya kurak bölgelere uyumlu olsalar da sahil kesimlerinden 5.000 m yükseklikte, kuzey ve güney yarım kürelerde 35° enlemleri arasında yer alan farklı ekosistemlerde de yayılışlara sahiptirler (Bravo-Hollis and Sanchez-Mejorada, 1978; Gibson ve Nobel, 1986; Boyle ve Anderson, 2002).

Kaktüslerin dağılımı ile ilgili bilgiler, kaktüslere yönelik ilginin ve korunmasına yönelik planlamaların yapılması ile her geçen gün artmaktadır (Hernández ve Godínez, 1994; Hunt, 1999, 2006; Gómez-Hinostrosa ve Hernández, 2000; Hernández et al., 2001, 2004; Guzmán et al., 2003; Pin and Simón, 2004; Martínez-Avalos ve Jurado, 2005). Meksika, 586 tür ile kaktüs türleri bakımından en önemli ülke konumunda olup bu ülkeyi sırasıyla Bolivya, Brezilya, Arjantin, Amerika ve Peru takip etmektedir (Ortega-Baes ve Godínez-Álvarez, 2006; Godínez-Álvarez ve Ortega-Baes, 2007). Diğer taraftan Meksika en yüksek sayıda endemik tür barındıran ülke olarak da bilinmektedir. Endemik tür sayısının tür çeşitliliği ve ülkelerin yüz ölçümleri ile doğru orantılı olduğu rapor edilmiştir. Bunun yanı sıra bazı ülkelerde bu oranın beklenilenden çok daha fazla olduğu bilinmektedir. Kaktüslerin yayılış gösterdiği ülkelerde en fazla çeşitliliği Cactoideae alt familyası göstermektedir. Meksika, Arjantin ve Amerika gibi ülkelerde ise en fazla yayılış gösteren ve en fazla endemik türü bulunan alt familya ise Opuntioideae olarak ön plana çıkmaktadır (Ortega-Baes et al., 2010).

Opuntioideae alt familyası 350'ye yakın tür içermektedir (Griffith ve Portert, 2009). Bu familyaya ait, silindirik düz gövdeye sahip, çok yıllık olan *Opuntia ficus-indica* L. (Dikenli incir), ülkemizde kültür bitkisi olarak yetiştiriciliği yapılmamakla birlikte özellikle Akdeniz bölgesinde yetişmektedir (Şekil 2). Meyveleri kırmızı, sarı, turuncu renklerde, dikenli, bol çekirdekli, güzel aroma ve ferahlatıcı tada sahip olup ferahlatıcı ve serinletici etkisinden dolayı yaz aylarında tüketimi çoktur. Birçok bitkinin yetişmediği, ekolojik koşulları yetersiz olan alanlarda dahi yayılış gösterme yeteneğine sahiptir. Özellikle düzensiz yağış alan bölgelerde hem süs bitkisi olarak hem de meyvesinin tüketilmesinden dolayı tarım ürünü olarak önemli potansiyele sahiptir. Meyvelerinin tüketilmesinin yanı sıra bu bitkilerin basık gövdeleri, bu tür özelliğe sahip türlerin karakterinde önemli rol oynayan yapıların bazı ülkelerde tüketildiği de literatürde yer almaktadır (Tütüncü vd., 2016-a; Tütüncü vd. 2016-b'den). Ayrıca bazı çalışmalarda *Opuntia* türlerinin hayvan yemi olarak kullanılabilirliği konusu da araştırılmıştır (Çürek, 2001).



Şekil 2. *Opuntia ficus-indica* L. (<https://calphotos.berkeley.edu> © 2005 Luigi Rignanese)

TÜR ÇEŞİTLİLİĞİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Çöl ve orman ekolojik koşullarında yetişmesi dolayısıyla kaktüsler orman kaktüsleri ve çöl kaktüsleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Orman içerisinde yetişen kaktüsler çöl kaktüslerine göre daha farklı bir yapıya sahip olup içlerinde epifit türleri barındırmaktadır. Ayrıca ormanlık alanlarda yayılış gösteren bu türler ya dikensizdir ya da çöl kaktüsleri gibi dikenleri çok belirgin değildir. Kaktüs çeşitliliği sıcaklık, yağış gibi ekolojik ve çevresel etmenlerden etkilenmektedir. Ekolojik şartlar, kaktüslerin yaşam formlarına göre sınırlayıcı etmenler olarak da karşımıza çıkabilmektedir (Mourelle ve Ezcurra 1996, 1997). Buna göre sütun formundaki kaktüslerin don zararı olmayan yerde en fazla yayılış gösteren tür olduğu belirtilmiştir.

Don olayı kaktüslerde apikal meristemlerin zararlanmalarına neden olarak büyümeyi yavaşlamasına ve gövde çaplarının küçülmesine neden olmaktadır. Bazı türlerde özellikle parçalı gövdeli türlerde çeşitlilik, yazın yıllık yağış miktarı ve yıllık ortalama sıcaklık arttıkça artar. Bu kaktüsler çevresel şartlara yüksek oranda tolerans gösteren kaktüs türleridir, fakat bu durumun sıcak bölgeler ve yaz yağışları ile ilgili olduğu görülmektedir. Küresel (globular) kaktüs çeşitliliği ise yaz yıllık yağışları ile bağlantılı olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak küresel (globular) kaktüs çeşitliliği toprak karakteristiği ve kayalık topraklar ile ilgili olduğu belirtilmiştir. Ekolojik faktörlerin yanı sıra bölgesel kuraklık ile tür zenginliği ile ilgili bir bağlantı olduğu bilinmektedir (Hernández ve Bárcenas, 1995; Mourelle

ve Ezcurra, 1996). Çevresel etmenler de (arazi örtüsü, bitki örtüsü, iklim, toprak, topografya) kaktüs çeşitliliğinde rol oynamaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde çevresel şartlardaki değişkenlikler kaktüslerin habitat seçimlerini doğrudan etkilemektedir (Mourelle ve Ezcurra, 1997).

TÜRLER ÜZERİNDEKİ TEHDİTLER VE KORUMA STRATEJİLERİ

Cactaceae familyası içerisinde yer alan birçok kaktüs türü yok olma tehlikesi altındadır ve bu bitkilerin anavatanı olan Amerika ve Meksika gibi ülkelerde özel koruma programları geliştirilmektedir (Oldfield, 1997; Hunt, 1999). Birçok kaktüs türü nesli tükenmekte olan türlerin yer aldığı 'red list' olarak bilinen kırmızı listede yer almaktadır. Bunun yanı sıra bazı ülkeler tehlike altındaki türler için demografik verilere dayanarak bu türlerin korunması yönünde çeşitli mevzuatlar geliştirmiştir (Oldfield, 1997; Godínez-Álvarez et al., 2003). Kaktüs türleri habitatlarının tahrip edilmesi ve kaybolması, illegal toplama gibi sorunlardan ötürü yok olma tehlikesi altındadır (Oldfield, 1997; Boyle ve Anderson, 2002). Alan kullanım biçimi bu türlerin biyoçeşitliliğinin azalmasında en önemli faktördür. Ormanların tahrip edilerek tarımsal alan açma çalışmaları türleri farklı şekilde etkilemektedir. Bazı türler uygun habitatların kaybolması nedeni ile tehlike altındayken diğer türler bazı durumlarda avantaj sağlayabilmektedir. Diğer taraftan düşük oranda da olsa aşırı ve kontrolsüz otlatma biyoçeşitliliği etkilemektedir. Otlatma uzun süreli devam ettiği sürece kronik bir problem halini almaktadır (Cuarón, 2000; Martorell ve Peters, 2005; Broennimann et al., 2006). Kurak ve yarı kurak topraklar tarım ve büyükbaş hayvancılık, kentleşme, ormancılık ve madenciliğin yaygınlaştırılmasıyla değişikliğe uğramıştır. Örneğin, Arjantin'deki Chaco ormanlarının %85'i tarımsal kullanım amaçlı tahrip edilmiş, bu da bölgesel biyoçeşitliliği negatif yönde etkilemiştir (Zak et al., 2004).

Birçok tür doğal ortamlarından toplanarak kültüre alınmaktadır. Özellikle süs bitkisi potansiyeli yüksek olan türler yasal olmayan toplamalardan kaynaklı tür bazında tehlike altında kalma baskısıyla karşı karşıyadır. Her ne kadar birçok tür kültüre alınmış olsa da ve bu türlerin çoğaltımı sağlansa da yasa dışı toplamalar halen çok büyük problem teşkil etmektedir (Oldfiel, 1997; Anderson, 2001). Uluslararası yasa dışı ticaretin önüne geçilmesinde en önemli yol, nesli tehlike altında olan türlerin korunmasına yönelik yapılmış olan CITES sözleşmesidir. Bazı kaktüs türleri bu sözleşmede bulunan maddeler kapsamında ticareti yasaklanmıştır ve bazı türlerin ticareti ise bu sözleşmeye uygun olarak düzenlenmiştir.

Yok olma tehlikesi altında olan türlerin yayınlandığı Red List'e göre 104 kaktüs türünün bu listede yer aldığı bilinmektedir. Ülke bazında bakılacak olursa tehlike altında en fazla türün bulunduğu ülke Brezilya

%18 ile ön plana çıkmakta, bu ülkeyi Meksika %10 ile izlemektedir. Ekvador ve Peru bu ülkeleri takip etmektedirler. En az tehlike altında türlerin yayılış gösterdiği ülke Arjantin olarak karşımıza çıkmaktadır. Genel olarak bakıldığında ise kaktüslerin nesli tükenme tehlikelerinin düşük risk altında olduğu bildirilmektedir. Kaktüslerin tehlike altındaki türlerin korunma durumlarının, Red list ve IUCN (International Union for the Conservation of Nature - Uluslararası Doğayı Koruma Birliği) göz önünde bulundurularak ülkeler ve taksonlar bazında değerlendirilmesi gerekmektedir (IUCN, 2008; Ortega-Baes vd., 2010).

Koruma stratejilerinin belirlenmesinde biyoçeşitlilik bazında önemli ülkelerin veya bölgelerin göz önünde bulundurulması gerekmekte (Caldecott et al., 1996; Mittermeier et al., 1997; Sarukhán ve Dirzo, 2001), bu açıdan bakıldığında Meksika, Arjantin, Peru, Bolivya gibi kaktüs biyoçeşitliliği ön planda olan 24 ülke söz konusu olmaktadır (Ortega-Baes ve Godínez-Álvarez, 2006). Bu ülkeler arasında kaktüslerin korunma alanlarını resmi olarak belirleyen tek ülke Meksika olmuştur. Bu ülkedeki 8 eyalet kaktüs biyoçeşitliliğinin %80'ini oluşturmaktadır (Godínez-Álvarez ve Ortega-Baes, 2007). Ex-situ koruma, endemik, tehlike altında ve ekonomik anlamda değerli olan genetik kaynakların sürdürülebilirliği ve korunması açısından oldukça önemli teknikler arasındadır. Tohum ve gen bankaları, botanik bahçeleri, en yaygın ex-situ koruma stratejileri olarak karşımıza çıkmaktadır. Tohum gen bankaları sayıları azalmış olan genetik kaynakların uzun süreli muhafazasını sağlamakta (Gold et al., 2004), uluslararası tohum bankaları dünya üzerinde yayılış gösteren bitkilerin tohumlarının %10'unu barındırmaktadır (Ortega-Baes et al., 2010).

EKOLOJİK İSTEKLERİ

Kaktüsler, Amerika kıtasının bütün ekolojik bölgelerinde yayılış gösteren taksonlardır (Bravo Hollis ve Sanchez-Mejorada, 1978; Gibson ve Nobel, 1986). Bu bitkiler yarı kurak veya kurak bölgelerde, yılın büyük bölümünde kurak havanın hüküm sürdüğü güneşli topraklarda daha iyi yetişmektedirler. Kaktüslerin doğal olarak bulundukları alanlar yılın büyük kısmında çok kuru ve ılık olmasına rağmen, belirli dönemlerde az da olsa görülebilen şiddetli yağışlar kaktüslerde canlandırıcı etki yaratabilmektedir. Geçirgen, drenajı iyi toprakları tercih eden kaktüsler ilkbahar ve özellikle yaz döneminde yani büyüme mevsimlerinde toprakta fazla neme ihtiyaç duymakta, dinlenme döneminde ise diğer bitkilerin de su isteğinin azalması gibi minimum, hatta bazen hiç su istememektedirler (Watson, 1889).

Kaktüsler toprak, güneş, ışık ve nem isteklerinde çoğu zaman toleranslı bitkilerdir. Ancak birçok kaktüs sulama yapıldığında bu suyu gövdelerinde depolamak için uyarlanmışlardır, gövdelerinde suyu depoladıkça gövdeleri şişmektedir. Bu hale gelen bitkiler bir süre donma noktasının altında

sıcaklıklara maruz kalırsa gövdedeki suyun donarak kaktüsün patlamasına neden olmaktadır. Bu da kaktüslerin çok düşük sıcaklıklarda fazla kalmamaları gerektiğini göstermektedir (Anderson, 2001).

Kaktüsler kültüre alındıklarında açık alanda veya iç mekanda saksılarda yetiştirilirler, sıcak ve kuru havaya ihtiyaç duyarlar, doğrudan güneş ışığı istekleri vardır. Açıkta ya da kurak bölgelerde yüksek sıcaklıkta veya iç mekanda kaplar içinde yetiştirildiklerinde mümkün olduğunca gün ışığı ihtiyaçları vardır. Yetiştikleri yerler açık olmalı ve toprak yapısı fazla nem tutmamalıdır (Pamay, 1993).

Kaktüsler diğer bitkiler gibi yazın büyür ve kış dönemini dormanside (dinlenerek) geçirirler. Kaktüslerin sıcaklık istekleri ortalama 16 °C'dir. Tropikal iklimde yetişen bazı cinsleri 21–32 °C'de daha iyi gelişim gösterirler. Optimal sıcaklık istekleri böyle olmasına rağmen 0°C'a kadar düşük sıcaklıklara da dayanıklılık gösterirler. Ancak uzun süre düşük sıcaklığın etkisinde kalan kaktüslerin yumuşak dokuları, özellikle de yeni gelişen bölümlerinde hasara yol açabilir, yaralara neden olabilir ve bu olay da bitkinin ölümüyle sonuçlanabilir (Anonymus, 2009). Genel olarak ideal sıcaklıkları 16 °C olsa da bazı türlerin -25 °C'ye kadar dayandıkları bilinmektedir (Uhlig, 2019).

Hemen hemen bütün kaktüs çeşitleri sağlıklı olabilmek için büyüme dönemlerinde güneş görmek zorundadırlar. Kış döneminde nispeten az ışık seviyelerine dayanabilirler. Eğer kaktüslere evde bakılıyorsa cam kenarında tutmak gerekir (Anonymus, 2009).

Kaktüs çeşitliliği sıcaklık, yağış gibi ekolojik ve çevresel etmenlerden etkilenmektedir. Ekolojik şartlar, kaktüslerin yaşam formlarına göre sınırlayıcı etmenler olarak da karşımıza çıkabilmektedir (Mourelle ve Ezcurra 1996, 1997). Kurak ve yarı kurak bölgelerde çevresel şartlardaki değişkenlikler kaktüslerin habitat seçimlerini doğrudan etkilemektedir (Mourelle ve Ezcurra, 1997). Bütün bitkiler yetiştirilirken doğal ortamlarındaki şartlar taklit edilerek yetiştirilmeye çalışılırlar, kaktüsler için de geçerli olan bu yöntemde doğal ortamlarındaki koşulların mümkün olduğunca sağlanması gerekmektedir (Watson, 1889).

KULLANIM ALANLARI

Kamuoyunda yaygın biçimi ile iç ve dış mekan süs bitkisi olarak bilinen kaktüsler tıbbi bitki, besin maddesi ve çit bitkisi olarak kullanım alanları bulmakta (Hernández ve Godínez 1994; Casas ve Barbera, 2002; Inglese et al., 2002; Nerd et al., 2002; Nefzaoui ve Ben Salem, 2002; Saénz Hernándeş et al., 2002; Godínez-Álvarez et al., 2003; Wright et al., 2007), ayrıca eski medeniyetlerde boyar madde ve mum imalatı ile dini törenlerde obje olarak değerlendirildiği de bilinmektedir (Anderson, 2001).

Kaktüsler dikenli, dikensiz veya tüylü olabilen türleri; uzun, yassı, silindirik, basık veya küre formu yapıları; farklı biçim, renk, boyut ve kokulardaki çiçekleri; tekli veya çoklu gövdeleri; çeşitli çizgisel özellikler sergileyen görünimleri nedeniyle oldukça zengin bir görsel çeşitlilik ortaya koymakta, bu çeşitlilik kaktüslerin insanlar nezdinde dekoratif kabul edilmelerinde ve dolayısıyla hemen her mekânda kendilerine yer bulabilmelerinde önemli rol oynamakta, buna bağlı olarak da kaktüslerin süs bitkisi nitelikleri ön plana çıkmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Kaktüs Türlerine Ait Örnekler (<https://calphotos.berkeley.edu> © Zoya Akulova)

Kaktüslerin iç mekan süs bitkisi olarak yaygın biçimde satışının yapıldığı bilinmekte (Zencirkıran vd., 2018) (Cengiz vd., 2017); bakım kolaylığı, susuzluğa dayanıklılığı, kolay taşınabilir minyatür türlerinin bulunması gibi nedenlerin de etkisiyle insanlar tarafından çokça tercih edilen iç mekan bitkileri arasında yer almaktadır (Sezen vd., 2017; Akça, 2021). Evlerde, iş ve çalışma ortamlarında, masa üstünde, zeminde veya pencere kenarında, bir saksıda tek olarak veya farklı kaktüsler ve diğer türler ile bir arada, iç bahçelerde ve avlularda olmak üzere çok farklı iç mekânlarda, çevresindeki objelerden ve diğer bitkilerden kolay ayırt edilebilir niteliklerinin de etkisiyle yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

Kaktüslerin dış mekan süs bitkisi olarak kullanılmaları söz konusu olduğunda ekolojik isteklerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. İlgili başlık altında da değinildiği üzere kaktüs türlerinin çoğunluğu yılın büyük bölümünde kurak havanın hüküm sürdüğü güneşli topraklarda daha

iyi gelişme gösterirler. Çoğu zaman toprak, güneş, ışık ve nem bakımından toleranslı olan kaktüsler için ortalama ideal sıcaklık 16°C olup, 0 (sıfır) °C'ye dayanmaları söz konusu olmakla birlikte bu değere uzun süre maruz kalmaları durumunda yumuşak dokularında ve özellikle de yeni gelişen kısımlarında hasarlar meydana gelebilmektedir.

Kaktüsler doğal habitatlarını çağrıştırmalarına bağlı olarak kaya, taş, çakıl gibi materyallerle bir arada kaya bahçesi veya kaktüs bahçesi formatına sahip düzenlemelerde yaygın olarak kendilerine yer bulmakta, bazı otoyol şevlerinde ve refüjlerde görülmekte, bahçe ve tarla kıyılarında sınırlandırıcı olarak değerlendirildiği örneklerle de rastlanmaktadır. Sınırlı su istekleri nedeniyle kaktüsler, suyun ekolojik ve hayati değerinin farkında olarak su kaynaklarını optimum verimlilikte değerlendirmek, su kullanımını en aza indirmek amacıyla geliştirilen bir çevre düzenleme yaklaşımı olan kurakçıl peyzaj çalışmaları için önerilen türler arasında da yer almaktadır (Mert, 2010; Çetin, 2016).

Kaktüslerin kullanım alanları söz konusu olduğunda, ülkemizde Akdeniz bölgesinde yetişen *Opuntia ficus-indica* L. (Dikenli incir) türüne ayrıca değinmek gerekmektedir. Kurak ve çorak alanlarda dahi yayılış gösteren bu türün meyveleri yazın ferahlatıcı etkisi nedeniyle yaygın olarak tüketilmekte, ayrıca tarla ve bahçe kenarlarında çit ve sınırlandırıcı bitki olarak kullanılmaktadır. Meyve suyu, kurutulmuş veya dondurulmuş olarak tüketilmelerine yönelik araştırmalar bulunmakta (Dengiz ve Zengin, 2016; Çakmak vd., 2020) yağ ve protein kaynağı olarak insan beslenmesinde ve yem sanayinde, taze ve pişirilmiş biçimleri ile kullanılmakta (Yılmaz, 2010; Yılmaz vd., 2016), meyvesinin önemli antioksidan kapasiteye sahip olduğu ve çeşitli kanserlerde güçlü sitotoksik aktivite gösterdiği aktarılmaktadır (Okur vd., 2019).

SONUÇ

Kaktüsler ilgi çekici ve dekoratif niteliklerine bağlı olarak dünya genelinde en çok bilinen ve insan yaşam çevrelerinde en çok yer verilen süs bitkileri arasında yer almaktadır. 1500'e yakın türleri, su ve bakım istekleri bakımından kanaatkâr olmaları, farklı yetiştirme ve çevre koşullarına karşı gösterdikleri tolerans kaktüslerin çok farklı iç ve dış mekânlarda, saksı içerisinde veya doğrudan toprakta, soliter veya grup halinde, diğer türler ile de uyum içerisinde kullanılabilmelerini sağlamaktadır. Ülkemizde de örneği görüldüğü üzere kaktüsler dekoratif amaçlı kullanımlarının yanı sıra insanlar için besin maddesi ve hayvanlar için yem bitkisi olarak değerlendirilmekte, ayrıca kozmetik ve sağlık sektörü için de önemli bir kaynak teşkil etmektedir.

Sahil kesimlerinden 5000 m'ye kadar olan çok farklı yükseltilerde ve Amerika kıtasının bütün ekolojik bölgelerinde, yarı kurak veya kurak ortamlar ağırlıklı olmak üzere geniş bir yayılım alanına sahip olan kaktüsler

kontROLSÜZ toplama, aşırı otlatma, tarım alanı kazanmak amacıyla doğal bitki örtüsünün açılması gibi nedenlerle tür kaybı riski ile karşı karşıya bulunmakta, 104 kaktüs türü Red List'te yer almaktadır. Birçok kaktüs türünün kültüre alınmış olması doğal ortamlarındaki yayılışları üzerindeki baskıyı nispeten azaltmakta, ancak yine de alan kullanımı ve aşırı toplama kaynaklı riskler varlığını sürdürmektedir.

Yukarıda aktarılan literatüre dayalı bilgilerden ve değerlendirmelerden yola çıkılarak kaktüslere yönelik bir dizi öneriler geliştirmek mümkündür:

Dünya genelinde belirli coğrafyalarda yayılış göstermeleri ve birçok türünün kültüre alınmış olması kaktüslerin doğal sistemler ve biyolojik çeşitlilik içerisindeki rollerinin küresel ölçekte gereği kadar bilinmemesi ve bu yönde hassasiyetin oluşmaması gibi sonuçları beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, kaktüslerin doğal niteliklerine ve üzerlerindeki çevresel baskılara dair farkındalığın artırılabilmesi amacıyla dünya geneline yaygınlaşmış bir bilinçlendirme faaliyetinin yürütülmesi önerilmektedir.

Küresel ısınma ve beraberinde gelişen iklim değişikliği; yağış düzeni, su rejimi ve sıcaklık gibi faktörlerde ekstrem durumların meydana gelmesine neden olmakta, bu da su kaynaklarının yüksek bir gelecek öngörüsü içerisinde kullanılmasını gerektirmektedir. Kurakçıl peyzajlar, minimum düzeyde su ile ekosistem hizmetlerini sürdürebilen çevre düzenleme çalışmalarını tanımlamakta olup, kaktüsler de az su isteklerine bağlı olarak söz konusu çevre düzenleme çalışmalarında yer bulabilen türler arasındadır. Kaktüslerin birçok türünün kültüre alınmış olması, bu tür bitkisel düzenlemelerde kaktüslerin önemli bir alternatif haline gelmesini sağlamıştır. Bu değerlendirmelerden hareketle, kaktüslerin yüksek tür çeşitliliğine dayanılarak çevre düzenleme çalışmalarında daha sık kullanılmasına yönelik deneysel çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Ülkemizde yetişebilen *Opuntia ficus-indica* L. (Dikenli incir) türünün sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir tarım kapsamında, meyve dışı gıda ve kozmetik endüstrisinde, kurak ve fakir toprakların bitkilendirilmesinde (Ayyıldız vd., 2020), tıbbi ilaç sektöründe değerlendirilmesine yönelik bilimsel araştırmaların artırılması ve teşvik edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma ile, kaktüslerin yaygın veya sınırlı olarak bilinen özellikleri bir arada olacak şekilde tanıtılması, doğanın önemli bir bileşeni olma niteliklerine yönelik farkındalığın artırılması, konu ile ilgili mevcut literatüre katkıda bulunulması ve gelecekte yapılabilecek bilimsel araştırmalara ışık tutulması amaçlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın kurgulanması ve geliştirilmesi aşamalarında değerli önerileri ile katkıda bulunan Dr. Öğr. Üyesi Başar SEVİNDİK'e içten teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

1. Akça, Ş. B. (2021). İç mekân Süs Bitkileri Tüketici Tercihlerinin Belirlenmesi; Zonguldak Kenti Örneği. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 8(2): 427–435.
2. Anderson E.F. (2001). The Cactus Family. Timber, Portland, OR.
3. Anonymus, 2009. Cactus Yetiştiriciliği. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Ankara.
4. Atabey Ö., Bilge G. (2019). Corylus Türlerinin Peyzaj Tasarım Çalışmalarında Kullanılabilirliği. Akademik Ziraat Dergisi Cilt:8 Özel Sayı, pp: 145-156.
5. Ayyıldız, H., Erol, A., Nikpeyma, Y., (2020). Hint İnciri ve Kırsal Kalkınma. G.Ü. İslahiye İİBF Uluslararası E-Dergi, 4(4):272-281.
6. Boyle T.H., Anderson E.F. (2002). Biodiversity And Conservation. In: Nobel PS (ed) Cacti. Biology And Uses. University of California Press, Los Angeles, pp 125–141.
7. Bravo-Hollis, H., Sánchez-Mejorada R. H. (1978). Las Cactaceas De Mexico. En Colaboracion Con Sanchez Mejorada H. Mexico: UNAM., 1, 743p.
8. Broennimann O., Thuiller W., Hughesz O. G., Midgley G.F. (2006). Do Geographic Distribution, Niche Property And Life Form Explain Plants' Vulnerability To Global Change? Glob Change Biology 12:1079–1093.
9. Caldecott J.O., Jenkins M.D., Johnson T.H., Groombridge B. (1996). Priorities For Conserving Global Species Richness And Endemism. Biodiversity Conservation 5:699–727.
10. Casas A., Barbera G. (2002). Mesoamerican Domestication and Diffusion. In: Nobel PS (Ed) Cacti. Biology And Uses. University of California Press, Los Angeles, pp 125–141.
11. Cengiz, B., Dağlı, P. K., Yiğittekin, S. (2017). Peyzaj Ekonomisi Açısından Peyzaj ve Süs Bitkileri Fidanlık İşletmelerine Yönelik Sektörel Bir Analiz. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(2): 50-62.
12. Cerny, A. T., Kuhns, M., Kopp, L.K. 2002, Efficient irrigation of trees and shrubs, Electronic publishing HG-523, <http://region8water.colostate.edu/PDFs/hg523.pdf>
13. Christenhusz, M.J.M., Byng J. (2016). The Number of Known Plants Species in The World And Its Annual Increase. 261/3, pp: 201-217.
14. Cuarón A.D. (2000). Effects of Land-Cover Changes On Mammals in A Neotropical Region: A Modeling Approach. Conserv Biology 14/6, 1676–1692.
15. Çakmak, M., Bakar, B., İbrahim, M. S., Özer, D., Karataş, F., Saydam, S. (2020). Effect of Freezing and Drying Methods on Some Biochemical

- Properties of Prickly Fig (*Opuntia ficus-indica*) Fruit. Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science, 30, 3, 535-543.
16. Çetin, N. (2016). Akdeniz Koşullarında Kurakçıl Peyzaj Uygulanabilirliğinin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
 17. Çürek, M. (2001). Kaktüslerden Yem Olarak Yararlanma Olanakları. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootehni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s:39.
 18. Dengiz, T. N., Zengin, H. (2016). Hint İnciri (*Opuntia ficus-indica*) Meyve Suyunun Kimyasal ve Antioksidan Özelliklerinin İncelenmesi. İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 30, 125-150.
 19. Gibson A.C., Nobel P.S. (1986). The Cactus Primer. Harvard University Press, Boston, MA.
 20. Godínez-Álvarez H., Valiente-Banuet A., Rojas-Martínez A. (2002). The Role Of Seed Dispersers In the Population Dynamics Of The Columnar Cactus *Neobuxbaumia Tetetzo*. Ecology, Ecological Society of America 83/9, pp: 2617–2629.
 21. Godínez-Álvarez H., Valverde T., Ortega-Baes P. (2003). Demographic Trends in The Cactaceae. The Botanical Review 69 /2 pp: 173-203
 22. Godínez-Álvarez H. Ortega-Baes P. (2007). Mexican Cactus Diversity: Environmental Correlates and Conservation Priorities. Bol Soc Bot Mex 81:81–87
 23. Gold K., Leo'n-Lobos P., Way M. (2004). Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110, 62 p.
 24. Gómez-Hinostrosa C., Hernández M.H. (2000) Diversity, Geographical Distribution, And Conservation Mexico. Biodiversity and Conservation, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands 9:403–418.
 25. Griffith, M.P., Potert J. M. (2009). "Phylogeny of Opuntioideae (Cactaceae)." International Journal of Plant Sciences 170/1, The University of Chicago Press Journals pp: 107-116.
 26. Guzmán U., Arias S, Dávila P. (2003). Catalogo de Cactaceas Mexicanas. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. CONABIO, Mexico.
 27. Hernández, H. M., Godínez A, H. (1994). Contribucio'N Al Conocimiento De Las Cacta'Ceas Mexicanasa Menazadas. Acta Botanica Mexicana 26, pp:33–52.
 28. Hernández H.M., Bárcenas R.T. (1995). Endangered Cacti In The Chihuahuan Desert: I. Distribution Patterns. Conserv Biology, 9/5 pp:1176–1188.

29. Hernández H.M., Gòmez-Hinostrosa C., Bárcenas R.T. (2001). Diversity, spatial arrangement, andendemism of Cactaceae in the Huizache area, a hot spot in the Chihuahuan Desert. *Biodivers Conserv* 10/7, pp:1097–1112.
30. Hosseingholipourmiandoab M. (2017). Kurakçıl Bitkilerden Aloe Türlerinin Peyzaj Mimarlığı Çalışmalarında Kullanım Olanaklarının İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
31. Hunt D. (1999). Cites, Cactaceae Checklist. Royal Botanic Gardens Kew and International Organization for Succulent Plant Study, Kew, UK.
32. Hunt D. (2006). The New Cactus Lexicon. Remous, Milborne Port, UK.
33. IUCN (2008), IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>
34. Inglese P., Basile F., Schirra M. (2002). Cactus Pear Fruit Production. In: Nobel PS (ed) *Cacti. Biology and Uses*. University of California Press, Los Angeles, pp:163–183.
35. Korkut, A., Yıldırım, T., Görür, G., Çakmak, S. (1995). “Türkiye’de Süs Bitkiler Tüketim Projeksiyonları ve Üretim Hedefleri”, IV. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Tarım Haftası’95 Kongre Kitabı, 2. Cilt, T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No:26, 697-714, Ankara.
36. Martínez-Ávalos J.G., Jurado E. (2005). Geographic Distribution and Conservation de Cactaceae Fromtamaulipas Mexico. *Biodivers Conservation*, 14, pp:2483–2506.
37. Martorell C., Peters E. (2005). The Measurement Of Chronic Disturbance and its Effects On The Threatened Cactus *Mammillaria Pectinifera*. *Biological Conservation* 124 pp:197–207.
38. Mauseth J. D. 1983b. Introduction to Cactus Anatomy. Part 6. Areoles and spines. *Cactus and Succulent Journal (U.S.A.)* 55:272-276.
39. Mert, T. T. (2010). Peyzaj Düzenlemesinde Suyun Etkin Kullanımı: Kurakçıl Peyzaj. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
40. Mittermeier R.A., Gil P.R., Mittermeier C.G. (1997). *Mega Diversidad*. CEMEX, Mexico.
41. Mourelle C., Ezcurra E. (1996). Species Richness Of Argentine Cacti: A Test Of Biogeographic Hypotheses. *Journal of Vegetation Science*, 7/5, pp: 667–680.
42. Mourelle C., Ezcurra E. (1997). Differentiation Diversity Of Argentine Cacti And İts Relationship To Environmental Factors. *Journal of Vegetation Science* ,8/4, pp: 547–558.

43. Nyffeler R. (2002). Phylogenetic Relationships In The Cactus Family (Cactaceae) Based On Evidence From Trnk/Matk And Trnl-Trnf Sequences. American Journal of Botany 8/2, pp:312–326.
44. Nefzaoui A., Ben Salem H. (2002). Forage, Fodder, And Animal Nutrition. in: Nobel PS (ed) Cacti. Biology And Uses. University Of California Press, Los Angeles, pp: 199–210
45. Nerd A., Tel-Zur N., Mizrahi Y. (2002). Fruits Of Vine And Columnar Cacti. in: Nobel PS (ed) Cacti. Biology And Uses. University Of California Press, Los Angeles, pp: 185–197.
46. Okur, M. E., Karakaş, N., Karadağ, A. E., Uludağ, D., Çiçek Polat D. (2019). Investigation of antioxidant and cytotoxic activities of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. fruit extract. Istanbul Journal of Pharmacy, 49 (3): 154-160.
47. Oldfield S. (1997). Cactus And Succulent Plants: Status Survey And Conservation Action Plan. IUCN/SSC Cactus And Succulent Specialist Group. International Union For Conservation Of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK.
48. Ortega-Baes P., Godínez-Álvarez H. (2006). Global Diversity and Conservation Priorities in The Cactaceae. Biodiversity Conservation 15/3, pp: 817–827.
49. Ortega-Baes, P., Sühling, S., Sajama, J., Sotola, E., Alonso-Pedano, M., Bravo, S., Godínez-Álvarez, H. (2010). Diversity and Conservation in The Cactus Family. In Desert Plants. Springer, pp: 157-173). Berlin, Heidelberg.
50. Pamay B. (1993). Bitki Materyali II. Orhan Ofset, İstanbul.
51. Pimienta-Barrios E., Del Castillo R.F. (2002). Reproductive Biology. in: Nobel PS (ed) Cacti. Biology And Uses. University Of California Press, Los Angeles, pp: 75-90.
52. Pin, A. B., Simón, J., eds. 2004. Guía Ilustrada de los Cactus del Paraguay. Asunción. Secretaría del Ambiente. 198 p.
53. Saenz-Hernaández C., Corrales-García J., Aquino-Pérez G. (2002). Nopalitos, Mucilage, Fibber, And Cochineal. in: Nobel PS (ed) Cacti. Biology And Uses. University of California Press, Los Angeles, pp: 211–234.
54. Salgado T.T., Mauseth J.D. (2002). Shoot Anatomy and Morphology. in: Nobel PS (ed) Cacti. Biology and Uses. University of California Press, Los Angeles, pp: 125–141.
55. Sarukhán J., Dirzo R. (2001). Biodiversity-Rich Countries. In: Levin SA (ed) Encyclopedia of biodiversity. Academic, San Diego, pp: 419–436.

56. Sezen, I., Aytatlı, B., Ağrılı, R. A., Patan, E. (2017). İç Mekân Tasarımında Bitki Kullanımının Birey Ve Mekân Üzerine Etkileri. ATA Planlama ve Tasarım Dergisi, 1:1, 25-34.
57. Tütüncü, M., Sarier, K., İmrak, B., Çömlekçioğlu, S., (2016)a. Determination of fruit characteristics of cactus pear selected from Adana province. Anadolu Journal of Agricultural Science 31, 183-190.
58. Tütüncü, M., Şimşek, Ö., Kacar, Y. A., Küden, A. B. (2016)b. Molecular Characterization of Turkish Cactus Pear (*Opuntia* Spp.) By RAPD Markers. Journal of The Professional Association For Cactus Development, 18, 65-77.
59. Uhlig M. 2019. Kaktüsler ve Diğer Sukulentler. Nobel Kitabevi Yayınları, Bitki Pratiği 4.
60. Wallace R.S., Gibson A.C. (2002). Evolution And Systematics. in: Nobel PS (ed) Cacti. Biology And Uses. University of California Press, Los Angeles, pp: 1-21.
61. Watson W., 1889. Cactus Culture For Amateurs. London: L. Upcott Gill, 170, Strand, W.C.
62. Wright C.I., Van-Buren L., Kroner C.I., Koning M.M.G. (2007). Herbal Medicines As Diuretics: A Review of The Scientific Evidence. Journal of Ethnopharmacology, 114/1, pp: 1-31
63. Yılmaz, C. (2010). Dikenli İncir (*Opuntia ficus-indica* L.) Yetiştiriciliği. Tarım Türk Dergisi. 24:14-1.
64. Yılmaz, C., Toplu, C., Seday, Ü., Türkay C., Zurnacı M. (2016). Doğu Akdeniz Bölgesinde Dikenli İncir (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) Seleksiyonu. VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri, Bahçe, Özel Sayı, 45: 262-266.
65. Zak M.R., Cabido M., Hodgson J.G. (2004). Do Subtropical Seasonal Forests In The Gran Chaco, Argentina, Have A Future? Biological Conservation. 120/4, pp: 589–598.
66. Zencirkıran, M., Çelik, B. H., Müdük, B., Görür, A., Çetiner, S., Eraslan, E., Tanrıverdi, D. (2018). İç Mekan Tasarım Bitkilerinin Kullanıcılar İçin Toksik Özellikler Bakımından Değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 20(1): 26-31.

Bölüm 10

DERİN ÖTEKTİK ÇÖZÜCÜLER VE DELİGNİFİKASYON UYGULAMALARI

Sezgin Koray GÜLSOY¹
Ayben KILIÇ PEKGÖZLÜ²

1 Doç.Dr., Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın
ORCID:0000-0002-3079-9015

2 Doç.Dr., Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın
ORCID:0000-0002-3640-6198

1. GİRİŞ

Petrol ve kömür gibi doğal kaynakların azalması, çevre kirliliği gibi sorunlar insanları yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. Lignoselülozik madde doğada bulunabilen en bol yenilenebilir maddelerdir (Xu vd., 2020). Üç farklı biopolimerden oluşur; selüloz, hemiselülozlar ve lignin. Bu tür lignoselülozik maddeleri farklı kaynaklardan elde etmek mümkündür örn. orman atığı, tarımsal atıklar, gıda veya kağıt atıkları (Tan vd., 2020). Selüloz, basit organizmalardan ağaçlara kadar bütün bitkilerde bulunan lineer bir homopolimerdir ve glukoz ünitelerinden oluşur. Kristalitesi yüksektir ve suda çözünmez. Diğer bir polisakkarit de hemiselülozlardır. Heteropolisakkarit olup dallanmış, amorf yapıdadır. Hemiselülozlar selülozla hidrojen bağı oluştururken ligninle kovalent bağ yaparlar. Selülozdan sonra doğadaki ikinci önemli polimer lignindir. Dallanmış aromatik yapıda bir polimer olup selüloz ve hemiselülozları yapıştırıcı gibi birbirine bağlar.

Lignoselülozik biyokütleden daha yüksek verim ile nihai ürün elde etmek üzere bazı ön işlemler geliştirilmiştir (Zavrel vd., 2009; Surina vd., 2015). Ancak, bu işlemler lignoselülozik biyokütlenin çeşitli bileşenlerinde önemli derecede bozulmalara neden olmaktadır. Bozunma sırasında, orijinal malzeme modifikasyona uğramakta, bireysel bileşenlerinin oranları değişmekte ve bu nedenle sonraki işlemler için daha uygun hale gelmektedir. Bu ön işlemler; fiziksel yöntemler (öğütme), kimyasal yöntemler (alkali, asit, iyonik çözücü, derin ötektik çözücü vb.), fizikokimyasal yöntemler (CO_2 patlaması), biyolojik yöntemler ve bu yöntemlerin karışımı şeklini sınıflandırılabilir (Xu vd., 2020). Çevre dostu olması, ürün verimi ve işlemin seçiciliği ön işlem yönteminin seçiminde karar vermeyi etkileyen faktörlerdir. Daha az enerji harcayan ve çevre dostu bir metod olan derin ötektik çözücü kullanımı (DÖÇ) lignoselülozik biyokütlenin değerlendirilmesi aşamasında kullanılmaya başlamıştır.

İlk kez 1990'lı yılların başında dile getirilen yeşil kimya, “Tehlikeli madde kullanımını ve oluşumunu azaltmak veya ortadan kaldırmak için kimyasal ürün ve işlemlerin tasarlanması” şeklinde tanımlanmıştır (Anastasi ve Eghbali, 2010). Çevre kirliliği tüm dünya halklarını ilgilendiren bir sorundur. Bu bağlamda birçok ülke yeşil kimyaya önem vermektedir. Yeşil kimyada amaç, tüm yaşam döngüleri içerisinde ekonomik olacak şekilde tehlikeleri azaltmaktır. 1998 yılında yeşil kimyanın 12 prensibi Paul Anastas ve John Warner tarafından ortaya konulmuştur (Sogut ve Çelebi, 2020);

1. Atık önleme
2. Atom ekonomisi
3. Daha az tehlikeli kimyasal sentezi
4. Güvenli kimyasalların tasarımı

5. Güvenli çözücüler ve yardımcı maddeler
6. Enerji verimliliği tasarımı
7. Yenilenebilir kaynakların kullanımı
8. Türevlerin azaltılması
9. Kataliz
10. Bozunma tasarımı
11. Gerçek zamanlı kirlilik önleme
12. Kazaların önlenmesi için daha güvenli kimya

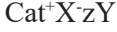
Çözücüler bilindiği gibi yeşil kimyanın araştırmalarının en etkili alanıdır. Geleneksel çözücülerin birçoğu toksik, yanıcı ve koroziftir. Çözünürlükleri ve uçuculukları hava, su ve toprak kirliliğine neden olurken çalışanlar için de riskler oluşturmaktadır. Bu sorunlar daha güvenilir çözücülerin bulunmasına yönelik çalışmaları artırmıştır. Çözücüsüz sistemler, su, süperkritik akışkanlar ve iyonik sıvılar bu çalışmaların örnekleri olmuştur (Anasta ve Eghbali, 2010).

İyonik sıvılar (IL) erime noktaları 100 °C'nin altında, büyük organik kation ve inorganik/organik anyon içeren özel sıvılardır. Düşük buhar basıncı, yanmazlık, iyonik iletkenlik, katalitik aktivite ve geri dönüştürülebilirlik özelliklerinin yanı sıra termal ve elektrokimyasal olarak kararlıdır. Kimya, biyoteknoloji, tıp, nanoteknoloji ve elektrokimya alanlarında kullanılmaktadır. Ancak, sentezlenmesinin zaman alması ve yüksek maliyeti, zayıf biyobozunur olması gibi nedenlerle endüstriyel kullanımı kısıtlı kalmıştır (Zdanowicz vd., 2018). Ayrıca, IL'lerin sentezlenmesinde fazla miktarda çözücü kullanılması yeşil çözücü tanımından IL'leri uzaklaştırmaktadır (Elgharabawy vd., 2020).

İlk kez Abbott tarafından 2003 yılında ortaya konulan derin ötektik çözücüler (DÖÇ), iki ya da daha fazla maddenin belli oranlarda homojen bir şekilde karıştırılarak kendini oluşturan maddelerden daha düşük erime-kaynama noktasına sahip madde olarak tanımlanmıştır (Tan vd., 2020). Bir başka tanımlama da, derin ötektik çözücüler HBD (elektron verici-hydrogen bond donor) ve HBA (elektron alıcı-hydrogen bond acceptor) lardan oluşmaktadır. Sahip oldukları ortak özellikleri nedeni ile IL'lerin yeni bir sınıfı olarak nitelendirilseler de, gerçekte iki farklı çözücüdürler. DÖÇ'ler anyonik ve/veya kationik özellikteki Lewis/Brönsted asit-baz ötektik karışımlarından oluşurken IL'ler tek tip ayrık anyon ve kation sisteminden oluşmaktadır. DÖÇ ve IL'lerin fiziksel özellikleri birbirine benzese de kimyasal özellikleri ve kullanım alanları birbirinden tamamen farklıdır. Büyük non-simetrik iyonlar içerirler. Genellikle metal tuzları ile birlikte karmaşık quaternary (dörtlü) tuzları ya da hidrojen bağı donörü HBD'den (elektron verici-hydrogen bond donor) oluşurlar (Smith vd.,

2014). DÖÇ oluşumu hidrojen bağı üzerine kurulmuştur. Proton ya da elektron alan ya da veren birçok madde DÖÇ sentezi için uygundur.

DÖÇ ait genel formül Smith vd. (2014) tarafından aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir;



Cat⁺: amonyum, fosfonyum veya sülfonyum katyonu

X: Lewis bazı (halid anyonu)

Y: Lewis yada Brönsted asidi

z: anyonla etkileşen Y molekülü sayısı.

Ucuz olmaları, düşük toksit özelliği, biyobozunur olmasının yanı sıra DÖÇ'ler doğal ve kolay elde edilebilir maddelerden basit ve kolay bir şekilde hazırlanabilir (Zdanowicz vd., 2018). DÖÇ'ler 4 sınıfa ayrılır (Tablo 1).

Tablo 1. DÖÇ ait genel sınıflandırma (Smith vd., 2014).

Tip I	Organik tuz + Metal Tuz (örn. Kolin klorür + ZnCl ₂)
Tip II	Organik tuz + Metal Tuz Hidrat (örn. Kolin klorür + CoCl ₂ .6H ₂ O)
Tip III	Organik tuz + Hidrojen Bağı Donörü (örn. Kolin klorür + Üre)
Tip IV	Organik tuz + Hidrojen Bağı Donörü (örn. ZnCl ₂ + Üre)

Tip I oluşturan grup susuz metal halid ve quaternary amonyum tuzlarından oluşur. Düşük erime noktasına sahip susuz metal halidlerin sayısının az olması Tip I'in yerine Tip II DÖÇ geliştirilmesine neden olmuştur. Tip II DÖÇ'leri hidrat metal halidlerin tuzlarla birleşmesinden oluşur. Maliyetlerinin düşük olması bu grubun büyük ölçekli endüstriyel kullanımını mümkün kılmaktadır. Tip III ise kolin klorür (ChCl) ve HBD'lerin (örn.alkoller, amidler ve karboksilik asitler) birleşmesinden oluşur. Bu grup birçok geçiş metalini çözme gücüne sahiptir. Kolayca hazırlanmaları, su ile nispeten tepkimeye girmemeleri, biyobozunur olmaları, düşük maliyetleri ve yaygın HBD'lerin varlığı Tip III öne çıkarmaktadır. Tip IV ise uygun HBD'lerin uygun metal halidlerle karışımlarından oluşur (Smith vd., 2014)

DÖÇ'leri sentezlemek için amino asitler, organik asitler, şekerler, üre ve kolin türevleri gibi doğal bileşikler kullanıldığında elde edilen çözücüler genellikle doğal derin ötektik çözücüler (NADES'ler) olarak adlandırılırlar (Soto-Salcido vd., 2020). Toksik ve yüksek uçuculuğa sahip olan ve yaygın olarak kullanılan organik çözücülerle kıyaslandığında doğal kökenli NADES'ler daha üstün özelliklere sahiptir (Faggian vd., 2016). NADES'ler şeker bazlı, poliol bazlı, asit bazlı vb. olarak sınıflandırılabilir. DÖÇ'ler bir dizi bileşenle oluşturulabildiğinden, fizikokimyasal özellikler türden türe farklılık gösterir. Bu nedenle, bileşenlerin tipini ve molar oranını değiştirerek fizikokimyasal özellik ayarlanabilir (Ünlü ve Takaç, 2020).

2. DERİN ÖTEKTİK ÇÖZÜCÜLERE AİT FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLER

DÖÇ'lerin performansını etkileyen faktörler arasında fizikokimyasal özellikleri yer almaktadır. Bu bölümde DÖÇ ait yoğunluk, viskozite, erime-donma noktası, polarite ve iyonik iletkenlik gibi bazı fizikokimyasal özellikler ele alınacaktır. Tablo 2'de bazı fizikokimyasal özelliklere ait değerler verilmiştir.

2.1. Yoğunluk

Bir çözücü için önemli bir fiziksel özelliktir. Birçok DÖÇ'ün yoğunluğu sudan daha fazla olup 298,1 K'de 1,0 – 1,35 g/cm³ arasında değişmektedir. ZnCl₂ gibi metalik tuz içeren DÖÇ'de ise yoğunluk değerleri 1,3 – 1,6 g/cm³ dir (García vd., 2015). Yoğunluğu etkileyen faktörlerden biri HBD'nin molekül yapısı ve mol oranıdır. –OH içeren HBD'den oluşmuş (örn. glycerol) bir ötektik karışımındaki –OH gruplarının sayısının artması yoğunluğu artırır. Aromatik gruplar ise yoğunluğu azaltmaktadır. Su ilavesi de yoğunluğu azaltmaktadır (Zhang vd., 2012; Loow vd., 2017; Xu vd., 2020; Elgharbawy vd., 2020).

2.2. Viskozite

Sıvıların akışa karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanan viskozite, kütle transferi ve iyonik iletkenliği etkileyen bir özelliktir. DÖÇ'ler aralarındaki hidrojen bağları nedeniyle yüksek viskoziteye sahiptirler. Yüksek viskozite kütle transferini olumsuz etkilemektedir. Ötektik karışımların viskozitesi; sıcaklığa, su miktarına ve DÖÇ bileşenlerinin kimyasal yapısına göre değişmektedir. Bilindiği gibi sıcaklığın artması viskoziteyi düşürmekte, bu durum, DÖÇ'lerdeki hidrojen bağı etkileşimini önemli derecede azaltmaktadır. 25 °C' de DÖÇ'e ait vizkozite değerleri 173-783 mPa. arasında değişmektedir. Bu geniş aralığın nedeni HBD ve HBA arasındaki etkileşimdir. Su ilavesi ise viskoziteyi azaltmaktadır. DÖÇ bileşenlerinden uzun alkali zincirliler daha yüksek viskoziteye sahiptir. Benzer şekilde büyük anyonlar (örn. Br⁻) küçük anyonlara göre (örn. Cl⁻) yüksek viskoziteye sahiptir. Düşük yoğunluk ve vizkoziteye sahip DÖÇ'ler biyokütleyle daha iyi nüfuz etme özelliğine sahiptirler (Zhang vd., 2012; Loow vd., 2017; Xu vd., 2020; Elgharbawy vd., 2020).

2.3. Erime-Donma Noktası

DÖÇ ait en temel özellik düşük donma noktasıdır. DÖÇ moleküllerinin iç enerjisi ve sıvı oluşumu sırasında entropideki değişim donma noktasını etkilemektedir. Hidrojen bağı kabiliyeti arttıkça donma noktasında ciddi düşüşler görülür. Genellikle donma noktaları 150 °C'nin altındadır. Ancak, donma noktası 50 °C'nin altında olan DÖÇ'ler ucuz ve güvenli olmaları ve farklı alanlarda kullanılabilimleri nedeniyle tercih edilmektedir. Oda

sıcaklığında sıvı halde çok az sayıda DÖÇ bulunmaktadır. Erime noktası ise tuzun HBD'ye mol oranına bağlıdır. DÖÇ'ler kendilerini oluşturan maddelerden daha düşük erime noktasına sahiptirler (Zhang vd., 2012; Loow vd., 2017; Elgharabawy vd., 2020).

2.4. İyonik İletkenlik

Yüksek viskoziteye sahip DÖÇ'lerin iyonik iletkenlikleri zayıftır. Genellikle sıcaklığın artmasıyla DÖÇ viskozitesi düştüğü için iletkenlikte belirgin bir şekilde artar. Viskozite ve iyonik iletkenlik arasında ters bir ilişki bulunmaktadır (Smith vd., 2014; Loow vd., 2017).

2.5. Polarite

Çözücülere ait polarite genellikle, Reichardt Boyası 30 olarak bilinen polarite skalası (E_T 30) ile ifade edilir. Yüksek polarite DÖÇ'ler için bir avantaj olup farklı alanlarda kullanımına imkân vermektedir. HBD ve HBA'nın mol oranları polariteyi etkilemektedir (Zhang vd., 2012; Xu vd., 2020; Elgharabawy vd., 2020).

Tablo 2. DÖÇ'lere ait bazı fizikokimyasal özellikler.

Tuzlar	HBD	Mol oranı	Yoğunluk (g/cm ³) 25°C	Viskozite (cP) (*25°C için)	İyonik iletkenlik (mS/cm ¹)	Polarite $E_T(30)$	Kaynak
ChCl	Üre	1:2	1,25	750*	0,199 (40 °C)	-	Abbott vd. (2006) D'agostino vd. (2011)
ChCl	Glycerol	1:2	1,18	259*	1,05 (20 °C)	58,28	Abbott vd. (2007b) Abbott vd. (2011)
ChCl	Glycerol	1:3	1,20	450 (20 °C)	-	57,96	Abbott vd. (2007b)
ChCl	Glycerol	1:1	1,16		-	58,49	Shahbaz vd. (2012)
ChCl	Etilen glikol	1:2	1,12	37	7,61 (20 °C)	-	Abbott vd. (2007b) Shahbaz vd. (2012)
ChCl	Etilen glikol	1:3	1,12	19 (20 °C)	-	-	Abbott vd. (2007b) Shahbaz vd. (2012)
ZnCl ₂	Üre	1:3.5	1,63	11340	0,18 (42 °C)	-	Abbott vd. (2007a) Abbott vd. (2004)
ZnCl ₂	Etilen glikol	1:4	1,45	-	-	-	Abbott vd. (2007a)

3. DERİN ÖTEKTİK ÇÖZÜCÜ MUAMELESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Tüm kimyasal tepkimelerde olduğu gibi DÖÇ'lerle yapılan muamelelerde de bazı faktörlerin ürün kalitesi ve verimi üzerine etkili olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur. Bu bölümde biyokütle muamelesinde sıcaklık, süre, katı:sıvı oranı, su ilavesi, mol oranı, yöntem, biyokütle türü ve DÖÇ seçimi gibi faktörlerin biyokütlenin delignifikasyon oranı (lignin uzaklaştırma oranı) üzerine etkileri ayrı ayrı ele alınacaktır.

3.1. Sıcaklığın Etkisi

Tanım olarak sıcaklık, bir sistemin ne kadar sıcak ya da soğuk olduğunu gösteren bir ölçü birimidir. Sıcaklık lignoselülozik maddelerin muamelelerinde önemli bir parametredir. DÖÇ ile muamele edilen lignoselülozik materyallerde sıcaklık selüloz ve lignin üzerine farklı şekillerde etki etmektedir. Sıcaklık ve karbonhidratların degradasyonu arasında ters bir ilişki vardır. Delignifikasyonda ise yüksek sıcaklık delignifikasyonu hızlandırmaktadır (Xu vd., 2020). DÖÇ'lerin farklı biyokütlerdeki delignifikasyon etkinliği ile ilgili araştırmalarda genellikle 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklar denenmiştir (Alvarez-Vasco vd., 2016; Li vd., 2017; Pan vd., 2017; Procentese vd., 2015; Xia vd., 2018; Hou vd., 2018; Kumar vd., 2018; Xu vd., 2016, 2018). Daha yüksek sıcaklık değerleri, geleneksel biyokütle delignifikasyon işlemlerinin (kraft, sülfite ve soda pişirme) yerini alabilmek amacıyla 100 °C'nin altındaki sıcaklıklar da kullanılmaktadır. Ayrıca yakın zamanda yapılan çalışmalara göre 80 °C'nin altındaki sıcaklıklarda bile biyokütlenin parçalanabileceği belirtilmiştir (Kumar vd., 2016; Zhang vd., 2016; Jablonsky vd., 2019a; Satlewal vd., 2019). Jablonsky vd. (2015) buğday sapının 60 °C gibi düşük bir sıcaklıkta CHCl_3 :laktik asit (1:10 mol oranı) ve CHCl_3 :oksalik asit (1:1 mol oranı) ile yaptıkları ön muamelede, buğday saplarının lignin içeriğini sırasıyla %29,1 ve %57,9 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. DÖÇ muamelesinde sıcaklığın artırılması DÖÇ'nün viskozitesinin azalmasına, dolayısıyla biyokütleye daha iyi nüfuz ederek DÖÇ'nin etkinliğinin artmasına neden olur.

Biyokütlenin DÖÇ ile muamelesi esnasında sıcaklığın artırılmasının delignifikasyonu olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Yin vd., 2016; Liu vd., 2017; Kandanelli vd., 2018; Guo vd., 2019; Liu vd., 2019a,b). Mısır koçanının CHCl_3 ve üreden (1:2 mol oranlarında karıştırılması) elde edilen DÖÇ ile muamelesinde muamele sıcaklığının 80 °C'den 115°C'ye çıkarılması ile delignifikasyon oranının %8,03'den %24,82'ye çıktığı rapor edilmiştir (Procentese vd., 2015).

Biyokütle olarak pirinç sapının kullanıldığı çalışmada asidik DÖÇ'ün etkinliğini artırmak için sıcaklığın artırılmasının etkili bir yaklaşım olduğu kanıtlanmıştır (Xing vd., 2018). Diğer taraftan, pirinç sapının 120 °C'de

ChCl ve oksalik asit ile muamelesinde, DÖÇ bileşenlerinin mol oranlarının biyokütlenin bileşiminde önemli bir etki göstermediği, biyokütlenin bileşiminde meydana gelen değişimlerde sıcaklığın rolünün önemli olduğu belirtilmiştir (Hou vd., 2018).

3.2. Sürenin Etkisi

Süre, biyokütle ön muamelesinde kullanılan DÖÇ etkinliğini belirleyen bir faktör olup, muamele süresi ile delignifikasyon oranı arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır (Škulcová vd., 2016; Xu vd., 2020). Ancak, biyokütle ve çözücü (DÖÇ) arasında belirli bir zaman sonra denge oluştuğu ve daha fazla çözünmenin olmadığı ifade edilmiştir. Sürenin uzaması endüstriyel açıdan proses maliyetini artırdığı için önemlidir (Ozturk vd., 2018). Bu durum, yeşil kimyanın 12 prensibinden biri olan enerji verimliliği tasarımına da aykırıdır. Muamele süresinin artması, delignifikasyonu artırırken, selüloz liflerinin şişmesini ve çözücünün nüfuz etmesini sağlamaktadır (Xu vd., 2020). Pirinç sapının 1:2 mol oranında ChCl ve üre ile muamelesinde muamele süresinin 4 saatten 8 saate çıkarılması ile delignifikasyon oranının %35,71'den %44,74'e çıktığı belirtilmiştir (Pan vd., 2017). Söğüt odununun ChCl ve laktik asit (1:10 mol oranında) ile muamelesinde delignifikasyon oranının 12 saat muamele süresine kadar arttığı, muamele süresinin 12 saatin üzerine çıkması durumunda ihmal edilebilir delignifikasyon oranlarının elde edildiği rapor edilmiştir. Örneğin, 12 saat muamele ile %91,8 delignifikasyon sağlanırken, sürenin 42 saate artırılması ile elde edilen delignifikasyon oranı %94,2'dir (Li vd., 2017). Mekanik kağıt hamurlarının DÖÇ muamelesinde sürenin 3 saatten 6 saate çıkarılması ile uzaklaşan lignin miktarının arttığı, sürenin 15 saate çıkarılması durumunda ise uzaklaşan lignin miktarının azaldığı belirlenmiştir. 15 saat muamele sonunda çözünen ligninin yeniden lifler üzerine çökmesi delignifikasyon oranının azalmasına neden olmuştur (Fiskari vd., 2020). Diğer taraftan, *Pinus densiflora* odununun ChCl/laktik asit ve ChCl/gliserin ile muamelesinde muamele süresinin artmasıyla, muamele sonrası kalan katı atık veriminin azaldığını tespit etmişlerdir (Kwon vd., 2020).

3.3. Katı:Sıvı Oranının Etkisi

DÖÇ muamelesinde çözücü miktarının artırılması biyokütle ve çözücü arasında olumlu etkileşimi artırmaktadır. Bu durum belirli bir dengeye ulaşınca durmaktadır. Bu noktada, çözücü doymuş ve çözünen de belirli bir çözünme seviyesine ulaşmıştır (Ozturk vd., 2018). Düşük katı:sıvı oranında selüloz eldesi yüksek olabilir ancak lignin ve hemiselülozlar çözünemez ve dolayısıyla biyokütleden uzaklaşamaz. Çok yüksek katı:sıvı oranı ise biyokütlerde degradasyona neden olmakta, aynı zamanda büyük ekipmanlara, fazla çözücü kullanımına, enerji tüketimine ve dolayısıyla yüksek maliyetlere neden olmaktadır (Xu vd., 2020). DÖÇ ile biyokütle muame-

lelerinde 1:5, 1:10, 1:15 ve çoğunlukla 1:20 gibi katı:sıvı oranları kullanılmaktadır. Muamele esnasında birim DÖÇ başına düşen biyokütle miktarının artması delignifikasyonu olumsuz yönde etkilemektedir. Örneğin, pirinç sapının DÖÇ muamelesinde katı:sıvı oranının 1:40'dan 1:10'a değiştirilmesi ile delignifikasyon oranının %78'den %63'e düştüğü belirtilmiştir (Kumar vd., 2016). Dallı darı örneklerinin ChCl:etilen glikol ile muamelesinde katı yükünün %20'den %27'ye artırılması delignifikasyon oranını %78,9'dan %74,55'e düşürmüştür (Chen vd., 2018b).

3.4. Su İlavesinin Etkisi

Geleneksel olarak kullanılan DÖÇ'lerin yüksek yoğunluk ve viskozitesi, onların kullanımı için sınırlayıcı bir faktördür (Yadav ve Pandey, 2014). Delignifikasyonun başarılabilmesi için, çözücünün biyokütlenin iç kısımlarına nüfuz edebilmesi oldukça önemlidir (Majová vd., 2017). NADES'in iki bileşeni arasında yoğun H-bağı etkileşimleri bulunmaktadır ve DÖÇ'e ilave edilen su, bu etkileşimlerin kademeli olarak zayıflamasına ve hatta yaklaşık % 50 (v/v) su ilavesiyle tamamen ortadan kalkmasına neden olmaktadır. DÖÇ'e ilave edilen su, DÖÇ'nün viskozitesi, yoğunluğu ve iletkenliği üzerinde önemli ve olumlu bir etkiye sahiptir (Dai vd., 2015). DÖÇ'e ilave edilen su miktarının artması delignifikasyonu iyileştirmektedir (Yiin vd., 2016; Kumar vd., 2018). Pirinç sapının DÖÇ ön muamelesi esnasında DÖÇ'e %5 su ilave edildiğinde delignifikasyonun %22 oranında arttığı belirlenmiştir (Kumar vd., 2016). Diğer taraftan, palmiye yaprakları sadece ChCl:üre karışımından oluşan DÖÇ ile muamele edildiğinde delignifikasyon oranı %11,10 iken, çözeltiye %20 su (v/v) ilave edildiğinde delignifikasyon %17,11'e ulaşmıştır. Su ilave oranı %50'ye (v/v) ulaştığında ise delignifikasyon oranı %10,84'e düşmüştür (New vd., 2019).

3.5. Mol Oranının Etkisi

DÖÇ'ler HBA ve HBD'ün farklı mol oranlarında karşılaştırılması ile elde edilmekte olup, karışımdaki bileşenlerin miktarı delignifikasyon üzerine etkilidir. Söğüt odununun ChCl ve laktik asit (1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, 1:12 mol oranlarında) ile muamelesinde DÖÇ'deki laktik asit mol oranının artmasının delignifikasyonu olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir. Delignifikasyonun 1:10 mol oranında maksimuma ulaştığı, 1:12 mol oranında ise delignifikasyonun olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir (Li vd., 2017). Buğday sapı (De Dios, 2013; Jablonsky vd., 2015; Kroon vd., 2015), pirinç sapı (Kumar vd., 2016; Li vd., 2018), çam odunu (De Dios, 2013), mısır koçanı (Zhang vd., 2016), termomekanik kağıt hamuru (TMP) (Choi vd., 2016), palmiye ağacı boş meyve demeti (oil palm empty fruit bunch) (Tan vd., 2019) gibi farklı biyokütlelerin DÖÇ muamelelerinde DÖÇ bileşelerinden laktik asitin mol oranı ile delignifikasyon oranı arasında doğrusal bir ilişki olduğu rapor edilmiştir. İlave olarak, pirinç sapının ChCl ve oksalik asit ile muamelesinde karışımdaki oksalik asit mol

oranının artması biyokütlerde lignin-karbonhidrat kompleks bağlarının kopuşunu hızlandırır ve bu durum biyokütlerden ksilan ve ligninin daha fazla oranda uzaklaşması ile sonuçlanmıştır (Hou vd., 2018). *Pinus densiflora* odununun ChCl/laktik asit ve ChCl/gliserin muamelesinde hidrojen bağı verici (HBD) miktarının artmasıyla muamele sonrası kalan katı atık verimi azalmaktadır (Kwon vd., 2020). Diğer taraftan, DÖÇ'nün biyokütlerdeki delignifikasyon etkinliğinde DÖÇ bileşenlerinin mol oranlarından ziyade muamele sıcaklığının önemli olduğu belirtilmiştir (Hou vd., 2018).

DÖÇ'nün geri dönüşüm döngüleri delignifikasyonu olumsuz yönde etkilemektedir (Quek vd., 2020). ChCl bazlı DÖÇ'lerdeki ChCl oranı ile delignifikasyon oranı doğru orantılıdır. Diğer taraftan, DÖÇ'deki ChCl varlığı, delignifikasyonu iyileştiriyor gibi görünse de, ChCl'ün tam rolü açık değildir (Shen vd., 2019).

3.6. Yöntemin Etkisi

DÖÇ ile biyokütlerin muamelesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemle arasında en yaygın olanları DÖÇ ve biyokütlerden oluşan karışımın su veya yağ banyosunda arzu edilen sıcaklık ve sürede bekletilmesi şeklinde gerçekleştirilenlerdir. Ancak, son zamanlarda biyokütlerin DÖÇ ile muamelesinde DÖÇ'nün etkinliğini artırmak amacıyla mikrodalga (MW) (Liu vd., 2017; Chen ve Wan, 2018) ve ultrason destekli ekstraksiyon (Ultrasound assisted extraction - UAE) ön muamelesi de (Škulcová vd., 2016) kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında UAE muamelesinin liflerin hücre çeperini parçalayarak DÖÇ'nün biyokütleye nüfuz etmesini kolaylaştırdığı ve dolayısıyla delignifikasyonun artmasına önemli ölçüde katkı sağladığı kanıtlanmıştır. Buğday saplarının ChCl:laktik asit ile muamelesi öncesinde 5 dakika UAE muamelesi gerçekleştirildiğinde delignifikasyon oranının %34,7'den %41,6'ya çıktığı belirtilmiştir (Škulcová vd., 2016). Palmiye yaprakları sadece ChCl:üre ile muamele edildiğinde delignifikasyon oranı %14,02 iken, DÖÇ muamelesi öncesinde 30 dakika UAE muamelesi gerçekleştirildiğinde delignifikasyon oranı %36,42 olarak tespit edilmiştir (Ong vd., 2019).

Mikrodalga yöntemi (MW), düşük sıcaklık ve enerji gerektiren bir yöntemdir. Daha kısa sürede gerçekleşmesi ve daha az iyonik sıvı ve alkali ön muamele işlemi gerektirmesi de diğer avantajları arasındadır (Kohli vd., 2020). DÖÇ'lerin MW ile kullanımının biyokütlerden lignin ve ksilan uzaklaştırmada önemli ölçüde etkili olduğu, MW kullanımı ile oldukça az miktarda selüloz kayıplarının olduğu belirtilmiştir (Chen ve Wan, 2018). Geleneksel ısıtma yöntemlerinin kullanıldığı DÖÇ muamelelerinde muamele süresi 0,5 saat ile 72 saat arasında değişmektedir. Mikrodalga yönteminin en önemli avantajı, muamele esnasında delignifikasyon için gerekli süresinin oldukça kısa olması ve lignin depolimerizasyonu sırasında seçici bağ kopmalarını desteklenmesidir (Muley vd., 2019). Örneğin, mikrodal-

gada yapılan DÖÇ muamelelerinde mısır sapı (corn stover) örneklerinden 45 saniyede %79,6 (Chen ve Wan, 2018), kavak örneklerinde ise 3 dakika da %80 lignin uzaklaştırıldığı belirlenmiştir (Liu vd., 2017).

3.7. Biyokütle Türünün Etkisi

Biyokütlede bulunan hemiselülozlar ve lignin, biyokütlenin türüne göre değişim göstermektedir. Lignin, p-hidroksifenil (H), guayasil (G) ve siringil (S) olarak adlandırılan üç tip birimden oluşur Ligninin bileşimi, biyokütlenin türüne göre değişmektedir. İğne yapraklı ağaç lignini sadece G, yapraklı ağaç lignini G ve S, yıllık bitkiler ise H, G ve S ligninlerini içermektedirler. Diğer taraftan, yaparklı ağaçların temel hemiselüloz yapısı ksilan iken, iğne yapraklı ağaçlardaki dominant hemiselüloz galaktoglukomannandır (Fengel ve Wegener, 1989). Lignoselülozik biyokütledeki delignifikasyon oranı, bünyesinde bulunun ligninin türüne ve miktarına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, DÖÇ ön muamelesinin kavak odunundaki (yapraklı ağaç türü) ligninin %79'unu uzaklaştırabilirken, aynı muamelenin Douglas göknarındaki (iğne yapraklı ağaç türü) ligninin yalnızca %58'ini uzaklaştırabildiğini tespit etmişlerdir (Alvarez-Vasco vd., 2016). DÖÇ muamelesinin yüksek oranda lignin içeren Kraft kağıt hamurlarında daha az oranda lignin içerenlere oranlara daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir (Majová vd., 2017).

3.8. DÖÇ Seçiminin Etkisi

DÖÇ'ler farklı HBA ve HBD'leri kullanılarak hazırlandıkları için her bir DÖÇ farklı pH, viskozite ve yoğunluk değerlerine sahiptir. Bu farklılıklar DÖÇ'nün muamele esnasında biyokütlenin bileşenlerinin oranlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Diğer taraftan, DÖÇ'ler ile ilgili yapılan çalışmalarda, DÖÇ bileşenlerinin mol oranları, muamele sıcaklığı ve muamele süresi gibi değişkenler sabit tutularak farklı hidrojen bağı vericilerinin etkinlikleri araştırılmıştır. Ancak bu çalışmaların çoğunda DÖÇ pH'nın etkisi dikkate alınmamıştır. Skulcova vd. (2018), DÖÇ'leri pH açısından hidrojen bağı vericisi olarak organik asit (pH 0'dan 3,0'a kadar) içerenler ve hidrojen bağı vericisi olarak poliöl (pH 4,0'dan 4,5'e kadar) olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Ayrıca, DÖÇ pH'nın biyokütlenin bileşenleri ile kimyasal reaksiyonunu büyük ölçüde etkileyebileceğini belirtmişlerdir.

Biyokütlenin DÖÇ muamelesinden sonra biyoetanol üretimi gerçekleştirilmesi arzu ediliyor ise DÖÇ'nün seçici delignifikasyonu proses verimi açısından önem arz etmektedir. DÖÇ ön muamelelerinde ChCl:üre (Pan vd., 2017), ChCl:formik asit (Lynam vd., 2017), ChCl:asetik asit (Lynam vd., 2017) ve trietilbenzil amonyum klorür:laktik asit (Liu vd., 2019a) gibi DÖÇ'lerin lignini seçici bir şekilde çözdüğüünü belirtmişlerdir.

ChCl:oksalik asit dihidrat, ChCl:laktik asit, ChCl:levulinik asit, ChCl:malik asit, ChCl:glutarik asit ve ChCl:imidazol **asidik DÖÇ**, ChCl:gliserin, ChCl:etilen glikol ve ChCl:glukoz **nötral DÖÇ**, potasyum karbonat:gliserin, ChCl:üre ve ChCl:monoetanolamin ise **bazik DÖÇ** olarak biyokütle ön muamelesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Asidik DÖÇ'ler, hem nötral hem de bazik DÖÇ'lere kıyasla lignin ekstraksiyonunda daha iyi performans göstermektedir (Tan vd., 2018). Asidik DÖÇ muameleleri, karbonhidratların polimerizasyon derecesini azaltabilir. Karbonhidratların özelliklerine potansiyel olarak daha az zarar verebilecek alkali DÖÇ muameleleri ile biyokütlelerin delignifikasyon raporları ise hala nadirdir (Suopajarvi vd., 2020).

En çok uygulanan HBA, toksik olmayan, düşük maliyetli, biyolojik olarak parçalanabilir ve biyokütleden ekstrakte edilebilen bir dördü amonyum tuzu olan ChCl'dür (Kwon vd., 2020). ChCl bir hayvan diyet bileşeni olarak kullanılmaktadır (B4 vitamini) (Zdanowicz vd., 2018). ChCl bazlı DÖÇ'ler çevresel, ekonomik ve teknolojik bakış açıları dikkate alındığında DÖÇ geliştirme için uygun bir platformdur (García vd., 2015). Bununla birlikte, literatürde incelenen DÖÇ'lerin çoğu, ChCl bazlı olup, ChCl'ün çok farklı HBD tipleri ile kombinasyonundan elde edilirler. İmidazolyum, amonyum ve fosfonyum bazlı DÖÇ'ler ile yapılan araştırmaların sayısı, ChCl bazlı olanlara kıyasla oldukça azdır (García vd., 2015). Diğer taraftan, 3 bileşenin karışımı ile elde edilen DÖÇ'ler de (örneğin: malonik asit:-ChCl:propandiol) biyokütlenin ön muamelesinde delignifikasyon amacıyla kullanılmaktadır (Jablonsky vd., 2019b).

DÖÇ hazırlanmasında kullanılan HBA ve HBD'ler Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 3. DÖÇ oluşturan hidrojen bağı alıcı ve donör maddeler.

Hidrojen bağı alıcılar (HBA)	Hidrojen bağı donörler (HBD)
Kolin klorür	Oksalik asit
Betain	Oksalik asit dihidrat
Alanin	Malonik asit
Glisin	Laktik asit
Histidin	Malik asit
Prolin	Nikotinik asit
Potasyum karbonat	Formik asit
Trietilbenzil amonyum klorür	Asetik asit
	Üre
	Asetamid
	Gliserin
	Etilen glikol

4. BİYOKÜTLE ÜZERİNE DÖÇ MUAMELESİNİN ETKİSİ

Lignoselülozik biyokütlenin ana bileşenleri selüloz, lignin ve hemiselülozlardır. DÖÇ'ler ile muamele edilen biyokütlenin kimyasal yapısındaki değişim ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. DÖÇ muamelesi

ile biyokütleden katma değeri yüksek ürünlerin elde edilmesi ile ilgili çalışmalara olan ilgi her geçen gün artmaktadır. DÖÇ'ler lignini çözme yeteneklerinden dolayı, lignin valorizasyon çalışmalarında yeşil çözücü olarak yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

DÖÇ ön muamelesi sırasında biyokütlenin üç ana bileşeninin yapısı değişmektedir. DÖÇ ön muamelesi selülozun uzun zincirini şişirebilir, polimerizasyon derecesini kısmen azaltabilir ve selüloz makromoleküler yapının etkili reaksiyon alanını ve porozitesini artırabilir. Bu ise, selülozun reaktivitesini artırabilir (Xu vd., 2020). Hemiselülozlarda ise, ksilanın DÖÇ ile biyokütleden uzaklaştırılması esas olarak monosakkaritleri oluşturmak için glikozidik bağların (C-O-C bağları) koparılmasına bağlıdır (Liu vd., 2019c). 60-100 °C gibi düşük sıcaklıklarda guaiasil lignin (G) seçici olarak parçalanmaktadır. 120-140 °C gibi daha yüksek sıcaklıklarda ise, siringil lignin (S), guaiasil ligninden (G) daha kolay uzaklaşmaktadır (Shen vd., 2020). β -O-4 bağlarının kopması, DÖÇ ön muamelesinde ekstrakte edilen lignindeki fenolik hidroksil gruplarının miktarının artmasına neden olmaktadır (Wang vd., 2020).

DÖÇ'ler kullanılarak biyokütlenin çözünmesi ile ilgili ilk çalışma Francisco vd. (2012) tarafından yapılmıştır. DÖÇ'lerin, selülozu ve hemiselülozları çözme özelliği hakkında çok az bilgi bulunmaktadır. DÖÇ'lerin selülozu çözme etkisinin yok denecek kadar az olduğu (Francisco vd., 2012; Kroon vd., 2015; Lynam vd., 2017) veya selülozu çözme yeteneğinin olmadığı (Abougor, 2014; Kumar vd., 2016) belirtilmiştir. Buna karşın, DÖÇ'lerin delignifikasyon esnasında selüloz (Jablonský vd., 2015; Hou vd., 2018; Liu vd., 2019b) ve hemiselülozları da (Jablonský vd., 2015; Xu vd., 2016; Zulkefli vd., 2017; Li vd., 2017; Hou vd., 2018; Tan vd., 2018; Liu vd., 2019b; Oh vd., 2020) çözdüğü tespit edilmiştir. Genel olarak, DÖÇ'lerin hemiselülozları çözme yeteneği selüloza göre daha yüksektir. Bunun nedeni, amorf ve dalı bir yapıya sahip hemiselülozların selüloza oranla daha kısa zincir uzunluğuna ve daha düşük bir polimerleşme derecesine (DP) sahip olmalarıdır (Suopajarvi vd., 2020).

Biyokütlenin ön muamele öncesi ve sonrası kristalliğinin karşılaştırılması, biyokütle ön muamele performansının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Xu vd., 2019). Genel olarak, kristallik indisi (CrI), biyokütlenin kristallik derecesini belirtmek için yaygın olarak kullanılan göstergelerden biridir (Abraham vd., 2020). DÖÇ ön muamelesi biyokütlenin CrI'sini artırmaktadır (Procentese vd., 2015; Xu vd., 2016; Chen ve Wan, 2018; Lim vd., 2019; Kwon vd., 2020; Oh vd., 2020). Bu artışın nedeni, amorf yapıya sahip hemiselülozların ve ligninin DÖÇ muamelesi esnasında biyokütleden ayrılmasıdır (Sattlewal vd., 2018). Buna karşın, daha yüksek muamele sıcaklıkları biyokütlenin CrI'sini azaltmaktadır. *Eucal-*

yptus camaldulensis örneklerinin CHCl_3 :laktik asit muamelesinde kontrol örneğinin (muamele edilmemiş örnek) CrI %50,4 iken, 90 °C, 100 °C, 110 °C, 120 °C ve 130 °C muamele sıcaklıklarında CrI 'nin sırasıyla %54,8, %60,2, %68,3, %62,3 ve %58,1 olduğu belirlenmiştir (Shen vd., 2019).

Etkili bir DÖÇ muamelesi, DÖÇ'nün biyokütlenin yapısında bulunan karbon-karbon bağları ve aril eter bağlarını koparma yeteneğine dayanmaktadır (Xu vd., 2020). Biyokütleye uygulanan DÖÇ muamelesi, selülozu korurken, biyokütleden lignin ve hemiselülozların seçici ekstraksiyonu için benzersiz bir kabiliyete sahiptir (Shen vd., 2019). Buna karşın, DÖÇ'lerin buğday sapı örneklerinde lignin ile birlikte selüloz ve hemiselülozları da uzaklaştırdığı belirtilmiştir (Jablonsky vd., 2015). Bu sonuç kağıt hamurunun DÖÇ muamelesini kapsayan çalışma ile uyum sağlamaktadır (Majova vd., 2017). DÖÇ ligninindeki C-C bağlarını etkilemeksizin eter bağlarını seçici bir şekilde koparma yeteneğine sahiptir (Jablonsky vd., 2019). CHCl_3 ligninin β -O-4 bağının kopma oranını artırmaktadır. Dolayısıyla, biyokütlenin delignifikasyon oranı da artmaktadır (Smink vd., 2019).

DÖÇ'ler kullanılarak biyokütle delignifikasyonu hakkında yapılan çalışmalarda, bu kimyasalların biyokütle delignifikasyonundaki rolleri hakkında çeşitli hipotezler önerilmiştir. DÖÇ'lerin, ligninin yüksek çözünürlüğü nedeniyle biyokütle delignifikasyonu için iyi bir çözücü olacağını öne sürülmüştür (Francisco vd., 2012). Diğer taraftan, DÖÇ'deki klorür iyonlarının lignin karbonhidrat komplekslerinin (LCC'ler) bağlarının kopmasına neden olduğu belirtilmiştir (Liu vd., 2017), Diğer bir hipotezde ise, biyokütlenin moleküller arası hidrojen bağı ağının klorür tarafından parçalanmasının biyokütlenin çözünmesini kolaylaştırdığı öne sürülmüştür (Li vd., 2018).

DÖÇ'ler kullanılarak farklı biyokütlelerin delignifikasyonu ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda elde edilen delignifikasyon oranları biyokütle türüne, DÖÇ tipine, kimyasalların mol oranına, biyokütledeki ligninin tipine, muamele sıcaklığına, muamele süresine ve muamelede kullanılan katı/sıvı oranına bağlı olarak değişim göstermiştir. DÖÇ'ler kullanılarak yapılan delignifikasyon çalışmaları Tablo 4-9'da özetlenmiştir.

Tablo 4. Farklı ağaç türlerinin delignifikasyonu üzerine farklı DÖÇ'lerin etkisi.

Hammadde	Derin Ötektik Çözücü		Mol oranı	Delignifikasyon oranı (%)	Süre ve sıcaklık	Katı/sıvı oranı	Kaynak
	HBA	HBD					
Çam odunu	ChCl	Laktik asit	1:2	4,86	14 saat	1/20	De Dios (2013)
			1:9	9,71	60 °C		
		Oksalik asit	1:1	9,71			
		Malik asit	1:1	1,71	14 saat 85 °C		
Kavak	ChCl	Laktik asit	1:2	78,5	6 saat	1/10	Alvarez-Vasco vd. (2016)
Douglas göknarı				58,2	145 °C		
Kavak	ChCl	Oksalik asit	1:1	80	3 dakika 80 °C	1/20	Liu vd. (2017)
Kavak	ChCl	Laktik asit	1:9	98,1	6 saat 120 °C	1/49	Chen vd. (2019)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	ChCl	Laktik asit	1:10	80	6 saat 110 °C	1/10	Shen vd. (2019)
Kavak	ChCl	Gliserin ve $AlCl_3 \cdot 6H_2O$	1:2:0,28	95,5	4 saat 120 °C	1/20	Xia vd. (2018)
Söğüt	ChCl	Laktik asit	1:10	91,8	12 saat 120 °C	1/30	Li vd. (2017)
Kayın testere talaşı	Laktik asit	Alanin	9:1	14,4	24 saat 60 °C	1/20	Jablonsky vd. (2019a)
		Glisin	9:1	6,4			
		Betain	2:1	11,6			
	ChCl	Etilen glikol	1:2	4,9			
		Glikolik asit	1:3	15,4			
<i>Pinus rigida</i>	ChCl	Formik asit	1:2	35,9	6 saat 130°C	1/10	Oh vd. (2020)
		Laktik asit		41,3			
		Formik asit : Laktik asit	1:1:1	45,9			
Huş	ChCl	Laktik asit	1:9	35	5 saat 121 °C	1/10	Soto-Salcido vd. (2020)

Tablo 5. Dallı darının delignifikasyonu üzerine farklı DÖÇ'lerin etkisi.

Hammadde	Derin Ötektik Çözücü		Mol oranı	Delignifikasyon oranı (%)	Süre ve sıcaklık	Katı/sıvı oranı	Kaynak
	HBA	HBD					
Dallı darı	ChCl	trifluoroasetamid	1:2	6,63	24 saat 50 °C	1/30	Abougor (2014)
Dallı darı	ChCl	Gliserin	1:2	63,84	1 saat 120 °C	1/10	Chen vd. (2018a)
Dallı darı	ChCl	Laktik asit	1:2	72,0	45 saniye 152 °C	1/10	Chen ve Wan (2018)
Dallı darı	ChCl	Etilen glikol	1:2	78,9	0,5 saat 130 °C	1/20	Chen vd. (2018b)
Dallı darı	ChCl	p-kumarik asit	1:1	60,8	3 saat 160 °C	1/20	Kim vd. (2018)
		Catechol	1:1	49,0			
		Vanillin	1:2	52,5			

Tablo 6. Buğday sapının delignifikasyonu üzerine farklı DÖÇ'lerin etkisi.

Ham- madde	Derin Ötektik Çözücü		Mol oranı	Delignifikas- yon oranı (%)	Süre ve sıcaklık	Katı/ sıvı oranı	Kaynak
	HBA	HBD					
Buğday sapı	Prolin	Malik asit	3:1	14,9	24 saat 100 °C	1/10	Francisco vd. (2012)
	Betain	Laktik asit	1:2	12,03			
	ChCl		1:10	11,82			
	Histidin		1:9	11,88			
Buğday sapı	ChCl	Laktik asit	1:2	3,95	14 saat 60 °C	1/20	De Dios (2013)
			1:9	7,89			
		Oksalik asit	1:1	18,68	14 saat 85 °C		
		Malik asit	1:1	2,89			
Buğday sapı	ChCl	Laktik asit	1:9	14,6	24 saat 60 °C	1/20	Jablonsky vd. (2015)
			1:10	29,1			
		Malonik asit	1:1	3,8			
		Üre	1:2	1,3			
		Oksalik asit	1:1	57,9	24 saat 80 °C		
		Malik asit	1:1	21,6			
Buğday sapı	Laktik asit	ChCl	10:1	14,3	5 saat 60 °C	1/20	Škulcová vd. (2016)
				18,9	10 saat 60 °C		
				21,7	20 saat 60 °C		
				29,2	30 saat 60 °C		
				34,7	50 saat 60 °C		
				46,7	70 saat 60 °C		
Buğday sapı	ChCl	monoetanolamin	1:6	81	12 saat 90 °C	1/20	Zhao vd. (2018)
		dietanolamin	1:8	73,5			
		metildiethanolamin	1:10	44,6			
		acetamid	1:2	3,4			
		Üre	1:2	27,7			
		Gliserin	1:2	24,7			
Buğday sapı	Trietilbenzil amonyum klorür	Laktik asit	1:9	79,73	10 saat 100 °C	1/15	Liu vd. (2019a)
Buğday sapı	Laktik asit	Alanin	9:1	23,7	24 saat 60 °C	1/20	Jablonsky vd. (2019a)
	ChCl	Glikolik asit	1:3	16,6			

Tablo 7. *Pirinç sapının delignifikasyonu üzerine farklı DÖÇ'lerin etkisi.*

Hammadde	Derin Ötektik Çözücü		Mol oranı	Delignifikasyon oranı (%)	Süre ve sıcaklık	Katı/sıvı oranı	Kaynak
	HBA	HBD					
Pirinç sapı	ChCl	Laktik asit	1:2	51	12 saat 60 °C	1/20	Kumar vd. (2016)
			1:5	60			
			1:9	59			
	Betain		1:2	52			
			1:5	56			
Pirinç sapı	ChCl	Üre	1:2	41,24	4 saat 110 °C	1/20	Pan vd. (2017)
				32,08	6 saat 110 °C		
				33,29	8 saat 110 °C		
				35,71	4 saat 130 °C		
				43,19	6 saat 130 °C		
				44,74	8 saat 130 °C		

Tablo 8. *Çeşitli biyokütlelerin delignifikasyonu üzerine farklı DÖÇ'lerin etkisi.*

Hammadde	Derin Ötektik Çözücü		Mol oranı	Delignifikasyon oranı (%)	Süre ve sıcaklık	Kati/sıvı oranı	Kaynak
	HBA	HBD					
Mısır sapı (corn stover)	ChCl	Formik asit	1:2	23,8	2 saat 130 °C	1/20	Xu vd. (2016)
Mısır sapı (corn stover)	ChCl	Gliserin	1:2	>60	2 saat 180 °C	1/9	Xu vd. (2018)
Mısır sapı (corn stover)	ChCl	Laktik asit	1:2	79,6	45 saniye 152 °C	1/10	Chen ve Wan (2018)
Fil otu (miscanthus)				65,2			
Ceviz endokarp	ChCl	Laktik asit	1:2	64,3	6 saat 145 °C	1/20	Li vd. (2018)
Şeftali endokarp				70,2			
Sugarcane bagasse	ChCl	Laktik asit	1:5	50,6	12 saat 80 °C	1/20	Satlewal vd. (2019)
		İmidazol	3:7	29,9			
		Gliserin	1:2	21,4			
Palmye ağacı (boş meyve demeti)	ChCl	Laktik asit	1:5	88	8 saat 120 °C	1/10	Tan vd. (2018)
	D (+) Glukoz	Laktik asit	1:5	55			
	ChCl	D (+) Glukoz	1:1	22			
		Gliserin	1:2	17			
		Üre	1:2	34			
	Potasyum karbonat	Gliserin	1:6	51			
Agave bagas	ChCl	Laktik asit	1:9	23,4	5 saat 121 °C	1/10	Soto-Salcido vd. (2020)

Tablo 9. *Mısır koçanının delignifikasyonu üzerine farklı DÖÇ'lerin etkisi.*

Ham-madde	Derin Ötektik Çözücü		Mol oranı	Delignifikasyon oranı (%)	Süre ve sıcaklık	Katı/sıvı oranı	Kaynak
	HBA	HBD					
Mısır koçanı	ChCl	Gliserin	1:2	4,38	15 saat 80 °C	1/16	Procentese vd. (2015)
				8,76	15 saat 115 °C		
				24,82	15 saat 150 °C		
		Üre	1:2	8,03	15 saat 80 °C		
				24,82	15 saat 115 °C		
				40	15 saat 80 °C		
		İmidazol	3:7	70	15 saat 115 °C		
				88	15 saat 150 °C		
Mısır koçanı	ChCl	Oksalik asit	1:1	98,5	24 saat 90 °C	1/20	Zhang vd. (2016)
			1:2	64,7			
		Laktik asit	1:5	77,9			
			1:10	86,1			
			1:15	93,1			
		Glikolik asit	1:2	56,4			
		Levulinik asit	1:2	43,0			
		Malonik asit	1:1	56,5			
		Glutarik asit	1:1	34,3			
		Malik asit	1:1	22,4			
		Etilen glikol	1:2	87,6			
Mısır koçanı	Benziltrimetil amonyum klorür	Laktik asit	1:2	27,3	2 saat 100 °C	1/20	Guo vd. (2019)
				38,5	2 saat 120 °C		
				63,4	2 saat 140 °C		
				23,6	2 saat 100 °C		
				39,8	2 saat 120 °C		
				56,5	2 saat 140 °C		

5. SONUÇ

DÖÇ'lerin özellikle düşük ekolojik ayak izleri ve cazip fiyatları nedeniyle, bu çözücülerin biyokütle üzerine etkileri ile ilgili araştırmalar son yıllarda katlanarak artmaktadır. Bununla birlikte, biyoteknolojide DÖÇ'lerin gelişimi hala başlangıç aşamasında olup, araştırmalar henüz kapsamlı ve yoğun değildir. Ayrıca, DÖÇ'lerin kullanıldığı biyokütle ön muamelesinin mekanizması ile ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abbott, A. P., Capper, G., Davies, D. L., Rasheed, R. (2004). Ionic Liquids Based upon Metal Halide/Substituted Quaternary Ammonium Salt Mixtures. *Inorganic Chemistry*, 43, 3447-3452.
- Abbott, A. P., Capper, G., Gray, S. (2006). Design of Improved Deep Eutectic Solvents Using Hole Theory. *Chemphyschem: A European Journal of Chemical Physics And Physical Chemistry*, 7, 803-806.
- Abbott, A. P., Barron, J. C., Ryder, K. S., Wilson, D. (2007a). Eutectic-based ionic liquids with Metal-Containing Anions and Cations. *Chemistry—A European Journal*, 13, 6495-6501.
- Abbott, A. P., Harris, R. C., Ryder, K. S. (2007b). Application of Hole Theory to Define Ionic Liquids by Their Transport Properties. *The Journal of Physical Chemistry B*, 111, 4910-4913.
- Abbott, A. P., Harris, R. C., Ryder, K. S., D’Agostino, C., Gladden, L. F., Mantle, M. D. (2011). Glycerol Eutectics as Sustainable Solvent Systems. *Green Chemistry*, 13, 82-90.
- Abougor, H. 2014. *Utilization of Deep Eutectic Solvent as a Pretreatment Option for Lignocellulosic Biomass*. PhD Thesis, Tennessee Technological University.
- Abraham, A., Mathew, A. K., Park, H., Choi, O., Sindhu, R., Parameswaran, B., Pandey, A., Park, J. H., Sang, B. I. (2020). Pretreatment Strategies for Enhanced Biogas Production from Lignocellulosic Biomass. *Bioresource Technology*, 301, 122725.
- Alvarez-Vasco, C., Ma, R., Quintero, M., Guo, M., Geleynse, S., Ramasamy, K. K., Wolcott, M., Zhang, X., (2016). Unique Low-Molecular-Weight Lignin with High Purity Extracted from Wood by Deep Eutectic Solvents (DES): A Source of Lignin for Valorization. *Green Chemistry*, 18, 5133–5141.
- Anastas, P., & Eghbali, N. (2010). Green Chemistry: Principles and Practice. *Chemical Society Reviews*, 39, 301-312.
- Chen, Z., Wan, C., 2018. Ultrafast Fractionation of Lignocellulosic Biomass by Microwaveassisted Deep Eutectic Solvent Pretreatment. *Bioresource Technology*, 250, 532–537.
- Chen, Z., Reznicek, W. D., Wan, C. (2018a). Deep Eutectic Solvent Pretreatment Enabling Full Utilization of Switchgrass. *Bioresource Technology*, 263, 40-48.
- Chen, Z., Bai, X., Wan, C. (2018b). High-Solid Lignocellulose Processing Enabled by Natural Deep Eutectic Solvent for Lignin Extraction and Industrially Relevant Production of Renewable Chemicals. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 6, 12205-12216.

- Chen, Y., Zhang, L., Yu, J., Lu, Y., Jiang, B., Fan, Y., Wang, Z. (2019). High-Purity Lignin Isolated from Poplar Wood Meal Through Dissolving Treatment with Deep Eutectic Solvents. *Royal Society Open Science*, 6, 181757.
- Choi, K. H., Lee, M. K., Ryu, J. Y. (2016). Effect of Molar Ratios of DES on Lignin Contents and Handsheets Properties Of Thermomechanical Pulp. *Journal of Korea Technical Association of The Pulp and Paper Industry*, 48, 28-33.
- D'Agostino, C., Harris, R. C., Abbott, A. P., Gladden, L. F., Mantle, M. D. (2011). Molecular Motion and Ion Diffusion in Choline Chloride Based Deep Eutectic Solvents Studied by 1 H Pulsed Field Gradient NMR Spectroscopy. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 13, 21383-21391.
- Dai, Y., Witkamp, G. J., Verpoorte, R., Choi, Y. H. (2015). Tailoring Properties of Natural Deep Eutectic Solvents with Water to Facilitate Their Applications. *Food Chemistry*, 187, 14-19.
- De Dios, S. L. G. (2013). *Phase Equilibria for Extraction Processes with Designer Solvents*. PhD Thesis, University of Santiago De Compostela.
- Elgharbawy, A. A., Hayyan, M., Hayyan, A., Basirun, W. J., Salleh, H. M., Mirghani, M. E. (2020). A Grand Avenue to Integrate Deep Eutectic Solvents into Biomass Processing. *Biomass and Bioenergy*, 137, 105550.
- Faggian, M., Sut, S., Perissutti, B., Baldan, V., Grabnar, I., & Dall'Acqua, S. (2016). Natural Deep Eutectic Solvents (NADES) as a Tool for Bioavailability Improvement: Pharmacokinetics of Rutin Dissolved in Proline/Glycine after Oral Administration in Rats: Possible Application in Nutraceuticals. *Molecules*, 21, 1531.
- Fengel, D., Wegener, G. (1989). *Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. 2nd Edition, Walter de Gruyter, Berlin.
- Fiskari, J., Ferritsius, R., Osong, S. H., Persson, A., Höglund, T., Immerzeel, P., & Norgren, M. (2020). Deep Eutectic Solvent Delignification to Low-Energy Mechanical Pulp to Produce Papermaking Fibers. *BioResources*, 15, 6023-6032.
- Francisco, M., van den Bruinhorst, A., Kroon, M. C. 2012. New Natural and Renewable Low Transition Temperature Mixtures (LTTMs): Screening as Solvents for Lignocellulosic Biomass Processing. *Green Chemistry*, 14, 2153-2157.
- García, G., Aparicio, S., Ullah, R., Atilhan, M. (2015). Deep Eutectic Solvents: Physicochemical Properties and Gas Separation Applications. *Energy & Fuels*, 29, 2616-2644.
- Guo, Z., Zhang, Q., You, T., Zhang, X., Xu, F., Wu, Y. (2019). Short-Time Deep Eutectic Solvent Pretreatment for Enhanced Enzymatic Saccharification and Lignin Valorization. *Green Chemistry*, 21, 3099-3108.

- Hou, X. D., Lin, K. P., Li, A. L., Yang, L. M., Fu, M. H. (2018). Effect of Constituents Molar Ratios of Deep Eutectic Solvents on Rice Straw Fractionation Efficiency and the Micro-Mechanism Investigation. *Industrial Crops and Products*, 120, 322-329.
- Jablonský, M., Škulcová, A., Kamenská, L., Vrška, M., Šíma, J. 2015. Deep Eutectic Solvents: Fractionation of Wheat Straw, *BioResources*, 10, 8039-8047.
- Jablonsky, M., Haz, A., Majova, V. (2019a). Assessing the Opportunities for Applying Deep Eutectic Solvents for Fractionation of Beech Wood and Wheat Straw. *Cellulose*, 26, 7675-7684.
- Jablonsky, M., Majova, V., Ondrigova, K., Sima, J. (2019b). Preparation and Characterization of Physicochemical Properties and Application of Novel Ternary Deep Eutectic Solvents. *Cellulose*, 26, 3031-3045.
- Kandanelli, R., Thulluri, C., Mangala, R., Rao, P. V., Gandham, S., Velankar, H. R. (2018). A Novel Ternary Combination of Deep Eutectic Solvent-Alcohol (DES-OL) System for Synergistic and Efficient Delignification of Biomass. *Bioresource Technology*, 265, 573-576.
- Kim, K. H., Dutta, T., Sun, J., Simmons, B., Singh, S. (2018). Biomass Pretreatment Using Deep Eutectic Solvents from Lignin Derived Phenols. *Green Chemistry*, 20, 809-815.
- Kohli, K., Katuwal, S., Biswas, A., Sharma, B. K. (2020). Effective Delignification of Lignocellulosic Biomass by Microwave Assisted Deep Eutectic Solvents. *Bioresource Technology*, 303, 122897.
- Kroon, M. C., Casal, M. F., van den Bruinhorst, A. (2015). *Pretreatment of Lignocellulosic Biomass and Recovery of Substituents Using Natural Deep Eutectic Solvents/Compound Mixtures with Low Transition Temperatures*. Patent: WO2013/153203 A1.U.S, Patent Application No. 14/391,165.
- Kumar, A. K., Parikh, B. S., Pravakar, M. (2016). Natural Deep Eutectic Solvent Mediated Pretreatment of Rice Straw: Bioanalytical Characterization of Lignin Extract and Enzymatic Hydrolysis of Pretreated Biomass Residue. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 9265-9275.
- Kumar, A. K., Shah, E., Patel, A., Sharma, S., Dixit, G. (2018). Physico-Chemical Characterization and Evaluation of Neat and Aqueous Mixtures of Choline Chloride+ Lactic Acid for Lignocellulosic Biomass Fractionation, Enzymatic Hydrolysis and Fermentation. *Journal of Molecular Liquids*, 271, 540-549.
- Kwon, G. J., Yang, B. S., Park, C. W., Bandi, R., Lee, E. A., Park, J. S., Han, S. Y., Kim, N. H., Lee, S. H. (2020). Treatment Effects of Choline Chloride-Based Deep Eutectic Solvent on the Chemical Composition of Red Pine (*Pinus densiflora*). *BioResources*, 15, 6457-6470.

- Li, T., Lyu, G., Liu, Y., Lou, R., Lucia, L. A., Yang, G., Chen, J., Saeed, H. A. (2017). Deep Eutectic Solvents (DESs) for the Isolation of Willow Lignin (*Salix matsudana* cv. Zhuliu). *International Journal of Molecular Sciences*, 18, 2266.
- Li, A. L., Hou, X. D., Lin, K. P., Zhang, X., Fu, M. H. (2018). Rice Straw Pretreatment Using Deep Eutectic Solvents with Different Constituents Molar Ratios: biomass Fractionation, Polysaccharides Enzymatic Digestion and Solvent Reuse. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 126, 346-354.
- Lim, W. L., Gunny, A. A. N., Kasim, F. H., AlNashef, I. M., Arbain, D. (2019). Alkaline Deep Eutectic Solvent: A Novel Green Solvent for Lignocellulose Pulping. *Cellulose*, 26, 4085-4098.
- Liu, Y., Chen, W., Xia, Q., Guo, B., Wang, Q., Liu, S., Liu, Y., Li, J., Yu, H., 2017. Efficient Cleavage of Lignin-Carbohydrate Complexes and Ultrafast Extraction of Lignin Oligomers from Wood Biomass by Microwave-Assisted Treatment with Deep Eutectic Solvent. *ChemSusChem*, 10, 1692-1700.
- Liu, Y., Zheng, J., Xiao, J., He, X., Zhang, K., Yuan, S., Peng, Z., Chen, Z., Lin, X. (2019a). Enhanced Enzymatic Hydrolysis and Lignin Extraction of Wheat Straw by Triethylbenzyl Ammonium Chloride/Lactic Acid-Based Deep Eutectic Solvent Pretreatment. *ACS Omega*, 4, 19829-19839.
- Liu, Q., Yuan, T., Fu, Q. J., Bai, Y. Y., Peng, F., Yao, C. L. (2019b). Choline Chloride-Lactic Acid Deep Eutectic Solvent for Delignification and Nanocellulose Production of Moso Bamboo. *Cellulose*, 26, 9447-9462.
- Liu, X., Wei, W., Wu, S. (2019c). Synergism of Organic Acid and Deep Eutectic Solvents Pretreatment for the Co-Production of Oligosaccharides and Enhancing Enzymatic Saccharification. *Bioresource Technology*, 290, 121775.
- Loow, Y. L., New, E. K., Yang, G. H., Ang, L. Y., Foo, L. Y. W., Wu, T. Y. (2017). Potential Use of Deep Eutectic Solvents to Facilitate Lignocellulosic Biomass Utilization and Conversion. *Cellulose*, 24, 3591-3618.
- Lynam, J. G., Kumar, N., Wong, M. J. (2017). Deep Eutectic Solvents' Ability to Solubilize Lignin, Cellulose, and Hemicellulose; Thermal Stability; and Density. *Bioresource Technology*, 238, 684-689.
- Majová, V., Horanová, S., Škulcová, A., Šima, J., Jablonský, M. (2017). Deep Eutectic Solvent Delignification: Impact of Initial Lignin. *BioResources*, 12, 7301-7310.
- Muley, P. D., Mobley, J. K., Tong, X., Novak, B., Stevens, J., Moldovan, D., Shi, J., Boldor, D. (2019). Rapid Microwave-Assisted Biomass Delignification and Lignin Depolymerization in Deep Eutectic Solvents. *Energy Conversion and Management*, 196, 1080-1088.

- New, E. K., Wu, T. Y., Lee, C. B. T. L., Poon, Z. Y., Loow, Y. L., Foo, L. Y. W., Procentese, A., Siow, L.F., Teoh, W.H., Daud, N.N.N., Jahim, J.M., Mohammad, A. W. (2019). Potential Use of Pure and Diluted Choline Chloride-Based Deep Eutectic Solvent in Delignification of Oil Palm Fronds. *Process Safety and Environmental Protection*, 123, 190-198.
- Oh, Y., Park, S., Jung, D., Oh, K. K., Lee, S. H. (2020). Effect of Hydrogen Bond Donor on the Choline Chloride-Based Deep Eutectic Solvent-Mediated Extraction of Lignin from Pine Wood. *International Journal of Biological Macromolecules*, 165, 187-197.
- Ong, V. Z., Wu, T. Y., Lee, C. B. T. L., Cheong, N. W. R., Shak, K. P. Y. (2019). Sequential Ultrasonication and Deep Eutectic Solvent Pretreatment to Remove Lignin and Recover Xylose from Oil Palm Fronds. *Ultrasonics Sonochemistry*, 58, 104598.
- Ozturk, B., Parkinson, C., Gonzalez-Miquel, M. (2018). Extraction of Polyphenolic Antioxidants from Orange Peel Waste Using Deep Eutectic Solvents. *Separation and Purification Technology*, 206, 1-13.
- Pan, M., Zhao, G., Ding, C., Wu, B., Lian, Z., Lian, H. (2017). Physicochemical Transformation of Rice Straw after Pretreatment with a Deep Eutectic Solvent of Choline Chloride/Urea. *Carbohydrate Polymers*, 176, 307-314.
- Procentese, A., Johnson, E., Orr, V., Campanile, A.G., Wood, J.A., Marzocchella, A., Rehmann, L. (2015). Deep Eutectic Solvent Pretreatment and Subsequent Saccharification of Corncob. *Bioresources Technology*, 192, 31-36.
- Quek, J. D., Lee, K. M., Lim, S., Tey, W. Y., Kang, H. S., Quen, L. K. (2020). *Delignification of Oil Palm Empty Fruit Bunch via Ultrasound-Assisted Deep Eutectic Solvent Pretreatment*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 463, No. 1, p. 012007). IOP Publishing.
- Satlewal, A., Agrawal, R., Bhagia, S., Sangoro, J., Ragauskas, A. J. (2018). Natural Deep Eutectic Solvents for Lignocellulosic Biomass Pretreatment: Recent Developments, Challenges and Novel Opportunities. *Biotechnology Advances*, 36, 2032-2050.
- Satlewal, A., Agrawal, R., Das, P., Bhagia, S., Pu, Y., Puri, S.K., Ramakumar, S.S.V., Ragauskas, A.J., 2019. Assessing the Facile Pretreatments of Bagasse for Efficient Enzymatic Conversion and Their Impacts on Structural and Chemical Properties. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 7, 1095-1104.
- Shahbaz, K., Baroutian, S., Mjalli, F. S., Hashim, M. A., AlNashef, I. M. (2012). Densities of Ammonium and Phosphonium Based Deep Eutectic Solvents: Prediction Using Artificial Intelligence and Group Contribution Techniques. *Thermochimica Acta*, 527, 59-66.

- Shen, X. J., Wen, J. L., Mei, Q. Q., Chen, X., Sun, D., Yuan, T. Q., Sun, R. C. (2019). Facile Fractionation of Lignocelluloses by Biomass-Derived Deep Eutectic Solvent (DES) Pretreatment for Cellulose Enzymatic Hydrolysis and Lignin Valorization. *Green Chemistry*, 21, 275-283.
- Shen, X. J., Chen, T., Wang, H. M., Mei, Q., Yue, F., Sun, S., Wen, J.L., Yuan, T.Q., Sun, R. C. (2020). Structural and Morphological Transformations of Lignin Macromolecules during Bio-Based Deep Eutectic Solvent (DES) Pretreatment. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8, 2130-2137.
- Skulcova, A., Russ, A., Jablonsky, M., Sima, J. (2018). The pH Behavior of Seventeen Deep Eutectic Solvents. *BioResources*, 13, 5042-5051.
- Smink, D., Juan, A., Schuur, B., Kersten, S. R. (2019). Understanding the Role of Choline Chloride in Deep Eutectic Solvents Used for Biomass Delignification. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 58, 16348-16357.
- Smith, E. L., Abbott, A. P., Ryder, K. S. (2014). Deep Eutectic Solvents (DESS) and Their Applications. *Chemical Reviews*, 114, 11060-11082.
- Sogut, O., Çelebi, B. (2020). Daha Temiz Analizler: Yeşil Kimya. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8, 160-175.
- Soto-Salcido, L. A., Anugwom, I., Ballinas-Casarrubias, L., Mänttari, M., Kallioinen, M. (2020). NADES-Based Fractionation of Biomass to Produce Raw Material for the Preparation of Cellulose Acetates. *Cellulose*, 27, 6831-6848.
- Suopajarvi, T., Ricci, P., Karvonen, V., Ottolina, G., Liimatainen, H. (2020). Acidic and Alkaline Deep Eutectic Solvents in Delignification and Nanofibrillation of Corn Stalk, Wheat Straw, and Rapeseed Stem Residues. *Industrial Crops and Products*, 145, 111956.
- Šurina, I., Jablonský, M., Ház, A., Sladková, A., Briškárová, A., Kačík, F., Šima, J. (2015). Characterization of Non-Wood Lignin Precipitated with Sulphuric Acid of Various Concentrations. *BioResources*, 10, 1408-1423.
- Škulcová, A., Jablonský, M., Ház, A., Vrška, M. (2016). Pretreatment of Wheat Straw Using Deep Eutectic Solvents and Ultrasound. *Przegląd Papierniczy*, 72, 243-247.
- Tan, Y. T., Ngoh, G. C., Chua, A. S. M. (2018). Evaluation of Fractionation and Delignification Efficiencies of Deep Eutectic Solvents on Oil Palm Empty Fruit Bunch. *Industrial Crops and Products*, 123, 271-277.
- Tan, Y. T., Ngoh, G. C., Chua, A. S. M. (2019). Effect of Functional Groups in Acid Constituent of Deep Eutectic Solvent for Extraction of Reactive Lignin. *Bioresource Technology*, 281, 359-366.

- Tan, Y. T., Chua, A. S. M., Ngoh, G. C. (2020). Deep Eutectic Solvent for Lignocellulosic Biomass Fractionation and the Subsequent Conversion to Bio-Based Products—A Review. *Bioresource Technology*, 297, 122522.
- Ünlü, A. E., Takaç, S. (2020). Use of Deep Eutectic Solvents in the Treatment of Agro-Industrial Lignocellulosic Wastes for Bioactive Compounds. Chapter 6. Larramendy, M.L., Soloneski, S. (Eds.), In: *Agroecosystems*, IntechOpen, London.
- Wang, Z. K., Hong, S., Wen, J. L., Ma, C. Y., Tang, L., Jiang, H., Chen, J.J., Li, S., Shen, X.J., Yuan, T. Q. (2020). Lewis Acid-Facilitated Deep Eutectic Solvent (DES) Pretreatment For Producing High-Purity and Antioxidative Lignin. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8, 1050-1057.
- Xia, Q., Liu, Y., Meng, J., Cheng, W., Chen, W., Liu, S., Liu, Y., Li, J., Yu, H. (2018). Multiple Hydrogen Bond Coordination in Three-Constituent Deep Eutectic Solvents Enhances Lignin Fractionation From Biomass. *Green Chemistry*, 20, 2711-2721.
- Xing, W., Xu, G., Dong, J., Han, R., Ni, Y. (2018). Novel Dihydrogen-Bonding Deep Eutectic Solvents: Pretreatment of Rice Straw for Butanol Fermentation Featuring Enzyme Recycling and High Solvent Yield. *Chemical Engineering Journal*, 333, 712-720.
- Xu, G.C., Ding, J.C., Han, R.Z., Dong, J.J., Ni, Y. (2016). Enhancing Cellulose Accessibility of Corn Stover by Deep Eutectic Solvent Pretreatment for Butanol Fermentation. *Bioresources Technology*, 203, 364-369.
- Xu, F., Sun, J., Wehrs, M., Kim, K.H., Rau, S.S., Chan, A.M., Simmons, B.A., Mukhopadhyay, A., Singh, S. (2018). Biocompatible Choline-Based Deep Eutectic Solvents Enable One-Pot Production of Cellulosic Ethanol. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 6, 8914–8919.
- Xu, H., Che, X., Ding, Y., Kong, Y., Li, B., Tian, W. (2019). Effect of Crystallinity on Pretreatment and Enzymatic Hydrolysis of Lignocellulosic Biomass Based on Multivariate Analysis. *Bioresource Technology*, 279, 271-280.
- Xu, H., Peng, J., Kong, Y., Liu, Y., Su, Z., Li, B., Song, X., Liu, S., Tian, W. (2020). Key Process Parameters for Deep Eutectic Solvents Pretreatment of Lignocellulosic Biomass Materials: A Review. *Bioresource Technology*, 123416.
- Yadav, A., & Pandey, S. (2014). Densities and Viscosities of (Choline Chloride+ Urea) Deep Eutectic Solvent and its Aqueous Mixtures in the Temperature Range 293.15 K to 363.15 K. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 59, 2221-2229.
- Yiin, C.L., Quitain, A.T., Yusup, S., Sasaki, M., Uemura, Y., Kida, T. (2016). Characterization of natural low transition temperature mixtures (LTTMs) Green solvents for biomass delignification. *Bioresource Tehhnology*, 119, 258-264.

- Zavrel, M., Bross, D., Funke, M., Büchs, J., Spiess, A. C. (2009). High-Throughput Screening for Ionic Liquids Dissolving (Ligno-) Cellulose. *Bioresource Technology*, 100, 2580-2587.
- Zdanowicz, M., Wilpiszewska, K., Szychaj, T. (2018). Deep Eutectic Solvents for Polysaccharides Processing. A Review. *Carbohydrate Polymers*, 200, 361-380.
- Zhao, Z., Chen, X., Ali, M. F., Abdeltawab, A. A., Yakout, S. M., Yu, G. (2018). Pretreatment of Wheat Straw Using Basic Ethanolamine-Based Deep Eutectic Solvents for Improving Enzymatic Hydrolysis. *Bioresource Technology*, 263, 325-333.
- Zhang, Q., Vigier, K. D. O., Royer, S., Jerome, F. (2012). Deep Eutectic Solvents: Syntheses, Properties and Applications. *Chemical Society Reviews*, 41, 7108-7146.
- Zhang, C.-W., Xia, S.-Q., Ma, P.-S. (2016). Facile Pretreatment of Lignocellulosic Biomass Using Deep Eutectic Solvents. *Bioresource Technology*, 219, 1-5.
- Zulkefli, S., Abdulmalek, E., Rahman, M. B. A. (2017). Pretreatment of Oil Palm Trunk in Deep Eutectic Solvent and Optimization of Enzymatic Hydrolysis of Pretreated Oil Palm Trunk. *Renewable Energy*, 107, 36-41.

Bölüm 11

DOUSSIÉ, SAPELLI VE TEAK ODUNLARINDA YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ PARAMETRELERİNİN TESPİTİ

Mutlu TÜRK¹

Ümit AYATA²

1 Aydın/Efeler-Mesleki Eğitim Merkezi, Efeler, Efeler Blv. No:17, D:No:17, Aydın, Türkiye,

2 Doç. Dr., Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü,
Bayburt, umitayata@yandex.com.

GİRİŞ

Doussié, sapelli ve teak ağaç türleri mobilya endüstrisinde çeşitli alanlarda kullanılan yabancı ağaç türlerinden olmaktadır. Bu ağaç türleri hakkında bilgi vermek gerekirse;

Doussié (*Afzelia africana*), Afrika'da en yaygın olarak yayılanlar türlerden birisidir (Sacande 2007). Birkaç ülkede gelişmiştir (Sierra Leone, Burkina Faso, Benin, Senegal, Sudan, Orta Afrika Cumhuriyeti, Kamerun, Fildişi Sahili, Gana Gine, Gine-Bissau, Mali, Nijerya, Togo, Uganda, Senegal ve Uganda) (Aubréville 1968, Arbonnier 2002, Sacande 2007). Fabaceae familyasına ait bir ağaç türüdür. Ovada 18 m yüksekliğe (Melorose ve ark., 2015), ormanda 35 m yüksekliğe (Arbonnier 2002) ulaşabilir. Bu ağaç türü yaprak döken bir ağaçtır (Hall ve Swaine 1981). Voltalan kumtaşları ve düşük doğal besleyici maddeye sahip granit topraklarda gelişir (Hall ve Swaine 1981). Çimlenme oranı yaklaşık %90 ile 12 ila 24 gün sürer. Ancak büyüme yavaştır (Taylor 1960). Fideler olgunlaşmak için ışığa ihtiyaç duyarlar (Stark 1986). Tohum ve nakilde oldukça iyi yayılır (Irvine 1961). Köklerde ektotrofik mikoriza vardır (Jenik ve Mensah 1967). Yapraklar *Achaea catella* larvalarına karşı hassastır (Wagner ve ark., 1991). Yaprak sapları 6 ila 10 mm uzunluğunda bükülür (Ahouangonou 1978). *A. africana*, diğer *Afzelia* cinsinin yapraklarından daha büyük olan bileşik yapraklara sahiptir (Donkpegan ve ark., 2014). Yaprakları dikdörtgen veya mızrak şeklinde ve 5 - 15 x 3.5 - 8.5 cm uzundur (Akoègninou ve ark., 2006).

Çiçekler beyaz, mor çizgili, 10 ila 12 mm uzunluğunda üç eliptik üst yaprakları, çok kokulu ve 2 loblu ve kırmızı çizgili alt taç yaprağıdır. Bir baklagil olarak boyutları yaklaşık 10 ila 18 cm x 6 ila 8 cm ve 2 ila 5 cm kalınlığında, iki siyah vanaya hafifçe yuvarlatılmış tüsüz baklalar üretir. Baklalar, sarımsı aril ile 2 ila 3 cm uzunluğunda 7 ila 10 siyah tohum içermektedir (Orwa 2009, Bonou ve ark., 2009). Turuncu-kahverengiden altın-kahverengiye kadar uzanan öz odun, uzun süre maruz kaldığında kırmızı-kahverengine döner ve bazen koyu şeritler gösterir. Diri odundan belirgin bir şekilde farklı olup, beyazımsı ile soluk sarı arası ve 8 cm kalınlığındadır. Öz odununun kalınlığı çok büyüktür. Lifler normalde düzdür, bazen birbirine kenetlenir. Odun kuruduktan sonra hafifçe parlaktır, rendelendiğinde deri kokusu verir (Gerard ve Louppe 2011). Lif kaba ama eşit bir dokuya sahiptir (Lincoln 1986).

Ahşabı, nem değişikliklerine karşı düşük duyarlılığa sahip, kuruma sırasındaki düşük büzülme oranları ve iyi doğal dayanıklılığı ile düşük lif doygunluk noktası (%19) ve higrometrik durumdaki değişikliklere karşı düşük hassasiyettedir (Donkpegan ve ark., 2014, CIRAD 2003, Onweluzo ve ark., 1995). Odunu sert ve orta derecede ağırdır (Chalk ve ark.,

1933, Sallenave 1955, CIRAD 2003). Nijerya’da ilk ticari sınıf kereste olarak kabul edilmektedir (Arowosege 2010, Anonim 1999). Ahşabı, iç ve dış mekân inşaatı, demiryolu bağlantıları ve marangoz yapımı için yerel olarak kullanılan dayanıklı bir genel kullanım kerestesidir. Masif kapılar, merdiven basamakları, parke zeminler ve genel doğramalar için uygundur (Chalk ve ark., 1933). Ahşabın gözeneklerinin bazılarında sarı boya birikintisinin varlığı, tahliye tahtaları, çamaşır ekipmanı veya ıslak kumaşlarla temas etmesi muhtemel herhangi bir eşya için kullanımını ortadan kaldırır (Anonim 1956).

Tür, neme ve termitlere dayanıklıdır. Öte yandan kırılmandır ve çalışması zordur. Kalıcı nem koşulları altında veya ahşap delici böceklerin yaygın olduğu yerlerde kullanıldığında bile koruyucularla yapılan işlemler gereksizdir. Pek çok kimyasala karşı iyi direnci ve büyük boyutsal kararlılığı nedeniyle, tanklar için metaller ve sentetik ürünler ve endüstriye yönelik hassas ekipman gibi malzemelere sıklıkla tercih edilir (Gerard ve Louppe 2011).

Yaprakları yaygın olarak bel tedavisinde kullanılır. Kök ok zehrinin hazırlanmasında bir bileşendir ve kaynatma ile bel soğukluğu tedavisinde kullanılır (Mshana ve ark., 2000). Meyve kabukları potasyum tuzları bakımından zengindir ve yaygın olarak sabun yapımında kullanılan kül elde etmek için yakılır (Irvine 1961). Kaynatma kabızlık ve karın ağrısı için değerlendirilmektedir. Ayrıca bir afrodisyak olduğu ve *Tamarindus inclica* ile karıştırıldığı bildirilmiştir. Ateş düşürücü, idrar söktürücü ve kusturucu ilaç olarak kullanılır (Irvine 1961). Ahşabın bazı gözeneklerinde sarı boya birikintisinin varlığı, drenaj tahtaları, çamaşırhane ekipmanları veya ıslak kumaşlarla temas etmesi muhtemel herhangi bir eşya için kullanımını ortadan kaldırmaktadır (Anonim 1956).

Doussié odununda; lif uzunluğu 800-1300 μm , lif çapı 100-130 μm , (Jayeola ve ark., 2009), toluen - etanol çözünürlüğü %10.80, lignin %32.02 (Mounguengui ve ark., 2016), hacmen daralma %8.70, teğet yönde daralma %4.60 ve radyal yönde daralma %3.10 (Jankowska 2018), hacmen daralma %7.57, hacmen genişleme %7.50, eğilme direnci 136.71 N/mm², elastikiyet modülü 6313.58 N/mm² (Jamala ve ark., 2013), eğilme direnci 110.46 N/mm², elastikiyet modülü 10580.00 N/mm² (Baar ve ark., 2015), shore D sertlik değeri 64.70 (Esteves ve ark., 2021), 1 yıl süre boyunca deniz suyu ile temas ile meydana gelen ağırlık kaybı %34.83 (Şen ve Yalçın 2010), *Coniophora puteana* için ağırlık kaybı %1.63, *Trametes versicolor* için ağırlık kaybı %0.73 (Reinprecht ve Vidholdová 2019), T/R anizotropi oranı 1.50 ve ısı iletkenlik değeri 0.26 W/m.K (Guibal ve ark., 2017) olarak bulunmuştur.

Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ağaç türü, Sierra Leone’den Angola’ya ve doğuya Kongo üzerinden Uganda’ya uzanan büyük bir Af-

rika yağmur ormanı ağacıdır (Mahoney 2000). Rüzgârla dağılan tohumla yayılır. Epigeal çimlenme, tohum toplamadan hemen sonra ekilirse, yaklaşık %90'lık bir çimlenme oranıyla 14 ila 26 gün içinde gerçekleşir (Taylor 1960). İyi bir gelişme için üstten ışık gereklidir. Büyüme, diğer *Entandrophragma* türlerine kıyasla yavaştır. 4 yıl sonra yaklaşık 1 m'lik bir yükseklik büyümesi ile 2 ila 3 yaşındaki fidan kullanılarak sıyrılmış dikim mümkündür (Taylor 1960). Daha önce yangınla tahrip olan yenilenmiş ormanlarda rejenerasyonun daha az olduğu bildirilmektedir (Hawthorne 1994). Bu ağaç, böcek öldürücüler, sürgün deliciler, meyve ve tohum zararlılarının saldırısına açıktır (Wagner ve ark., 1991). Bununla birlikte, cinsin türleri arasında en dirençli olanıdır (Taylor 1960). Öz odun, orta derecede dayanıklı ve koruyucu işleme dayanıklı olarak derecelendirilmiştir (Mahoney 2000).

Öz odunun rengi maun ağacından koyu kırmızımsı ve morumsu kahverengiye kadar değişir. Daha açık renkli ve farklı diri odun 10 cm kalınlığa kadar olabilir. Doku oldukça iyidir. Lifler birbirine kenetlenir ve dörde bölünmüş yüzeylerde dar ve muntazam bir şerit deseni oluşturur. Mekanik özellikleri genel olarak beyaz meşeninkinden daha yüksektir. Ahşabı, takım tezgâhlarıyla oldukça kolay çalışır, ancak iç içe geçmiş lifler planyalama ve kalıplamada zorluklar gösterir. Ahşabının üst yüzey işlemleri uygulaması iyi olmakta birlikte iyi yapışma özelliği gösterdiği bildirilmiştir (Mahoney 2000). Ağırlıklı olarak dekoratif kontrplak için kaplama formunda, aynı zamanda mobilya ve marangoz işleri, doğramacılık ve döşeme için katı formda yaygın olarak kullanılmaktadır (Mahoney 2000). Buna ek olarak parke üretimine uygunluğu da araştırılmıştır (Ayata ve Çavuş 2018).

Sapelli odununda; L^* değeri 54.60, a^* değeri 11:36, b^* değeri 20.17 (Ayata ve ark., 2018), tam kuru özgül ağırlık 0.630 g/cm^3 , yanma deneyi sonucundaki ağırlık kaybı %49.40, yanma deneyi sonundaki üst sıcaklık ölçümü 251.77°C , yanma deneyi sonundaki, O_2 ölçümü %19.44, yanma deneyi sonundaki, CO ölçümü 243.87 ppm , yanma deneyi sonundaki, NO ölçümü 10.54 ppm ve yanma deneyi sonundaki baca sıcaklığı ölçümü 138.36°C (Çalım 2013), 1 yıl süre ile deniz suyunda bekletilmesi ile meydana gelen ağırlık kaybını %45.62 (Şen ve Yalçın 2010), tam kuru yoğunluğu 0.623 g/cm^3 , hava kurusu yoğunluğu 0.674 g/cm^3 , hacimsel daralma %12.58, teğet yön daralma %6.75, radyal yön daralma 5.71, boyuna yön daralma %0.11, hacimsel genişleme %13.24, teğet yönde genişleme %6.51, radyal yönde genişleme %6.11, boyuna yönde genişleme %0.62, bazı mantarlar karşısında ağırlık kaybı olarak *Gloeophyllum trabeum* için %3.164, *Postia placenta* için %3.485, *Pleurotus ostreatus* için %1.073, *Trametes versicolor* için %10.66 (Çolak 2014), *Fomitopsis palustris* için ağırlık kaybını %1.392 ve *Coriolus versicolor* için %9.969 (Kara 2017) ve shore D sertlik değerini 61.80 (Esteves ve ark., 2021) olarak bulunmuştur.

Teak (*Tectona grandis* L.) ağaç türü Verbenaceae familyasına aittir (Josue ve İmiyabir 2011). Dağılım bakımından ağırlıklı olarak tropikal veya subtropikaldır. Tiklerin doğal dağılımı Hindistan'dan Myanmar, Laos ve Tayland'a kadar uzanmaktadır (Josue ve İmiyabir 2011). Dünya çapında üne sahip önemli bir ahşap türüdür (Banik 1993). Tik ağacı ilk olarak Java tarlalarında tanıtılmış (White 1991) ve aynı zamanda Güney ve Güney Doğu Asya, Güney ve Orta Amerika, Pasifik, Afrika ve Karayip Adaları'nda yetiştirilmiştir (Tewari 1992).

Türlerin ağaçları nadiren hafif donlardan zarar görmez (Weaver 1993). Ağaç, maksimum 30 ila 40 m yüksekliğe ve 2 m çapa ulaşan büyük, yaprak dökken bir ağaçtır (Chanda Bacha 1977). Ağacın meyveleri genellikle fidanlık yataklarına serilir ve 1.2-23 cm kum, toprak veya talaşla kaplanır (Schubert 1974, White ve Cameron 1965).

Çimlenme sırasında 30°C'lik bir sıcaklık, tohumlar için optimal görünmektedir (Dabral 1967). Tohumları birkaç ay saklamak çimlenmeyi iyileştirir. Birkaç ay depolanan bazı tohum partileri, muhtemelen bir olgunlaşma dönemine ihtiyaç duydukları için taze tohumlardan daha iyi çimlenmiştir (Mahapol 1954, Champion ve Brasnett 1958, Troup 1921, Schubert 1974).

Öz odun altın kahverengidir ve belirgin bir liflidir ve 0.55 özgül ağırlığa sahiptir. Az miktarda bozunarak kurur ve elle veya elektrikli aletlerle kolayca işlenir (Longwood 1961).

İşlenmemiş ahşabı iyi hava alır, çürümeye direnir ve kuru odun termitlerinin saldırısına uğramaz (Weaver 1993). Teak, dünya çapında çürüme, termitler ve deniz sondalarına karşı mükemmel dayanıklılık kerestesi olarak kabul edilmektedir (Titmus 1949, Anonim 1953, Anonim 1955, Dickinson ve ark., 1949, Brush 1945). Ahşabı, kapılar, mobilya, doğrama, döşeme, döşeme, oyma, paneller, müzik aletleri tornacılığı, tekneler, tekne direkleri ve güverteleri, demiryolu traversleri, maden malzemeleri, yakıt ve çit direkleri için kullanılır (Weaver 1993).

Teak odununda; L^* değeri 48.32, a^* değeri 13.66, b^* değeri 21.25 (Şahin ve Ayata 2018), EDX analizi karbon elementi %57.08 oksijen elementi %42.92 (Gürleyen ve Ayata 2018), ekstraktif madde miktarı %6.98, lignin %35.42, holoselüloz %76.88, selüloz %36.93, hemiselüloz %39.94 (Gaff ve ark., 2019b), metoksil %6.20, toplam pentozan %13.30, α - selüloz %36.50, lignin %30.50, selüloz %45.20, soğuk su çözünürlüğü %4.11, sıcak su çözünürlüğü %6.80, %1'lik NaOH çözünürlüğü %21.10 ve alkol - benzen çözünürlüğü %10.90 (Sander mann ve Simatupang 1966), hacimsel daralma %7.80, teğet yön daralma %5.70, radyal yön daralma %2.50 (Jankowska 2018), anizotropi oranı 2.02 (Sotomayor ve Ramírez 2013), ısı iletkenlik değeri 0.22 W/m.K, T/R anizotropi oranı 1.80 (Guibal

ve ark., 2017), radyal yönde daralma %1.61, teğet yönde daralma %2.99, hacmen daralma %5.15 (Fuentes ve ark., 2002), eğilme direnci 86.00 - 90.00 MPa, elastikiyet modülü 10.30 - 10.00 GPa (Shan 1988), liflere paralel basınç direnci 434.70 kg/cm², liflere dik basınç direnci 183.68 kg/cm² (Balfas 2019), elastikiyet modülü 7559.00 MPa, eğilme direnci 105.00 MPa (Josue ve İmiyabir 2011), ısı iletkenlik değeri 0.1436 kcal/mh°C (Yarayan 2019), *Chrysosporium asperatum* mantarına karşı ağırlık kaybı %34.38 (Sanghvi ve ark., 2013) ve *Cryptotermis cynocephalus* termitine karşı ağırlık kaybı %10.10 (Balfas 2019) olarak bulunmuştur.

Ahşap malzemenin homojen olmaması nedeniyle, bir levhanın pürüzlülük profili ahşap anatomisinden etkilenir, bu nedenle ahşap yüzey kalitesinin analizini oldukça karmaşık hale getirir (Hendarto ve ark., 2006). Ahşap ürünlerin yüzey kalitesi genellikle yüzey düzensizlikleri veya yüzey pürüzlülüğü ile karakterize edilir (Fujiwara ve ark., 2003).

Bu çalışmada, ülkemizde ve diğer yabancı ülkelerde mobilya sektöründe kullanılan ve önemli bir değere sahip olan doussié (*Afzelia africana*), sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve teak (*Tectona grandis* L.) odunlarının farklı numaralı zımparalar karşısındaki yüzey pürüzlülüğüne ait parametreleri (R_a , R_q ve R_z) belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçların doussié, sapelli ve teak odun türlerine ait literatür bilgisine önemli katkılarda bulunacağı düşünülmektedir.

MATERYAL VE METOT

Ahşap Malzeme: Doussié (*Afzelia africana*), sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve teak (*Tectona grandis* L.) ağaç türlerine ait ahşap örnekleri Mersin İlinde Orman Ürünleri Sanayi Bölgesi'nden satın alınma yöntemi ile temin edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için deney örnekleri 100 × 10 × 2 cm boyutlarında 5 adet olacak şekilde alınmış, daha sonra bu örnekler üzerinde ISO 554 (1976) standardına göre iklimlendirme işlemleri yapılmıştır.

Zımparalama İşlemi: 10 x 10 x 2 cm ölçülerinde hazırlanmış doussié, sapelli ve teak odunlarına ait ahşap örneklerinin yüzeyleri 80, 100, 120, 150 ve 180 numaralı zımparalar kullanılarak zımparalanmıştır.

Yüzey Pürüzlülüğü Parametrelerinin Belirlenmesi: Yüzey pürüzlülükleri parametreleri (R_a , R_q ve R_z) ISO 16610-21, (2011) standardına göre ayarlanmış olan JD - 520 model pürüzlülük (Şekil 1) test cihazında yapılmıştır. Yüzey pürüzlülüğü parametrelerine ait ölçümler liflere dik yönde yapılmıştır. Cihaz örnek uzunluğu 2.5 mm ve örnek uzunluk sayısı (cut-off) 5 olacak şekilde ayarlanmıştır. Çalışmada 10'ar ölçüm her uygulama için alınmış olup, 5 adet örnek üzerinden hazırlanmıştır.



Şekil 1. Yüzey pürüzlülüğü cihazı (JD - 520 model)

İstatistiksel Analiz: Bu çalışmada, bir SPSS programında homojenlik grupları, varyasyon katsayıları, standart sapmaları, varyans analizleri, maksimum ve minimum sonuç değerleri ile ortalamaları hesaplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Doussié, sapelli ve teak ahşap örneklerinde belirlenmiş olan yüzey pürüzlülüğü parametreleri için varyans analizi sonuçları Tablo 1’de gösterilmektedir. Tablo 1 incelendiğinde, bu ahşap türlerinde yüzey pürüzlülüğü ölçümlerine ait olan R_a , R_q ve R_z parametrelerine ait yüzey işlemi uygulamasının anlamlı olduğu görülmektedir ($\alpha \leq 0.05$).

Tablo 1. Yüzey pürüzlülüğü parametreleri için varyans analizi sonuçları

Ağaç Türü	Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Doussié (<i>Azela africana</i>)	R_a	Zımpara Numarası	4	138.721	34.680	554.591	0.000*
		Hata	45	2.814	0.063		
		Toplam	50	1792.062			
		Düzeltilmiş Toplam	49	141.535			
	R_q	Zımpara Numarası	4	275.544	68.886	358.801	0.000*
		Hata	45	8.640	0.192		
		Toplam	50	3480.456			
		Düzeltilmiş Toplam	49	284.183			
	R_z	Zımpara Numarası	4	7022.303	1755.576	893.065	0.000*
		Hata	45	88.460	1.966		
		Toplam	50	87549.122			
		Düzeltilmiş Toplam	49	7110.763			
Sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>)	R_a	Zımpara Numarası	4	89.642	22.410	2096.375	0.000*
		Hata	45	0.481	0.011		
		Toplam	50	1592.180			
		Düzeltilmiş Toplam	49	90.123			
	R_q	Zımpara Numarası	4	157.480	39.370	891.215	0.000*
		Hata	45	1.988	0.044		
		Toplam	50	2939.572			
		Düzeltilmiş Toplam	49	159.468			
	R_z	Zımpara Numarası	4	3865.971	966.493	473.895	0.000*
		Hata	45	91.776	2.039		
		Toplam	50	82096.619			
		Düzeltilmiş Toplam	49	3957.747			

Teak (<i>Tectona grandis</i> L.)	R_a	Zımpara Numarası	4	77.271	19.318	904.434	0.000*
		Hata	45	0.961	0.021		
		Toplam	50	1516.932			
		Düzeltilmiş Toplam	49	78.232			
	R_q	Zımpara Numarası	4	123.123	30.781	882.569	0.000*
		Hata	45	1.569	0.035		
		Toplam	50	2786.069			
		Düzeltilmiş Toplam	49	124.692			
	R_z	Zımpara Numarası	4	2976.672	744.168	634.498	0.000
		Hata	45	52.778	1.173		
		Toplam	50	80305.441			
		Düzeltilmiş Toplam	49	3029.450			
*: Anlamlı							

Doussié, sapelli ve teak ahşap örneklerinde bulunmuş olan yüzey pürüzlülüğü parametrelerine (R_a , R_q ve R_z) ait SPSS sonuçları Tablo 2’de gösterilmektedir. Doussié, sapelli ve teak odunlarında en yüksek R_a , R_q ve R_z parametreleri 80 numaralı zımpara kullanılarak elde edilmiş örneklerde belirlenirken, en düşük R_a , R_q ve R_z parametreleri 180 numaralı zımpara uygulamasına sahip örneklerde tespit edildiği görülmektedir. Çalışmada kullanılan zımpara numarasının artması ile pürüzlülük parametrelerine (R_a , R_q ve R_z) ait değerlerin azaldığı belirlenmiştir (Tablo 2).

Çamlıbel ve Ayata (2020) tarafından monkey pod (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth.) odununa ve Ayata (2020) tarafından ayous (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum) odununa yapılan pürüzlülük araştırmalarında da benzer sonuçların elde edildiği rapor edilmiştir.

Ahşap yüzey pürüzlülüğü, ahşap ürünlerin nihai kalitesini etkileyen önemli bir parametredir. Ahşap zımparalama kalitesi, son ahşap işleme aşaması - ahşap kaplama için özellikle önemlidir (Williams ve ark., 2000). Pürüzlülük, işlenmiş bir yüzeydeki ince düzensizlikleri karakterize eder. Bu düzensizlikler, ahşap işleme operasyonları veya anatomik yapısal özelliklerle üretilen tepe ve çukurların yüksekliği, genişliği ve şekli ölçülerek belirlenebilir. Yüzey kalitesi karmaşık bir tanımdır ve günümüzde daha yaygın olan R_a , R_z ve R_{max} parametreleri gibi farklı parametrelerle karakterize edilmektedir (Magoss 2008).

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir:

- Doussié odunu için 80 numaralıda 8.143 μm , 100 numaralıda 6.953 μm , 120 numaralıda 5.641 μm , 150 numaralıda 4.507 μm ve 180 numaralıda 3.483 μm olarak elde edilmiştir.

- Sapelli odunu için 80 numaralıda 7.549 μm , 100 numaralıda 6.265 μm , 120 numaralıda 5.281 μm , 150 numaralıda 4.661 μm ve 180 numaralıda 3.648 μm olarak tespit edilmiştir.

- Teak odunu için 80 numaralıda 7.230 μm , 100 numaralıda 6.179 μm , 120 numaralıda 5.287 μm , 150 numaralıda 4.369 μm ve 180 numaralıda 3.756 μm olarak bulunmuştur.

- Bütün ağaç türlerinde zımpara numarasının 80'den 180'e doğru artmasıyla yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin (R_a , R_z ve R_q) azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bu ağaç türlerine ait ahşapların yüzeylerine farklı vernik türleri (su bazlı tek ve çift komponentli, selülozik, poliüretan, sentetik, vb.) uygulanmalı ve çeşitli yaşlandırma (doğal, yapay, vb.) işlemleri üzerine araştırmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahouangonou, S., (1978). Contribution à l'étude de la germination d'*Azizelia africana* (Caesalpiniaceae), Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, 15-18.
- Akoègninou, A., Van der Burg, W.J., Van der Maesen, L.J.G., Adjakidjè, V., Essou, J.P., Sinsin, B., and Yédomanhan, H., (2006). Flore analytique du Bénin, Backhuys publishers, Wageningen.
- Anonim, (1953). U.S. Forest Service Forest Products Laboratory, Foreign woods frequently imported in the United States. Rpt. 1940, 19 pp. (Teak).
- Anonim, (1955). Tropical woods. Ed. 2, 64 pp., illus. New York.
- Anonim, (1956). British Forest Products Research Laboratory, A Handbook of Hardwoods, Department of Scientific and Industrial Research, Forest Products Research, Her Majesty's Stationery Office, London, 269 pp.
- Anonim, (1999). Beak Consultants and Geomatics International Inc., Forest Resources Study, Vol 11, Ondo and Ekiti States Forest Inventory, Management, Planning and Recommendations, FORMECU, Abuja.
- Arbonnier, M., (2002). Arbres arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest, CIRAD-MNHN. 2e édition, 576 p.
- Arowosege, O.G.E., (2010). Lesser used wood species and their relevance to sustainability of tropical forests: 305-322. In: Kolade Adeyoju, S., Bada, S.O., (eds), Readings in Sustainable Tropical Forest Management.
- Aubréville, A., (1968). Légumineuses. Césalpinioidées, Flore du Gabon, Vol. 15, Paris: Museum National d'Histoire Naturelle, 111-118.
- Ayata, U., Gurleyen, T., and Gurleyen, L., (2018). Effect of heat treatment on color and glossiness properties of zebrano, sapeli and merbau woods, Furniture and Wooden Material Research Journal, 1(1): 11-20. DOI: 10.33725/mamad.428913.
- Ayata, Ü., (2020). Ayous odununun bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ve ısıtma işleminden sonra renk ve parlaklık özellikleri, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 3(1): 22-33. DOI: 10.33725/mamad.724596.
- Ayata, Ü., and Çavuş, V., (2018). The determination of the surface adhesion resistance and pendulum hardness on the parquets applied UV varnish as single and double layers, Journal of Engineering Sciences and Design, 6(4): 541-545. DOI: 10.21923/jesd.388346.
- Baar, J., Tippner, J., and Rademacher, P., (2015). Prediction of mechanical properties - modulus of rupture and modulus of elasticity - of five tropical species by nondestructive methods. Maderas. Ciencia y Tecnología, 17(2): 239-252. DOI: 10.4067/S0718-221X2015005000023.
- Balfas, J., (2019). Impregnation of teak extract and resins in rubberwood and fast-grown teak wood, Journal of Tropical Forest Science, 31(2): 189-199.

- Banik, R.L., (1993). Teak in Bangladesh. In: Wood, H., (1993). Teak in Asia, Proceedings of the China/ESCAP/FAO Regional Seminar on Research and Development of Teak, 1991, pp 1-10, FAO, Bangkok.
- Bonou, W., Glèlè Kakaï, R., Assogbadjo, A.E., Fonton, H.N., and Sinsin, B., (2009). Characterisation of *Afzelia africana* Sm. habitat in the Lama Forest reserve of Benin, Forest Ecology and Management, 258(7): 1084-1092. DOI: 10.1016/j.foreco.2009.05.032.
- Brush, W.D., (1945). Teak (*Tectona grandis* L.f.). U.S. Dept. Agr. Forest Serv., 13 pp.
- Chalk, L., Davy, J., Burt, Desch, H.E., and Hoyle, A.C., (1933). Forest Trees and Timbers of the British Empire, Vol. II-Twenty West African Timber Trees, 108 pp., Oxford, Clarendon Press.
- Champion, H.G., Brasnett, N.V., (1958). Choice of tree species. FAO Forestry Development Paper 13, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 307 p.
- Chanda Bacha, S., (1977). The Kannimara teak, Indian Farming, 26(11): 23.
- CIRAD, (2003). "No Title," CIRAD Forestry Department, 1-2.
- Çalım, O., (2013). Sıvı azot muamele görmüş ve boraks ile emprenye edilmiş ağaç malzemenin yanma özelliklerinin belirlenmesi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Karabük.
- Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2020). Monkey pod odununda yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin ve shore-D sertlik değerinin belirlenmesi, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 3(2): 93-100. DOI: 10.33725/mamad.827211.
- Çolak, G., (2014). Isıl işlemin (ThermoWood yöntemi) bazı ağaç türlerinin fiziksel özellikleri, çürüklük ve hava koşullarına karşı dayanıklılığı üzerine etkileri, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce.
- Dabral, S.L., (1967). Extraction of teak seeds from fruits, their storage and germination. Indian Forester, 102(10): 650-658.
- Dickinson, F.E., Hess, R.W., and Wangaard, F.F., (1949). Properties and uses of tropical woods, I. Tropical Woods, 95: 1-145.
- Donkpegan, A.S.L., Hardy, O.J., Lejeune, P., and Oumorou, M., (2014). Un Complexe d'Espèces d'*Afzelia* Des Forêts Africaines d'Intérêt Économique et Écologique (Synthèse Bibliographique), 18(2): 233-246.
- Esteves, B., Şahin, S., Ayata, Ü., Domingos, I., Ferreira, J., and Gürleyen, L., (2021). Effect of heat treatment on shore-D hardness of some wood species, Bioresources, 16(1): 1482-1495. DOI: 10.15376/biores.16.1.1482-1495.
- Fuentes, F., Silva, J., Lomelí, M., Richter, H., and Sanjuán, R., (2002). Comportamiento higroscópico de la madera de *Persea americana* var.

- guatemalensis* Mill (Hass), Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 8(1): 49-56.
- Fujiwara, Y., Fujii, Y., and Okumura, S., (2003). Effect of removal of deep valleys on the evaluation of machined surface of wood, Forest Products Journal, 53(2): 58-62.
- Gaff, M., Kacık, F., Gašparík, M., Todaro, L., Jones, D., Corleto, R., Osvaldová, L.M., and Čekovská, H., (2019b). The effect of synthetic and natural fire-retardants on burning and chemical characteristics of thermally modified teak (*Tectona grandis* L.f.) wood, Construction and Building Materials, 200: 551-558. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.12.106.
- Gérard, J., and Louppe, D., (2011). *Afzelia africana* Sm. ex Pers. Fiche de PROTA4U, Lemmens, R.H.M.J., Louppe, D., & Oteng-Amoako, A.A. (Editeurs).
- Guibal, D., Cerre, J.C., Gérard, J., and Paradis, S., (2017). Tropical Timber Atlas: Technological characteristics and uses: Quae 1002 p.
- Gürleyen, L., ve Ayata, Ü., (2018). Teak, black ebony ve wenge odun türlerinin EDS analizinde ısıtılma işlemi (ThermoWood method) etkisi, Multidisipliner Çalışmalar-3 (Sağlık ve Fen Bilimleri), Gece Kitaplığı Yayınevi, Birinci Basım, Ocak 2018, Editörler: Rıdvan Karapınar, Murat A. Kuş, Ankara, Türkiye, 313-322. ISBN: 978-605-288-223-8.
- Hall, J.B., and Swaine, M.D., (1981). Geobotany: Distribution and ecology of vascular plants in a tropical rain forest, Forest Vegetation in Ghana, W. Junk Publishers, The Hague.
- Hawthorne, W.D., (1994). Fire damage and forest regeneration in Ghana, ODA Forestry Series No. 4, Natural Resources Institute, Chatham Maritime, Kent, U.K.
- Hendarto, B., Shayan, E., Ozarska, B., and Carr, R., (2006). Analysis of roughness of a sanded wood surface, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28(7-8): 775-780. DOI: 10.1007/s00170-004-2414-y.
- Irvine, F.R., (1961). Woody plants of Ghana, Oxford University Press, London, U.K.
- ISO 16610-21, (2011), Geometrical Product Specifications (GPS) - Filtration - Part 21: Linear Profile Filters: Gaussian Filters, Standard.
- ISO 554, (1976), Standard Atmospheres for Conditioning and/or Testing - Specifications, International Organization for Standardization.
- Jamala, G.Y., Olubunmi, S.O., Mada, D.A., and Abraham, P., (2013). Physical and mechanical properties of selected wood species in tropical rainforest ecosystem, Ondo State, Nigeria, IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS), 5(3): 29-33.

- Jankowska, A., (2018). Assessment of sorptive properties of selected tropical wood species, *Drvna Industrija*, 69(1): 35-42. DOI: 10.5552/drind.2018.1733.
- Jayeola, A.A., Aworinde, D.O., and Folorunso, A.E., (2009). Use of wood characters in the identification of selected timber species in Nigeria, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37(2): 28-32. DOI: 10.15835/nbha3723214.
- Jenik, J., and Mensah, K.O.A., (1967). Root systems of tropical trees, 1, *Mycorrhiza of *Azelaia africana* Sm.* Preslia, 39: 59-65.
- Josue, J., and Imiyabir, Z., (2011). Anatomical features, quality and mechanical properties of 15-year-old *Tectona grandis* (teak) planted in sabah, ITTO project on improving utilization and value adding of plantation timbers from sustainable sources in Malaysia Project No: PD 306/04 (1): 1-33. ISBN 978-967-5221-47-7.
- Karal, İ., (2017). Renklendirme ve renk açma işlemlerinin antifungal etkilerinin belirlenmesi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Düzce.
- Lincoln, W.A., (1986). *World wood in colour*, Stobart, 320 pages.
- Longwood, E.R., (1961). Puerto Rican woods: their machining, seasoning, and related characteristics, *Agrie. Handb.* 205. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, 98 p.
- Magoss, E., (2008). General regularities of wood surface roughness, *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica*, 4(1): 81-93.
- Mahapol, S., (1954). Teak in Thailand. Report R16. Bangkok, Thailand: Ministry of Agricultural Research, Forest Department, 31 p.
- Mahoney, W., (2000). *Wood Engineering Handbook* (2nd Edition), BNI Building News, pp 4-6, Chap. 20.
- Melorose, J., Perroy, R., and Careas, S., (2015). Arbres, Arbustes et Lianes Des Zones Sèches d'Afrique de l'Ouest, *Statewide Agricultural Land Use Baseline*.
- Mounguengui, S., Tchinda, J.B.S., Ndikontar, M.K., Dumarçay, S., Attéké, C., Perrin, D., Gelhay, E., and Gérardin, P., (2016). Total phenolic and lignin contents, phytochemical screening, antioxidant and fungal inhibition properties of the heartwood extractives of ten Congo Basin tree species, *Annals of Forest Science*, 73: 287-296. DOI: 10.1007/s13595-015-0514-5.
- Mshana, N.R., Abbiw, D.K., Addae-Mensah, I., Adjanouhoun, E., Ahyi, M.R.A., Ekpere, J.A., Enow-Orock, E.G., Gbile, Z.O., Noamesi, G.K., Odei, M.A., Odunlami, H., Oteng-Yeboah, A.A., Sarpong, K., Sofowora, A., and Tackie, A.N., (2000). *Traditional Medicine and Pharmacopoeia, Contribution to the revision of ethnobotanical and Floristic Studies in Ghana*, OAU/STRC Technical Report, 67.

- Onweluzo, J.C., Onuoha, K.C., and Obanu, Z.A., (1995). A comparative study of some functional properties of *Afzelia africana* and glycine max flours, Food Chemistry, 54(1): 55-59. DOI: 10.1016/0308-8146(95)92662-4.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadassand, R., and Simons, A., (2009). Agroforestry database: a tree species reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre ICRAF, Nairobi, KE.
- Reinprecht, L., and Vidholdová, Z., (2019). Rot resistance of tropical wood species affected by water leaching, BioResources, 14(4): 8664-8677. DOI: 10.15376/biores.14.4.8664-8677.
- Sacande, M., (2007). *Afzelia africana* Sacande, Seed Leaflet, 118: 24-26.
- Sallenave, P., (1955). Proprieties Physiques et Mecaniques des Bois Tropicaux de l'union Francaise, 126 pp. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne (Seine)-France.
- Sandermann, W., and Simatupang, M.H., (1966). On the chemistry and biochemistry of teakwood (*Tectona grandis* L. fil), Holz als Roh-und Werkstoff, 24: 190-204.
- Sanghvi, G.V., Koyani, R.D., and Rajput, K.S., (2013). Anatomical characterisation of teak (*Tectona grandis*) wood decayed by fungus *Chrysosporium asperatum*, Journal of Tropical Forest Science, 25(4): 547-553.
- Schubert, T.H., (1974). *Tectona grandis*. In: Schopmeyer, C.S., tech. coord. Seeds of woody plants of the United States. Agric. Handb. 450. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture: 803-804.
- Shan, W.S., (1988). Research Institute of Wood Industry, Identification, properties and uses of some Southeast Asian woods, Chinese Academy of Forestry, Beijing & International Tropical Timber Organization, Yokohama. 201 pp.
- Sotomayor, C.J.R., and Ramirez, P.M., (2013). Densidad y características higroscópicas de maderas mexicanas, Base de datos y criterios de clasificación, Investigación e Ingeniería de la Madera, 9(3): 3-29.
- Stark, M.A., (1986). The relationship between fire and basal scarring in *Afzelia africana* in Benoue National Park, Cameroun African Journal of Ecology, 24(4): 263-271. DOI: 10.1111/j.1365-2028.1986.tb00370.x.
- Şahin, S., ve Ayata, Ü., (2018). Teak, black ebony ve wenge ağaç türlerinde renk ve parlaklık özellikleri üzerine ısıtılma işleminin (ThermoWood metot) etkisi, Multidisipliner Çalışmalar-3 (Sağlık ve Fen Bilimleri), Gece Kitaplığı Yayınevi, Birinci Basım, Ocak 2018, Editörler: Rıdvan KARAPINAR, Murat A. KUŞ, Ankara, Türkiye, 323-334. ISBN: 978- 605-288-223-8.
- Şen, S., ve Yalçın, M., (2010). Türkiye denizlerinde bazı tropik ve yerli ağaç türlerinde oluşan tahribatın incelenmesi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Artvin, Türkiye, Cilt: IV, Sayfa: 1631-1638.
- Taylor, C.J., (1960). Synecology and silviculture in Ghana, The University College of Ghana, Nelson and Sons Ltd, London, UK.

- Tewari, D.N., (1992). A monograph on teak (*Tectona grandis* Linn. f), International Book Distributors, Dehra Dun, India.
- Titmus, F.H., (1949). A concise encyclopedia of world timbers, 156 pp, New York.
- Troup, R.S., (1921). The silviculture of Indian trees, Oxford, U.K.: Clarendon Press. 1, 195 p.
- Wagner, M.R., Atuahene, S.K.N., and Cobbinah, J.R., (1991). Forest entomology in West Tropical Africa: Forest insects of Ghana, Kluwer academic publishers, Dordrecht, Boston, London.
- Weaver, P.L., (1993). *Tectona grandis* L.f. Teak. Res. Note SO-ITF-SM-64. New Orleans: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 18 p.
- White, K.J., (1991). Teak: Some aspects of research and development, FAO, Bangkok.
- White, K.J., Cameron, A.L., (1965). Silviculture techniques in Papua and New Guinea forest plantations, Bulletin 1. Port Moresby, Territory of Papua and New Guinea: Division of Silviculture, Department of Forests, 99 p.
- Williams, S.R., Jourdain, C.H., Daisey, G.I., and Springate, R.W., (2000). Wood Properties Affecting Finish Service Life, Educational Feature, 72(902): 35-42.
- Yarayan, H.Ö., (2019). Üst yüzey işlemi uygulanmış ağaç malzemenin marina koşullarında ısı iletkenliğinin belirlenmesi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Karabük.

Bölüm 12

ORGANİK GÜBRELERİN ORJİN FARKLILIĞI VE İNKUBASYON SÜRELERİNİN TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Siyami KARACA ¹

Bulut SARĞIN ^{2}*

Ferit SÖNMEZ³

1 Dr. Öğr. Üyesi. Siyami KARACA. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü ve Bitki Besleme Bölümü, Tuşba/VANs.karaca@yyu.edu.tr, Orcid No: 0000-0001-2434-1171,

2 Araş Gör. Bulut SARĞIN. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü ve Bitki Besleme Bölümü, Tuşba/VAN bulutsargin@yyu.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-4752-4333

* Sorumlu Yazar

3 Doç.Dr. Ferit SÖNMEZ. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tohum Bilimi ve Teknolojisi Bölümü /Bolu, sonmezferit@ibu.edu.tr, Orcid No:0000-0003-1437-4081

Giriş

Yapılan tahminlere göre dünyada 795 milyon insanın açlık sınırında yaşadığı, 2 milyardan fazlasının yetersiz beslendiği ve 2050 yılında nüfusun 10 milyar olacağı düşünüldüğünde (FAO, 2017) mevcut tarım alanlarının verimliliğinin ve sağlığının sürdürülebilir olmasına çalışmamız gerekmektedir. Toprakların atmosferden yaklaşık iki kat daha fazla karbon içermesi, nüfusun gıda ihtiyacının % 97'sini sağlaması ve biyolojik çeşitliliğin % 98'sinin barındırıyor olması (McBritney et al., 2017) nedeniyle bu kıt kaynağımızı daha çok korumamız gerekmektedir. Koruma yolu olarak toprağımızın var olan yapısını iyileştirmek ya da sürdürülebilir kılmak gerekmektedir. Bu amaçla topraklara organik madde ilavesi büyük önem kazanmaktadır. Organik maddeler toprak verimliliğinde önemli bir rol üstlenmektedir (Yari et al. 2016). Organik gübre uygulamaları, toprağın hidrolik iletkenliğini, agregat stabilitesini, erozyona karşı dayanımını, toprakların verimliliğini ve besin element içeriğinde iyileştirmeler sağlamanın (Christensen and Johnston, 1997; Fan et al. 2005; Yang et al. 2010; Arnhold et al. 2014; Yan et al. 2016) yanı sıra toprakların karbon içeriğini artırarak (Almagro et al. 2014; Goswami et al. 2017) atmosfere CO₂ emisyonu ile azotun salınımını azaltmaktadır (Changa et al. 2019). Ayrıca toprakların mikrobial aktivitesini iyileştirmekte (Abd El-Fittah et al. 2013) ve böylece toprakların kalitesini korumada önemli rol almaktadırlar (Manna et al., 2005). Nitekim D'Hose ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada toprak organik maddesi, bitkisel ürün ve toprak kalite indeksi ile organik gübre uygulamaları arasında pozitif ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Tarım topraklarının sürdürülebilirliğini sınırlandıran faktörlerden biri de ağır metallerle kirlenmesidir. Toprakta ağır metal birikimini etkileyen faktörler Ph, kasyon değişim kapasitesi, çözünmüş oksijen içeriği, yüzey sıcaklığı, kök salgılarının bileşimi ve biyo-yarayışlı metal içeriğidir (Takáč et al., 2009; Buta et al., 2011). Tarım alanlarının ağır metallerce kirlenmesi toprakların verimliliğini ve bitki verimini düşürdüğü gibi toprak-bitki-insan besin zincirine daha fazla girerek (Peralta-Videa et al., 2009) yaşam kalitesinin bozulmasına da neden olur. Yoğun kimyasal gübre kullanımının getirdiği çeşitli çevre problemleri içerisinde toprağın kalitesinin bozulması, toprağın besin elementi dengesinin değişmesi ve özellikle Cd ağır metalinin birikimi nedeniyle alternatif gübreleme olarak organik gübre kullanımı ön plana çıkmaktadır (Wong et al. 1999). Buna karşılık organik gübre kullanımının getirdiği önemli problemlerde mevcuttur: Bunlar içerisinde bitkilerde mikro elementlerin özellikle ağır metal olarak adlandırılanların elementlerin sağlık riski oluşturacak düzeyde birikmesi (Meek, 1974; Diaz-Barrientos et al. 2003) ve insan sağlığı için potansiyel tehlike oluşturan patojenik mikroorganizmalar içermesidir (Kumar et al. 2013). Uzun süreli organik gübre kullanımı ile organik gübrenin içerdiği

ağır metaller üst toprak katmanında birikmektedir (He et al., 2009; Shi et al., 2011). Zhang et al. (2005) çiftliklerden topladıkları 104 adet tavuk gübresi ve 118 adet ahır gübresinin ağır metal (Cu, Zn, As, Cr, Cd ve Pb) içeriklerini inceledikleri çalışma sonunda organik gübrelerin özellikle Cd içeriklerinin izin verilebilir limitlerin üzerinde olduklarını bildirmişlerdir. Arroyo ve ark. (2014) yaptıkları çalışma sonunda uzun süreli tavuk gübresi uygulamasının toprağın As, Cu, Pb, Ni ve Zn içeriklerini artırdığını bildirmişlerdir. Buna karşılık Lupascu et al. (2009) yaptığı çalışmada organik gübre uygulamalarının ağır metallerin toprak kirliliğinde izin verilebilir limitlere ulaşmadığını ve bunların kullanımı ile toprak kalitesinin iyileştirilebileceğini bildirmişlerdir. Uzun süreli ve düzenli olarak uygulanan organik gübrelerin toprağın ağır metal içeriğinde yükselmelere neden olması (Parkpian et al. 2003; Huang and Jin 2008) toprak pH'sındaki azalmadan kaynaklanmakta ve böylece ağır metallerin yayılabilirliği artarak gıda kalitesini bozmakta, toprak organizmaları üzerine yıkıcı etkiye bulunmaktadır (De Vries et al. 2002). Yüksek pH'ya sahip topraklarda ağır metaller toprak kolloidleri yüzeyine bağlanarak alınabilirlikleri azalmaktadır (Tewari an Lee, 1975). Dolayısıyla pH'daki değişim topraktaki ağır metallerin davranışını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen en önemli unsurdur (Yin et al., 2002).

Ağır metallerce kirlenmiş alanlarda toprağın sahip olduğu organik fraksiyonlar ağır metaller ile çeşitli ve kompleks ilişkiler gerçekleştirerek ağır metallerin çözünürlüklerini, hareketliliklerini ve bitkilerce alınabilirliği sınırlandırmaktadır (Krogstad, 1983; Lo et al., 1992; Sauvé et al., 2000; Impellitteri et al., 2002; Yin et al., 2002). Bu yolla ağır metallerin besin zincirine girişimi azalmaktadır. Arnesen and Singh, (1999) yaptıkları çalışmada toprakların yüksek organik madde içeriğine sahip olmaları toprak çözeltisindeki Cd ve Ni konsantrasyonunu azalttığını bildirmişlerdir. Yine bu işlem için toprağa organik gübre uygulamaları gerçekleştirilerek ağır metallerin bitkilerce alınabilirliği azaltılmaya çalışılmaktadır (Singh et al., 2010). Adegbite et al., (2018) yapmış oldukları çalışmada toprağa organik gübre uygulamaları ile $Mn > Fe > Pb > Zn > Cu > Co > Ni > Cr > Cd$ gibi ağır metallerinin izleyen sıra ile biyoyararlanabilirliklerinin azaldığı ve izin verilebilir limitlerin altında bir değer altına indiğini bildirmişlerdir. Toprakta organik madde ve ağır metaller arasındaki bu etkileşim bitkilerin ağır metal alımını da etkilemektedir. Nitekim Kasem and Singh (2001a) yaptıkları çalışmada Cd, Ni, ve Zn ile kirlenmiş toprağa %4 organik madde ilavesi ile bitkinin toplam Cd alımında %30, Ni alımında %37 azalma olduğu, çinko alımına ise etki etmediğini bildirmişlerdir. Kasem and Singh (2001b) yaptıkları başka bir çalışmada çözünebilir Cd, Ni ve Zn miktarlarının organik madde ilavesi yapılmış toprakların uygulanmamış topraklara göre 2-5 kez daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Humik asit, fulvik asit ve huminden oluşan (Weng et al., 2002) ve hidrofobik özelliğe sahip (Croué et al., 2002) organik maddenin en son ayrışma ürünü olan humus, toprak çözeltisindeki metaller ile güçlü bağ kurarak (Cornu et al., 2011) bitkilerce alımını ve yer altı sularına yıkanarak karışmasını (Bolana et al., 2014) azalttığı gibi besin zincirindeki toplam miktarını da azaltabilmektedir (Sparks, 2003). Nitekim Ren et al. (2015) yaptıkları çalışmada toprakta humusun özellikle de fulvik asitin, Cu ve Cd ile güçlü bağlar kurduğunu, Pb içinse daha fazla çalışılması gerektiğini bildirmişlerdir. Skarpa et al. (2011) yaptıkları çalışma sonunda kobaltın humik asit ile bakırında fulvik asit ile ters ilişki gösterdiğini bildirmişlerdir. Xiang et al. (2005) yaptıkları çalışmada toprak çözeltisindeki miktarlarının ilk üç haftada arttığı ancak 8 haftalık inkubasyon sonunda $Pb > Cu > Zn > Cd$ sırası ile azaldığını bildirmişlerdir. Bu azalmanın özellikle organik madde içeriğinin yüksek olduğu topraklarda daha belirgin olduğunu bildirmişlerdir.

Bu kitap bölümünde, yürüttüğümüz çalışmanın sonuçları literatür eşliğinde ortaya konarak, uygulamaların toprakların pH, tuz ve organik madde içeriklerine etkisi ile makro element, mikro element ve ağır metal içeriklerine etkisi değerlendirilmiştir.

Materyal ve Metod

Bu çalışma Van ilinden alınan alkalın karakterli toprak örneklerinde uygulamalar yapılarak yürütülmüştür. Denemede arıtma çamuru, koyun gübresi, çay kompostu, taze çay atığı, solucan gübresi, yosun gübresi kullanılmıştır. Bu organik gübrelerin herbiri % 5 ve % 10 oranlarında topraklara karıştırılarak uygulanmıştır. Uygulamaların inkubasyon süreleri 0, 2 ve 4 hafta olacak şekilde belirlenmiştir. Çalışma, iklim odasında kontrollü koşullarda yürütülmüştü. Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirildi. Deneme boyunca topraklar tarla kapasitesi seviyesinde olacak şekilde saf su ile sulama yapılmıştır. 0 hafta uygulamasında, saksılarda ki topraklar tartımlar yapıldıktan sonra tarla kapasitesine getirilmiş ve daha sonra analizler yapılmıştır. Toprak analizlerinde, pH ve EC 1:2.5 oranında toprak su süspansiyonunda Jackson (1958) ve Richards (1954)'e göre, organik madde modifiye edilmiş Walkley Black yöntemiyle (Walkley and Black, 1947), yarıyışlı fosfor sodyum bikarbonat yöntemiyle (Olsen ve ark., 1954), toplam azot Kjeldahl (Kacar 1994) yöntemine göre, değişebilir K, Mg ve Ca 1 Normal amonyum asetat çözeltisi ile Thomas (1982) göre, alınabilir Fe, Zn, Cu, Mn, Pb, Ni, Cd ve Co Kacar (1994)' ın bildirdiği şekilde DTPA ile çalkalanarak hazırlanan toprak ekstraktları Thermo ICE 3000 atomik absorpsiyon spektrofotometre (AAS) cihazında belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, Costat istatistik programları ile analiz edilmiş ve Duncan'ın çoklu aralık testine göre harflendirilmiştir (Düzgüneş ve ark. 1987).

1-Organik Gübrelerin Toprak pH, Tuz ve Organik Madde İçerğine Etkisi

Organik gübre çeşitleri, farklı inkubasyon süreleri ve gübre dozu uygulamalarının toprağın pH, tuz ve organik madde içeriğine etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1’de, ortalamalara ait değerler ise Şekil 1, 2 ve 3’te verilmiştir.

Çizelge 1. Uygulamaların toprağın pH, tuz ve organik madde içeriğine etkisine ait varyans sonuçları

V.K.	S.D.	pH		Tuz		Organik madde	
		K.O	F Değeri	K.O	F Değeri	K.O	F Değeri
I	2	1.339	114.80***	4788395	66.68***	15.24	632.03***
D	1	0.045	3.82 öd	20749040	288.92***	15.61	647.14***
OG	6	1.312	112.47 ***	67694841	942.62***	10.21	423.51***
IxD	2	0.006	0.54 öd	73990	1.03 öd	1.52	62.98***
IxOG	12	0.092	7.96 ***	1159276	16.14***	1.56	64.48***
DxOG	6	0.168	14.39***	16225227	225.93***	2.84	117.53***
IxDxOG	12	0.015	1.29 öd	61223	0.85 öd	0.43	17.80***
Hata	84	0.011		71815		0.02	

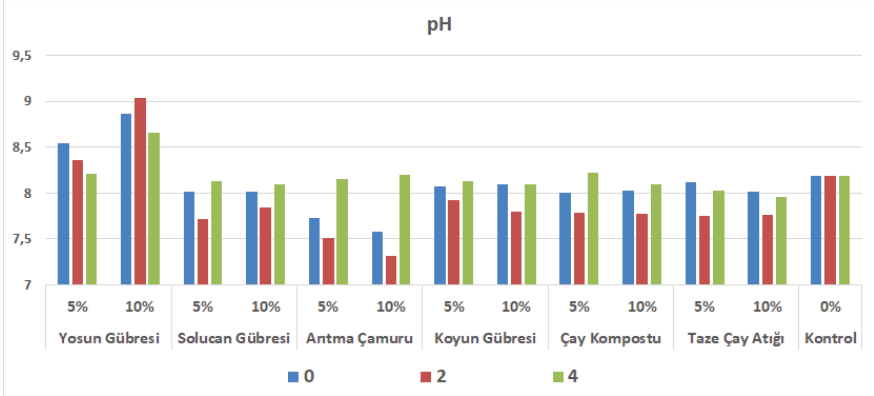
*, 0.05%, **, 0.01%, öd; önemli değil, I; Inkubasyon süresi, D; Doz, OM; Organik Gübre.

Çizelge 2. Uygulamaların toprağın pH, tuz ve organik madde içeriğine etkisine ait ortalamalar ve Duncan harflendirmeleri

Uygulamalar	pH	Tuz µS cm ⁻¹	O.M %
Inkubasyon süresi			
0 hafta	8.13 b	1893 b	2.22 a
2 hafta	7.92 c	1997 b	1.43 b
4 hafta	8.17 a	2364 a	1.04 c
Uygulama Dozları, %			
5	8.04 b	1678 b	1.21 b
10	8.10 a	2491 a	1.92 a
Organik gübreler			
Yosun gübresi	8.67 a	6450 a	2.78 a
Solucan gübresi	7.97 cd	1516 c	1.94 c
Akıntı çamuru	7.74 e	1708 b	2.18 b
Koyun gübresi	8.02 c	1333 cd	1.28 d
Çay kompostu	7.98 cd	1383 cd	1.02 e
Taze çay atığı	7.94 d	1254 d	1.04 e
Kontrol	8.18 b	951 e	0.70 f

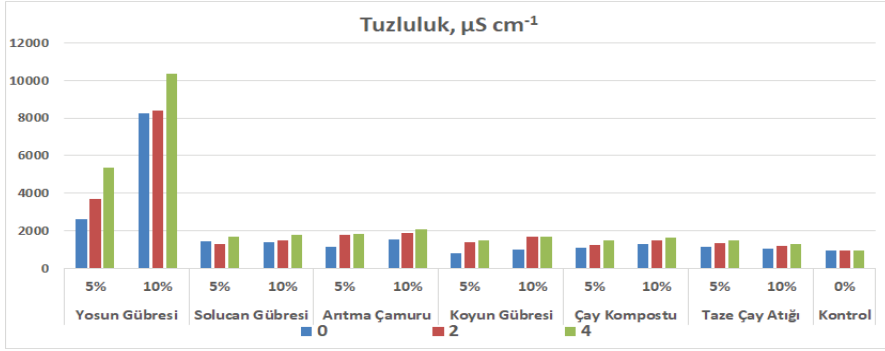
Bazı organik gübreler toprak pH’sında artışa neden olurken (Awad ve ark., 2015; Tamer ve ark., 2016), bazılarıda düşüşe (Awad ve ark., 2015; Sönmez ve Alp, 2019) neden olmaktadır. Toprak pH’sı üzerine organik gübrelerin etkisi sahip oldukları yüksek miktarda H⁺ iyonlarının bağlanma alanı ile toprak pH’sında değişimlere neden olmasındandır (McCauley ve ark., 2017). Toprağa uygulanan organik gübrelerdeki organik maddenin ayrışması sırasında bazı organik asitler ve karbonik asit ortaya çıkmaktadır (Chang ve ark., 1991). Nitekim Ritchie ve Dolling (1985) yaptıkları araştırma sonucunda organik maddenin salgılamış olduğu H⁺ iyonlarının toprak pH’sı üzerine önemli düzeyde etki ettiğini bildirmişlerdir. Organik gübre uygulama sonrası geçen sürede toprak pH’sında gerçekleşen değişimler yapmış olduğumuz çalışmada ortaya konulmuştur. Bazı

organik gübrelerin inkubasyon süresine bağlı olarak pH'da artışa neden olukun bazılarıda azalışa neden olmuştur (Şekil 1). Toprak pH'sındaki değişimlerin bitkilerin besin element alınımları üzerine etkisi yanı sıra topraktaki mikrobial çeşitliliğide etkilediği artık bilinmektedir. Yosun gübresi uygulaması ile toprak pH'sında görülen artış muhtemelen yosun gübresinin içermiş olduğu yüksek Na^+ iyonunun bir etkisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Kantachote ve ark., 2004).



Şekil 1. *IxDxOG* interaksiyonunun toprak pH'sına etkisi

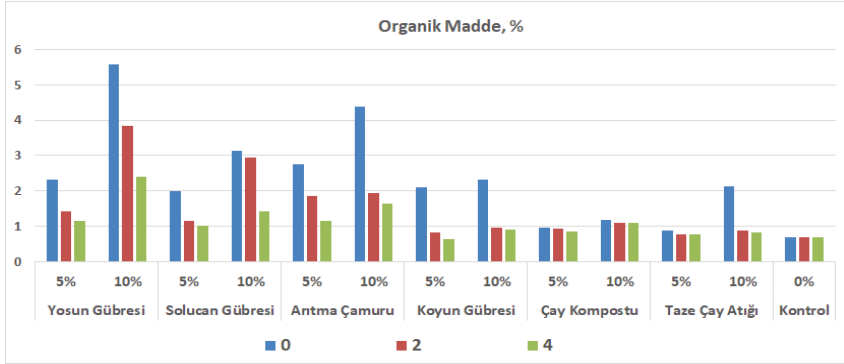
Organik gübrelerin elde edildiği kaynak sahip oldukları birçok özellik üzerine de etkili olmaktadır. Bu farklılıklar uygulandıkları toprakların kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine de birbirinden ayrılmış şekilde etki etmektedir. Bu çalışmamızda kullandığımız orjini farklı organik gübrelerin toprak pH'sı üzerine etkisi özellikle yosun gübresi uygulaması ile taze çay atığı uygulamalarında belirgin şekilde görülmüştür (Şekil 1). Kontrol toprağına göre 0. hafta inkubasyon süresinde ve % 10 yosun gübresi uygulaması yaklaşık 1.00 birim pH'da artışa neden olurken, taze çay atığı uygulaması ise 0.15 birim düşmeye neden olmuştur (Şekil 1). Benzer olarak Alagöz ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada yedi ay sonra yapılan ölçümlerde artan organik gübre uygulamalarının toprak pH'sında önemli değişimlere neden olduklarını bildirmişlerdir. Azeez ve Van Averbeke (2012) yaptıkları çalışmada inkubasyon süresine bağlı olarak organik gübre uygulamalarının toprak pH'sında düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir. Roy ve Kashem (2014) yaptıkları çalışmada bir aylık inkubasyon süresi sonunda organik gübre uygulamalarının toprak pH'sında çok azda olsa artış sağladığını bildirmişlerdir. Yine Karaşija ve ark. (2016) yaptıkları iki yıllık araştırma sonunda pH'da özellikle asit karakterli peat uygulamasının düşüşe neden olduğu, ahır gübresi uygulamasının artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Lopez-Mosquera and Pazos (1997) yaptıkları çalışmada yosun fertilizer uygulaması ile toprak pH'sının 0.3-0.6 birim arasında arttığını bildirmişlerdir.



Şekil 2. IxDxOG interaksyonunun toprak tuzluluğuna etkisi

Toprak tuzluluğu üzerine uygulanan tüm organik gübreler kontrol toprağına göre artışa neden olmuştur. Uygulamalar arasında artış yosun gübresi>arıtma çamuru>vermikompost (solucan gübresi)>koyun gübresi>çay kompostu> taze çay atığı şeklinde olmuştur. İnkubasyon süresi uzadıkça toprakların tuzluluğu da artmıştır. Kontrol toprağına göre % 5 ve % 10 yosun gübresi uygulamalarında en belirgin artışlar T_3 inkubasyon süresinde % 451.7 ve % 989.7 olarak belirlenmiş, daha sonra T_2 inkubasyon süresinde % 290.1 ve % 781.6 ve 0 hafta inkubasyon süresinde % 173.4 ve % 767.6 oranlarında artış olduğu görülmüştür (Şekil 2). Topraklarda tuzluluğa neden olan katyonlar K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} ve Na^+ ile anyonlardan özellikle Cl^- ve SO_4^{-2} 'ün varlığı önemli tetikleyici unsurlardır (Janzen, 1993). Deniz yosunu gübresinin yüksek miktarda Ca, K, Mg, Na, Cu, Fe, I, ve Zn gibi elementleri içermesi (MacArtain et al., 2007; Mohanty et al. 2013; Mondal 2015) sebebiyle çalışmamızda kullandığımız toprağın tuzluluğunun bu denli yükselmesine neden olduğu düşünülmektedir. Nitekim Possinger (2011) yapmış olduğu çalışma sonunda yosun gübresi kullanımı ile toprakların tuz içeriğinde önemli artışlar olduğunu bildirmiştir. İnkubasyon süresi uzadıkça toprak tuzluluğu artmakta (Şekil 2), buna karşılık organik madde içeriği azalmaktadır (Şekil 3). Toprak tuzluluğunun artışı organik maddenin çözünürlüğü ile toprak çözeltisinin anyon ve katyon içeriğindeki artış ile ilişkilidir (Smith and Doran, 1996). Benzer olarak Gülser ve ark; (2010) Azeez ve Van Averbeke (2012) yaptıkları çalışmalarda organik gübre uygulanmış toprakların tuz içeriğinin inkubasyon süresine bağlı olarak arttığını bildirmişlerdir. Organik gübre ilaveleri ile toprak tuzluluğunda önemli değişimler olmaktadır. Genel olarak uygulanan organik gübreler ile toprak tuzluluğunda artış olduğu birçok çalışma ile bildirilmiştir (Gökoğlu, 2005; Awad ve ark., 2015; Uçgun ve ark., 2019; Sönmez ve Alp, 2019). Bu durum organik gübrelerin içermiş olduğu tuzluluğa neden olan elementlerin yüksek oluşundan ve topraklar özelliklerine bağlı olarak bu tuzluluk etmenlerini tolere edememesinden ve toprakta birikmesinden (Hao ve ark, 2003) kaynaklanmaktadır. Tuzluluk

sorunu olmayan topraklara organik gübre ilavesinde toprak analizine dayalı önerilerde bulunmak gerekmektedir. Aksi takdirde tarımsal üretim yapılan alanlarda tuzluluğun artışına bağlı olarak bitkisel üretimde verimde ve kalitede önemli kayıplar gerçekleşecektir. Buna karşılık bazı çalışmalarda ise tuzluluk değeri yüksek topraklarda organik gübre ilavesinin bitki gelişimini artırdığı da bildirilmiştir (Kusmiyati ve ark., 2018). Yapmış olduğumuz çalışmada orjini farklı gübre uygulamalarının kontrol toprağına göre genel olarak toprak tuzluluğunu artırdığı ve inkübasyon süresine bağlı olarak tuzluluk içeriğinde belirgin artışın gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 2)



Şekil 3. *IxDxOG* interaksyonunun toprak organik maddesine etkisi

Farklı orjinli organik gübre uygulamalarının özellikle 0. hafta uygulama inkubasyon süresinde toprak organik maddesi kontrole göre önemli oranda artış göstermiş, 2 hafta ve 4 hafta inkubasyon sürelerinde ise azalış göstermekle beraber birçoğunda yine kontrolün üzerinde değerler vermiştir. Toprak organik madde içeriğinde en yüksek değeri yosun gübre uygulamasının % 10 uygulama dozunda ve 0 hafta inkubasyon süresinde kontrole göre % 695.7 oranında artış gerçekleşmiştir. En belirgin artışlardan biri de arıtma çamurunun % 10 uygulama dozunda belirlenmiş ve kontrole göre % 525.7 oranında artışlar elde edilmiştir (Şekil 3). Gülser et al. (2010) yaptıkları çalışmada organik gübre uygulanmış toprakların organik karbonunun inkubasyon süresine bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir. Roy and Abdul Kashem (2014) yaptıkları çalışmada organik gübre uygulamaları ile toprağın organik karbon içeriğinin arttığı ancak inkubasyon süresine bağlı olarak organik madde içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçları Follet et al. (2007) tarafından da bildirilmektedir. Organik gübre uygulamaları ile başlangıçta topraktaki organik karbon seviyesinin arttığı ve inkubasyon süresinde organik karbon içeriğinin belirli bir döneme kadar azaldığı bildirilmiştir (Manivannan et al. 2009).

Organik gübreler orjinlerine bağlı olarak organik madde içerikleri oldukça yüksek maddelerdir. Dolayısıyla uygulandıkları toprakların organik madde içeriğinde önemli artışlar sağlamaktadırlar. Nitekim yapılan

birçok çalışmada organik gübre ilavesinin toprakların organik karbon ve dolayısıyla organik madde içeriğini artırdığı bildirilmiştir (Antil ve ark., 2005; Tejada ve ark., 2008; Menšík ve ark., 2018; Koishi ve ark., 2020). Yapmış olduğumuz çalışmada orjini farklı gübrelerin inkubasyon süresine bağlı olarak toprakların organik madde içeriğine etkisi incelenmiş ve sonuç olarak tüm organik gübreler toprağın organik madde içeriğini arttırmıştır. İnkubasyon süresine bağlı olarak azalışların olduğu görülmüştür (Şekil 3). Bu durum organik maddenin mineralize olmasından kaynaklanmaktadır. Benzer olarak Dede ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada inkubasyon süresine bağlı olarak su yosunu uygulanmış toprakların organik madde içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir.

2-Toprak Makro Element İçeriğine Etkisi

Farklı orjinli organik gübre uygulamalarının toplam azot, yarayışlı fosfor ile ekstrakte edilebilir potasyum, kalsiyum ve magnezyum içeriklerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3'te, ortalamalara ilişkin veriler Çizelge 4'te ve interaksiyonlara ait değerler Şekil 4, 5, 6, 7 ve 8'de verilmiştir.

Çizelge 3. Uygulamaların toprağın makro element konsantrasyonlarına etkilerine ait varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	Azot		Fosfor		Potasyum		Kalsiyum		Magnezyum	
		K.O	F Değeri	K.O	F Değeri	K.O	F Değeri	K.O	F Değeri	K.O	F Değeri
I	2	0.031	532.44**	5652	5.61**	135645	20.16**	5442617	27.27**	2686234	730.03**
D	1	0.031	524.13**	6732	6.69*	4462372	663.16**	5179755	25.95**	67948	18.46**
OG	6	0.022	371.87**	909080	903.04**	97048375	14422.53**	18918787	94.78**	535280	145.47**
IxD	2	0.003	53.03**	149	0.14 öd	198094	29.44**	4345204	21.77**	316066	85.89**
IxOG	12	0.003	53.24**	1830	1.82 öd	211112	31.37**	3240695	16.23**	415002	112.78**
DxOG	6	0.005	100.02**	15856	15.75**	1811791	269.25**	4986767	24.98**	138512	37.64**
IxDxOG	12	9.813	16.65**	579	0.58 öd	89063	13.24**	1728089	8.65**	87481	23.77**
Hata	84	5.894		1006		6728		199613		3679	

*, 0.05%, **, 0.01%, öd; önemli değil, I; İnkubasyon süresi, D; Doz, OM; Organik Gübre.

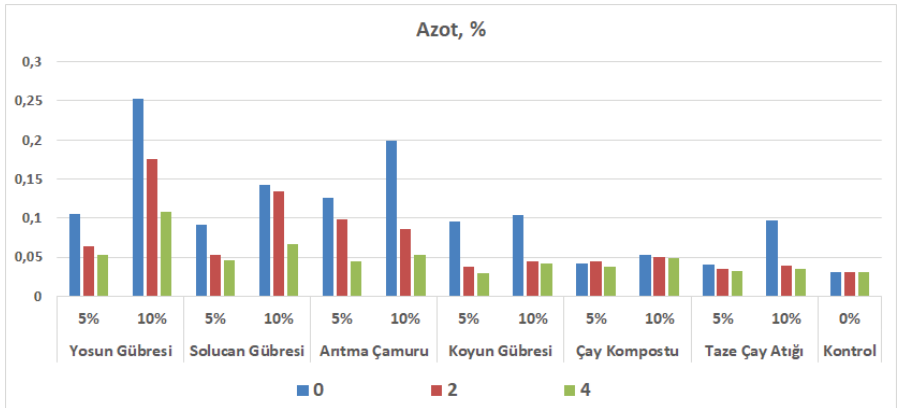
Çizelge 3'te görüleceği üzere toprakların toplam azot içeriği üzerine uygulamaların ve interaksiyonların etkisi %1 düzeyinde etki etmiştir. Yarayışlı fosfor içeriği üzerine inkubasyon süresi, organik gübre ve DxOG interaksiyonu %1, doz uygulamaları %5 düzeyinde etki etmiştir. Ekstrakte edilebilir K, Ca ve Mg içerikleri üzerine uygulamalar ve interaksiyonlar %1 düzeyinde önemli etki etmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Uygulamaların toprağın makro element içeriğine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Uygulamalar	Toplam Azot %	Yarayışlı Fosfor	Eks. Potasyum	Eks. Kalsiyum	Eks. Magnezyum
İnkubasyon süresi					
0. hafta	0.101 a	17.8 ab	1523 a	8392 b	1220 a
2 hafta	0.066 b	18.9 a	1436 b	8635 a	848 b
4 hafta	0.047 c	16.5 b	1416 c	7927 c	737 c
Dozlar, %					
5	0.056 b	17.0 b	1270 b	8521 a	912 b
10	0.087 a	18.5 a	1646 a	8115 b	958 a
Organik gübreler					

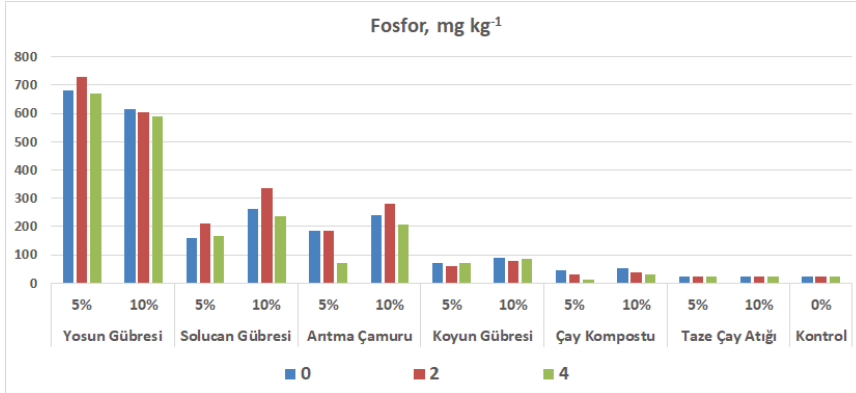
Yosun gübresi	0.126 a	64.8 a	6715 a	6217 d	678 d
Solucan gübresi	0.089c	22.8 b	817 b	8172 c	953 b
Aritma çamuru	0.101 b	20.9 b	476 d	8908 b	977 b
Koyun gübresi	0.058 d	7.5 c	731 b	8241 b	1123 a
Çay kompostu	0.046 e	3.5 d	511 d	8072	807 c
Taze çay atığı	0.046 e	2.4 d	477 d	8871 b	1160 a
Kontrol	0.031 f	2.3 d	480 d	9344 a	846 c

İnkubasyon süresi uzadıkça toplam azot ile ekstrakte edilebilir K ve Mg içeriklerinde azalmalar belirlenirken yarayışlı fosfor ve ekstrakte edilebilir kalsiyum içeriklerinde önce artış sonra düşüş tespit edilmiştir. Azot, potasyum ve magnezyum için en yüksek değerler 0 hafta uygulamalarında sırasıyla %0.101, 1523 mg kg⁻¹ ve 1220 mg kg⁻¹ olarak belirlenmişken, en düşük değerler sırasıyla %0.047, 1416 mg kg⁻¹ ve 737 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu değişimler sırasıyla %119.5, %7.6 ve %65.5 oranında gerçekleşmiştir. Organik gübrelerin dozlarının artışı ile ekstrakte edilebilir kalsiyum hariç toprakların toplam azot, yarayışlı fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum ile magnezyum içeriklerinde artış elde edilmiştir. En yüksek değerler %10 uygulamalarında sırasıyla %0.058, 18.5 mg kg⁻¹, 1646 mg kg⁻¹, 958 mg kg⁻¹ olarak elde edilmiştir (Çizelge 4). Uygulanan organik gübreler içerisinde toprakların toplam azot, yarayışlı fosfor ve ekstrakte edilebilir potasyum içerikleri üzerine en belirgin artışları yosun gübresi uygulamasında elde edilmişken ekstrakte edilebilir kalsiyum ve magnezyum içerikleri açısından en düşük değerler yine yosun gübresi uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Toprakların toplam azot ve yarayışlı fosfor ile ekstrakte edilebilir potasyum, kalsiyum ve magnezyum içerikleri organik gübre uygulamaları ile oldukça ayrımlı tepki ortaya koymaktadır. Organik gübrelerin içermiş oldukları besin elementi içerikleri toprakların makro element içerikleri üzerine de etki etmekte ve bunun sonucunda bitkilerin besin element içeriğinde artışlar elde edilmektedir (Li ve Han 2016; Çerçioğlu ve ark., 2017; Tabitha ve ark., 2018; Çerçioğlu, 2019). Ayrıca organik gübrenin parçalanması esnasında açığa çıkan kimi organik asitler toprağın varolan elementlerinin yarayışlılığını artırmaktadır.



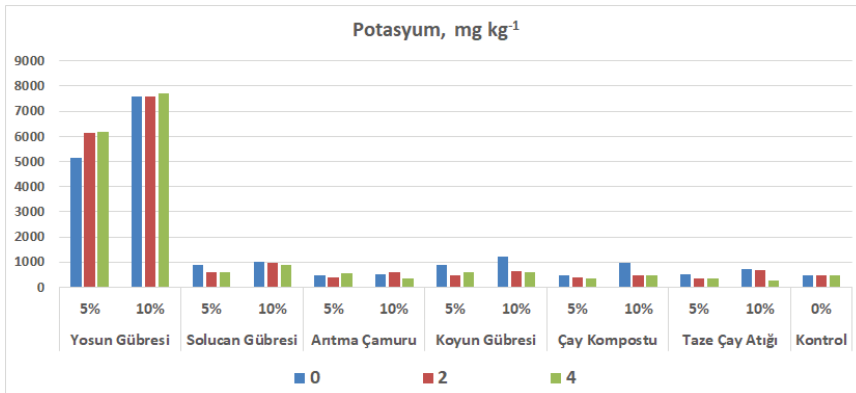
Şekil 4. IxDxOG interaksiyonunun toprakların toplam azot içeriğine etkisi

Şekil 4'te görüleceği üzere toprakların toplam azot içeriği üzerine en belirgin etki yosun gübresi uygulamasında belirlenmiştir. Bunu arıtma çamuru ve solucan gübresi uygulaması takip etmiştir. İnkubasyon süresine bağlı olarak toplam azot içeriğinde düşüşlerin olduğu görülmüştür. Bu durum açığa çıkan azotlu bileşiklerin gerek inorganik kolloidlerce gerekse organik kolloidlerce fiksasyona maruz kalmasından kaynaklanmış olabilir.



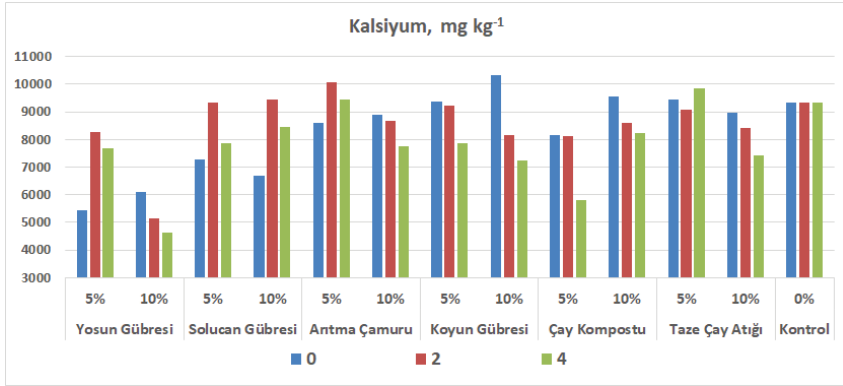
Şekil 5. *IxDxOG* interaksiyonunun toprakların yarıyışlı fosfor içeriğine etkisi

Bitkilere yarıyışlı fosfor içeriği uygulanan organik gübrelerin orjinlerine göre büyük farklılık göstermiştir. En belirgin artış yosun gübresi uygulamasında en düşük etki ise taze çay atığı uygulamasında elde edilmiştir. Solucan gübresi ve arıtma çamuru uygulamaları yarıyışlı fosfor içeriğine etkili olan diğer iki önemli gübre olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 5). Yosun gübresi uygulamasında elde edilen en yüksek yarıyışlı fosfor değerleri yosun gübresinin yüksek oranda fosfor içermesinden kaynaklanmış olabilir. Bu gibi içermiş olduğu mikrobiyal çeşitliliğinin fazlalığında (Liu ve ark., 2013; Wang ve ark., 2018) toprak toprakların yarıyışlı fosfor kapsamında artışa neden olmuş olabilir.



Şekil 6. *IxDxOG* interaksiyonunun toprakların ekstrakte edilebilir potasyum içeriğine etkisi

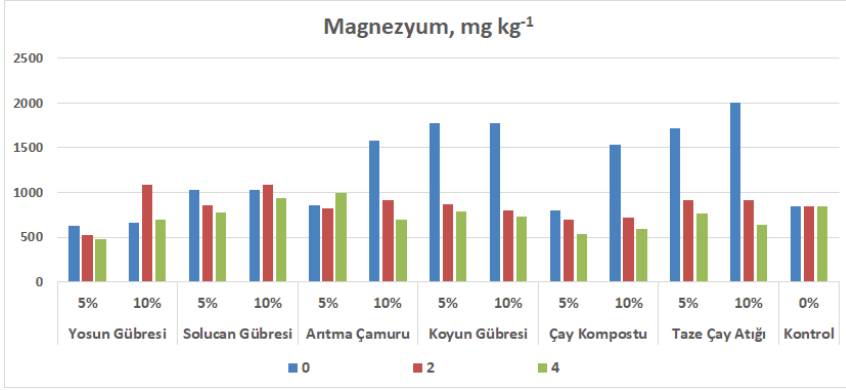
Toprakların ekstrakte edilebilir potasyum içerikleri uygulanan organik gübrelerin orjinlerine göre oldukça değişkenlik göstermiştir. En yüksek değerler yosun gübresi uygulamalarında en düşük ise taze çay atığı gübresi uygulamalarında belirlenmiştir. Yosun gübreleri yetiştikleri ortam gereği bünyelerinde yüksek düzeyde element içermesi nedeniyle potasyum gibi diğer elementlerde de en yüksek değerleri vermiştir. Yosun gübreleri toprağa doğrudan uygulandığında; toprak yapısının düzeltilerek, toprak verimliliğinin uzun süre korunmasına yardımcı olmaktadır. Yıllar boyunca denizler vasıtasıyla doğal olarak kıyıya bırakılan deniz algerinin bazıları tarlalarda gübre olarak kullanılmıştır (Güner ve Aysel, 1996). Nitekim düzenli bir şekilde deniz yosun ekstraktlarının kullanımında yonca, soya, karnabahar, hıyar, domates, patates ve çilekte (Kumbul, 2000) bitkisel gelişmeyi teşvik ettiği, lahanalarda toprak veya yaprak aracılığıyla deniz yosunu özü uygulandığında kök ve sürgün gelişimini arttırmaktadır (Verkleij, 1992). Yine Özenç ve Şen (2017) yaptıkları çalışmada deniz yosunu uygulamalarının domateste önemli verim artışları sağladığını bildirmişlerdir. Deniz yosunu uygulamaları ile toprakların mikrobiyal çeşitliliğinin ve toprak verimliliğinin arttığı yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Liu ve ark., 2013; Wang ve ark., 2018). Kumari ve ark. (2013) deniz yosunu uygulaması sonucunda kontrol toprağına göre toprakların Na, K, Mg, Ca ve Zn elementlerinin içerikleri ile toprağın su tutma kapasitesi ve porozitesin arttırdığını bildirmişlerdir.



Şekil 7. *IxDxOG* interaksiyonunun toprakların ekstrakte edilebilir kalsiyum içeriğine etkisi

Organik gübre uygulamaları genel olarak toprakların ekstrakte edilebilir kalsiyum içeriğinde kontrole göre düşüşe neden olmuşlardır. En belirgin düşüş yosun gübresi uygulamasında belirlenmiştir. Genel olarak yosun gübresi ile ilgili çalışmalarda uygulamalar sonrası toprakların kalsiyum içeriğinde artış olduğu bildirilirken (López-Mosquera ve Pazos, 1997; Kumari ve ark., 2013) bizim çalışmamızda düşüş olduğu görülmüştür. Bu durum muhtemelen deniz yosunlarındaki aljinik asidin metalik

radikallerle birleşerek daha yüksek nem tutma özelliğine sahip yüksek moleküler ağırlığa sahip çapraz bağlı bir polimer oluşturmaktan (Moore 2004) kaynaklanmış olabilir. Ayrıca sahip olduğu yüksek porozite ile de kalsiyumun bağlanmasını artırmış olabilir.



Şekil 8. IxDxOG interaksiyonunun toprakların ekstrakte edilebilir magnezyum içeriğine etkisi

Ekstrakte edilebilir magnezyum içeriği üzerine arıtma çamuru, koyun gübresi ve taze çay atığı uygulamaları kontrole göre artış sağlamış, ancak inkubasyon süresinin uzaması ile bu artışlar kontrol toprağının altında değerler elde edilmesine neden olmuştur. Yosun gübresi uygulaması genel olarak kontrol toprağına göre daha az ekstrakte edilebilir magnezyum değerleri vermiştir (Şekil 8). Bu durum muhtemelen deniz yosununun toprak elementleri ile bileşikler oluşturmaktan (Halpern ve ark., 2015) kaynaklanmış olabilir. Nitekim denizyosunu uygulamalarının elementler ile şelatlama görevi görebileceği bildirilmiştir (Richardson ve ark., 2009).

3- Toprak Mikro Element İçeriğine Etkisi

Uygulamaların alınabilir demir, mangan, çinko ve bakır içeriklerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4'te, uygulamalara ait ortalamalar ve Duncan harflendirmeleri Çizelge 5'te ve interaksiyonlara ait grafikler Şekil 9, 10, 11, ve 12'de verilmiştir. İnkubasyon süresi (I), doz (D) ve organik gübre (OG) uygulamaları yarayırlı Fe, Mn, Zn ve Cu içerikleri üzerine %1 düzeyinde önemli etkide bulunmuştur. IxD interkasiyonunun etkisinin olmadığı, IxOG, DxOG ve IxDxOG interaksiyonlarının ise %1 düzeyinde önemli etki yaptığı belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Uygulamaların toprağın mikro element içeriğine etkisine ait varyans analiz sonuçları

V.K.	S.D.	Demir		Mangan		Çinko		Bakır	
		K.O	F Değeri	K.O	F Değeri	K.O	F Değeri	K.O	F Değeri
I	2	106.28	33.02**	288.28	17.52**	28.42	52.71**	5.775	183.51**
D	1	396.12	123.06**	2651.09	161.08**	10.18	18.74**	2.103	66.83**
OG	6	2192.6	681.19**	4980.23	302.60**	224.29	415.95**	2.452	77.91**
Ix D	2	2.39	0.74 ns	12.48	0.76 ns	1.12	2.08 ns	0.017	0.54 ns
IxOG	12	76.81	23.86 **	82.79	5.03 **	15.74	29.19**	0.369	11.73**
DxOG	6	312.29	97.02 **	2009.06	122.07**	1.73	3.22**	0.986	31.23**
IxD xOG	12	9.92	3.082 **	13.29	0.81 ns	1.27	2.35*	0.188	5.94**
Hata	84	3.21		16.46		0.54		0.031	

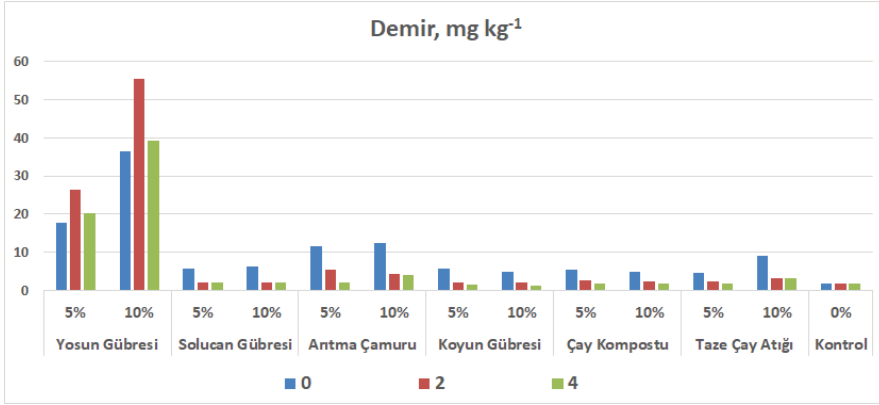
*, 0.05%, **, 0.01%, öd; önemli değil, I; Inkübasyon süresi, D; Doz, OM; Organik Gübre.

Toprakların alınabilir demir, magan, çinko ve bakır içerikleri inkubasyon süresinin uzaması ile azalmışlardır. 0 hafta uygulamasında sırasıyla 9.17 mg kg⁻¹, 16.86 mg kg⁻¹, 2.95 mg kg⁻¹ ve 1.39 mg kg⁻¹ olan değerler 4 hafta inkubasyona bırakılması ile sırasıyla 6.05 mg kg⁻¹, 11.86 mg kg⁻¹, 1.33 mg kg⁻¹ ve 0.67 mg kg⁻¹ a düşmüştür. Bu azalışlar sırasıyla %51.6, %42.2, %121.8 ve %107.5 oranlarında gerçekleşmiştir.

Çizelge 5. Uygulamaların toprağın yarıyıllı mikro element içeriğine etkisine ait ortalamalar

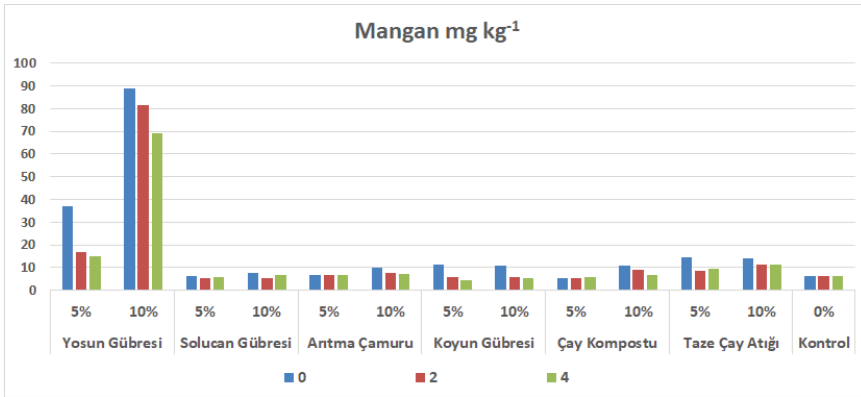
Uygulamalar	Fe	Mn	Zn	Cu
	mg kg ⁻¹			
Inkübasyon süresi				
0 hafta	9.17 a	16.86 a	2.95 a	1.39 a
2 hafta	8.13 b	13.00 b	1.91 b	0.87 b
4 hafta	6.05 c	11.86 b	1.33 c	0.67 c
Dozlar, %				
5	6.02b	9.32 b	1.78 b	0.85 b
10	9.56 a	18.49 a	2.35 a	1.10 a
Organik gübreler				
Yosun gübresi	32.59a	51.41 a	1.37 b	1.20 b
Solucan gübresi	3.39 c	6.19 c	1.82 b	0.88 d
Arıtma çamuru	6.65 b	7.45 c	9.94 a	1.65 a
Koyun gübresi	2. 87cd	7.24 c	0.53 c	0.88 d
Çay kompostu	3.11 cd	7.19 c	0.42 c	0.64 e
Taze çay atığı	4.05 c	11.52 b	0.21 c	1.01 c
Kontrol	1.87 d	6.35 c	0.18 c	0.55 e

En yüksek alınabilir demir, magan, çinko ve bakır içeriklerine organik gübelerin %10 uygulama dozunda ulaşılmıştır. Dozlar arasındaki fark demir, magan, çinko ve bakırda sırasıyla %138.8, %98.4, %32.0 ve %29.4 olarak belirlenmiştir. Toprakların alınabilir demir, magan, çinko ve bakır içerikleri bakımından organik gübreler içerisinde yosun gübresi ve arıtma çamuru ön plana çıkmaktadır. En yüksek alınabilir demir ve magan yosun gübresi uygulanmış topraklarda sırasıyla 32.59 mg kg⁻¹ ve 51.41 mg kg⁻¹, alınabilir çinko ve bakırda arıtma çamuru uygulanmamış topraklarda sırasıyla 9.94 mg kg⁻¹ ve 1.65 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).



Şekil 9. IxDxOG interaksiyonunun toprakların alınabilir demir içeriğine etkisi

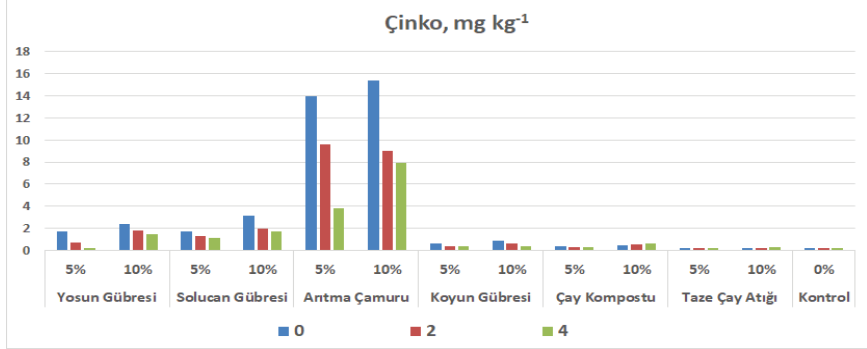
Toprakların alınabilir demir kapsamaları üzerine en belirgin etkinin deniz yosunu gübresi uygulamasının etki ettiği belirlenmiştir. Yosun gübresinin mikro element içeriğinin yüksek olması (Tuhy ve ark., 2015) yanı sıra yapısında içermiş olduğu şelatlama kabiliyetine sahip karbonhidratlardan alginik asit ve mannitol (Hobbs, 2021) gibi bileşikler içermesi ile topraklarda bitkiye yarıyışlılığı az olan mikro elementlerin yarıyışlılığını artırmaktadır. Ayrıca yosun gübresinin içeriğindeki alginik asit toprak partiküllerini bağlayıcı etki yaparak toprak spesifik yüzey alanının artışı teşvike etmekte ve böylece toprakların kimyasal ve biyokimyasal etkinliği artırmaktadır (Hobbs, 2021). Haslam ve Hopkins (1996), yürüttükleri çalışma sonucunda deniz yosunu uygulaması ile agregat stabilitesinin yükseldiğini bildirmişlerdir.



Şekil 10. IxDxOG interaksiyonunun toprakların alınabilir mangan içeriğine etkisi

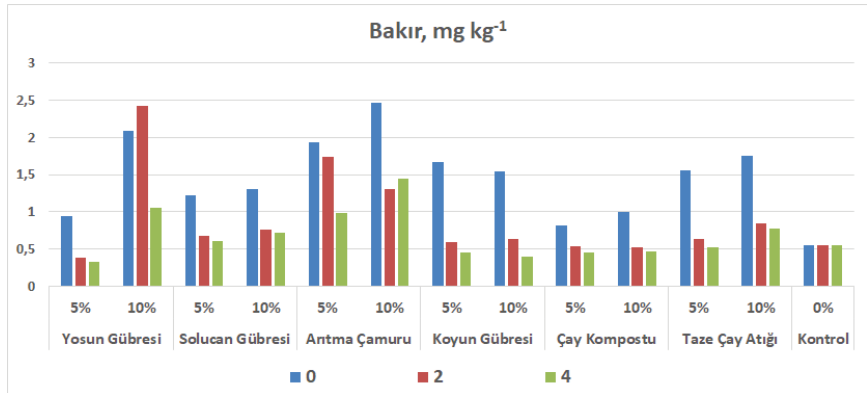
Toprakların alınabilir mangan içerikleri üzerine özellikle yosun gübresi uygulaması belirgin etki etmiştir. Bunu taze çay atığı ve koyun gübresi takip etmiştir (Şekil 10). Benzer olarak Temple ve Bomke (1988) yaptıkları çalışmada deniz yosunu uygulamaları ile toprakların başta değişebilir K,

Ca, Mg ve na içeirkleri yanı sıra Mn içeriğininde arttığını bildirmişlerdir. Bu durum yosun gübresinin sahip olduğu diğer elementler yanı sıra mangan içeriğinin yüksekliğinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca organik gübrelerin uygulandığı toprakta mikrobial aktiviteyi artırmasıyla (Wang ve ark., 2018) ve enzimlerin aktivitesi ile besin elementlerinin alınabilir formlarının artışı sağlamak (Liu ve ark., 2013) gibi etkileri ile bu artışta etkili olmuş olabilir.



Şekil 11. IxDxOG interaksiyonunun toprakların alınabilir çinko içeriğine etkisi

Organik gübre uygulamalarının genelde toprağın alınabilir çinko içeriğinde kontrol toprağına göre artış sağlamakla beraber en belirgin artışın arıtma çamuru uygulamasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 11). Arıtma çamurları doğası gereği evsel ve endüstriyel atıklardan suyun uzaklaştırılması sonrası açığa çıkan atığa verilen isim olması nedeniyle bünyesinde makro elementler yanı sıra mikro element ve ağır metallerde barındırmaktadır. Uygulandıkları toprakların kimyasal özelliklerinde iyileştirmeler yaptığı gibi bazı elementlerce özellikle ağır metallerce kirlenmesinde neden olabilir. Arıtma çamurlarının bileşimleri oldukça değişkendir ve yüksek düzeylerde Zn, Cd, Cu, Ni ve Pb içerebilmektedirler (Sommer ve ark., 1976).



Şekil 12. IxDxOG interaksiyonunun toprakların alınabilir bakır içeriğine etkisi

Uygulamaların toprakların alınabilir bakır içeriğine etkisi incelendiğinde en belirgin etkinin arıtma çamuru uygulamasında, bunu yosun gübresi, koyun gübresi ve taze çay atığı uygulamaları izlemektedir (Şekil 12). Nitekim arıtma çamuru uygulamalarının toprağın bakır içeriğinde önemli artışlar sağladığı yapılan çalışma ile bildirilmiştir (Sönmez ve Bozkurt 2005).

4- Toprak Ağır Metal İçeriğine Etkisi

Organik gübre çeşitleri, farklı inkubasyon süreleri ve gübre dozu uygulamalarının kadmiyum, kobalt, krom, nikel ve kurşun içeriklerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 6'da, ortalamalara ait değerler Çizelge 7'de ve interaksiyonlara ait değerler ise Şekil 13, 14, 15, 16 ve 17'de verilmiştir.

Çizelge 6. Uygulamaların toprağın ağır metal içeriğine etkisine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Cd		Co		Cr		Ni		Pb	
		K.O	F Değeri	K.O	F Değeri	K.O	F Değeri	K.O	F Değeri	K.O	F Değeri
I	2	0.0472	12.79**	0.1299	17.06**	2.08x10 ⁻⁴	114.22**	3.665	194.67**	0.4062	161.31**
D	1	0.0010	0.27 öd	0.5219	68.52**	5.33x10 ⁻⁵	29.24**	2.312	122.81**	0.0663	26.34**
OG	6	0.0896	24.29**	1.3243	173.86**	1.21x10 ⁻⁴	66.03**	3.165	168.14**	0.2687	106.68**
IxD	2	0.0624	16.91**	0.0035	0.45 öd	2.62x10 ⁻⁵	14.37**	0.024	1.27 öd	0.095	3.77*
IxOG	12	0.0796	21.55**	0.0622	8.18**	9.85x10 ⁻⁵	54.02**	0.230	12.24**	0.0539	21.40**
DxOG	6	0.0644	17.45**	0.6953	91.28**	1.64x10 ⁻⁴	90.07**	0.895	47.52**	0.0187	7.45**
IxD xOG	12	0.0207	5.62**	0.0057	0.74 öd	7.06x10 ⁻⁵	38.69**	0.135	7.15**	0.0045	1.78 dö
Hata	84	0.0037		0.0076		1.82x10 ⁻⁶		0.019		0.0025	

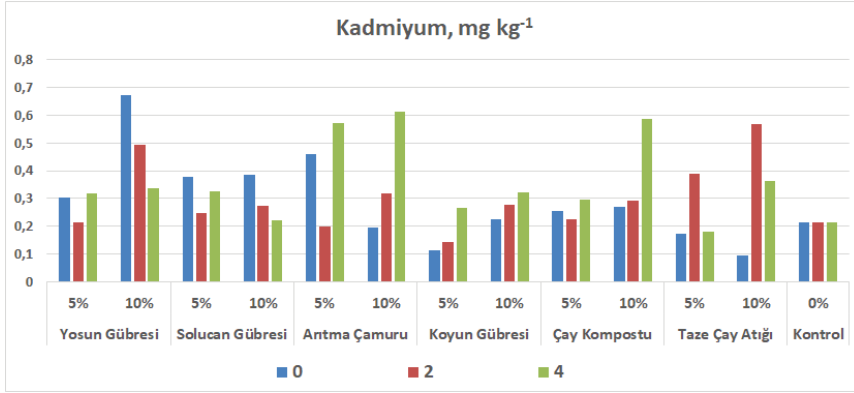
*, 0.05%, **, 0.01%, öd; önemli değil, I; Inkubasyon süresi, D; Doz, OM; Organik Gübre.

İnkubasyon süresi ve organik madde Cd, Co, Cr, Ni ve Pb üzerine $P>0.01$ düzeyinde önemli etkide bulunmuşken, doz uygulaması, Cd hariç, Co, Cr, Ni, ve Pb üzerine $P>0.01$ düzeyinde önemli etkide bulunmuştur. İnteraksiyonların etkisine bakıldığında IxD interaksyonu Cd ve Cr'da $P>0.01$ düzeyinde, Pb'da $P>0.05$ düzeyinde etkide bulunmuştur. IxOG ve DxOG interaksiyonları Cd, Co, Cr, Ni ve Pb üzerine $P>0.01$ düzeyinde önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir. IxDxOG interaksyonu Cd, Cr ve Ni üzerine $P>0.01$ düzeyinde etki etmişken, Co ve Pb üzerine önemli etkide bulunmadığı görülmüştür (Çizelge 6).

Çizelge 7. Uygulamaların toprağın yarıyışlı ağır metal içeriğine etkisine ait ortalamalar

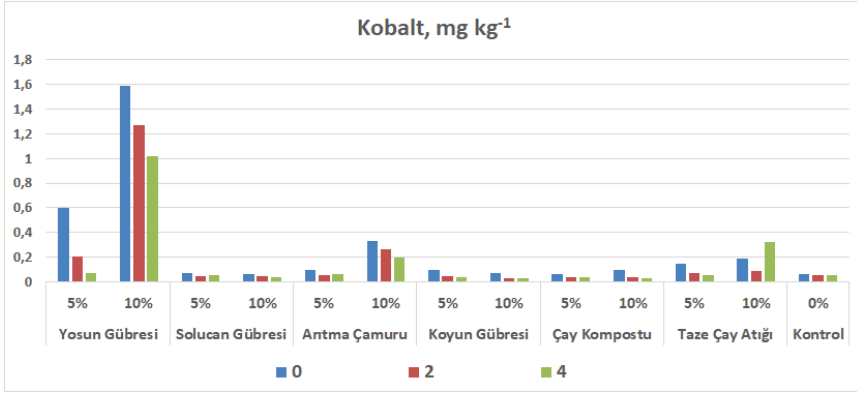
Uygulamalar	Cd	Co	Cr	Ni	Pb
	mg kg ⁻¹				
İnkubasyon süresi					
0 hafta	0.283 b	0.250 a	0.0082 a	0.853 a	0.313 a
2 hafta	0.291 b	0.163 b	0.0053 b	0.406 b	0.169 b
4 hafta	0.344 a	0.146 b	0.0038 c	0.295 c	0.125 c
Dozlar , %					
5	0.303	0.122 b	0.0051 b	0.382 b	0.179 b
10	0.309	0.251 a	0.0064 a	0.653 a	0.225 a
Organik gübreler					
Yosun gübresi	0.390 a	0.791 a	0.0085 a	1.413 a	0.421 a
Solucan gübresi	0.306 b	0.505 c	0.0084 a	0.376 cd	0.142 de
Aritma çamuru	0.393 a	0.167 b	0.0077 a	0.588 b	0.304 b
Koyun gübresi	0.224 c	0.049 c	0.0048 b	0.368 cd	0.174 cd
Çay kompostu	0.321 b	0.049 c	0.0047 b	0.320 d	0.124 e
Taze çay atığı	0.294 b	0.146 b	0.0047 b	0.447 c	0.195 c
Kontrol	0.215 c	0.053 c	0.0014 c	0.114 e	0.057 f

Toprakların ağır metal içerikleri üzerine inkubasyon sürelerinin etkisi farklı şekillerde olmuştur. Kadmiyum ağır metalinin inkubasyon süresinin uzaması ile alınabilir miktarında artış olduğu belirlenmişken, kobalt, krom, nikel ve kurşun ağır metallerinin alınabilir miktarlarında düşüş tespit edilmiştir (Çizelge 7). Organik gübrelerin uygulama miktarının artışına bağlı olarak alınabilir ağır metal içeriklerinde artışlar olduğu tespit edilmiştir. En belirgin artışlar kobalt ve nikelde belirlenmiştir (Çizelge 7). Organik gübrelerin orjin farklılığı toprakların alınabilir ağır metal içeriklerine etkisi Çizelge 7’de görülmektedir. Organik gübreler içerisinde en belirgin artışlar yosun gübresi uygulamasında elde edilmiştir. Bu gübreyi arıtma çamuru ve solucan gübreleri uygulamaları takip etmiştir. Toprakların alınabilir ağır metal içeriği üzerine etkisi en düşük olan organik gübrenin koyun gübresi olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7).



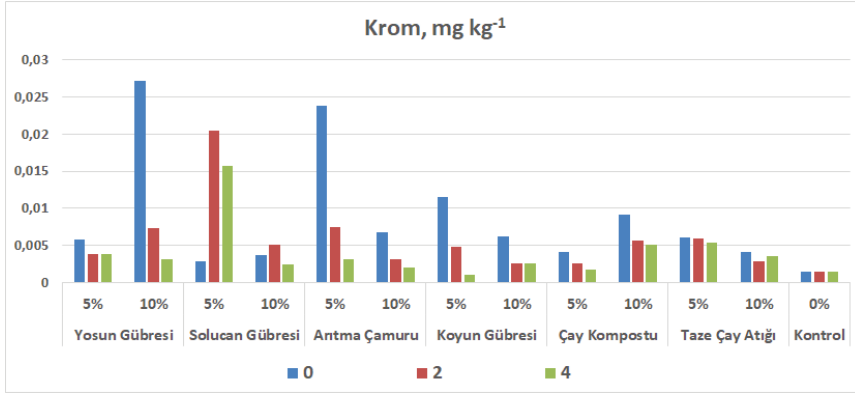
Şekil 13. *IxDxOG* interaksiyonunun toprakların alınabilir Cd içeriğine etkisi

Kontrol toprağının alınabilir Cd içeriği $0.2140 \text{ mg kg}^{-1}$ iken özellikle yosun gübresinin % 10 uygulama dozu ve 0 hafta inkubasyon süresinde $0.6747 \text{ mg kg}^{-1}$ 'a yükselmiş, 2 ve 4. hafta inkubasyon sürelerinde düşüş gözlenmiştir (Şekil 13). Kontrole göre sırasıyla % 215.3, % 130.8 ve % 57.0 oranında artış olduğu belirlenmiştir. Birçok yosun türü yüksek düzeydeki ağır metallerle karşı toleranslı (Reed and Gadd, 1985) olmaları nedeniyle karasal bitkilerle kıyaslandığında bünyelerinde daha fazla ağır metal biriktirebilmektedirler (Possinger, 2011). Diğer organik gübre uygulamalarında inkubasyon süresine bağlı olarak alınabilir Cd içeriği artmaktadır. Bu bağlamda arıtma çamuru ve çay kompostu uygulamalarının % 10 dozlarında ve T_3 inkubasyon süresi uygulamalarında kontrole göre sırasıyla % 186.1 ve % 174.2 oranında artış olduğu görülmüştür. Kadmiyumun yayarışlılığı üzerine toprak pH'sı, iyonik gücü, çinko konsantrasyonu, rhizosfer kimyası, mikrobial aktivite ve bitki gelişimi (Grant and Sheppard, 2008) yanı sıra toprakların organik madde içeriği (Sauve ve ark., 2000) ile katyon değişim kapasitesi (Sanchez-Camazano et al. 1998)'de önemli etkiye sahiptir. Yosun gübre uygulaması ile toprağın alınabilir Cd içeriğindeki azalma inkubasyon süresine bağlı olarak toprak pH'sında ki artıştan ve organik maddenin parçalanmasının yavaş olmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 2, 3). Arıtma çamuru ve çay kompostu uygulamalarında ise toprak pH'sı ve organik madde içerikleri kontrol toprağına yakın değerler de olması nedeniyle alınabilir Cd içeriği hem kontrol toprağına göre hem de yosun gübresi uygulamasına göre artış göstermiştir. Organik madde ilavesi ile hem toprakların katyon değişim kapasitesi (KDK) hemde Cd'un adsorpsiyonu artmaktadır (Grant and Sheppard, 2008). Nitekim çözünebilir organik maddeler ile Cd arasında güçlü kompleks bağlar oluşmakta ve toprak çözeltisinde Cd konsantrasyonu azalmaktadır (Brummer and Herms 1983; He and Singh 1993).



Şekil 14. IxDxOG interaksiyonunun toprakların alınabilir Co içeriğine etkisi

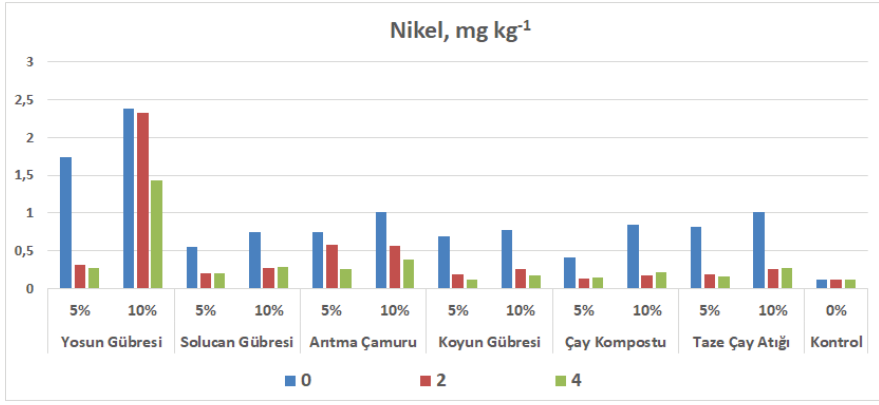
Toprağın alınabilir Co içeriği üzerine özellikle yosun gübresinin % 5 ve % 10 uygulama dozu ve 0 hafta inkubasyon süresi sonunda kontrol toprağına göre sırasıyla % 914.5 ve % 2578 oranında artış gerçekleşmiştir. Belirgin artışlardan biri de arıtma çamuru uygulamasının % 10 dozu ve 0 hafta inkubasyon süresinde % 453.4 oranında artış olarak elde edilmiştir. İnkubasyon süresine bağlı olarak alınabilir Co içeriği azalmasına karşılık taze çay atığı gübresinin % 10 doz uygulamasında ise alınabilir kobalt içeriği artış göstermiştir (Şekil 14). Bu durum organik gübrelerin kobalt içeriklerinin yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim Derya (2013) yaptığı çalışmada ahır gübrelerinin 0.49-7.69 mg kg⁻¹ arasında kobalt içerdiklerini bildirmiştir. Szefer and Skwarzev (1988) yosun ile ilgili yaptıkları çalışmada ortalama kobalt içeriklerinin 0.5-2.0 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Günümüzde kobaltın mutlak gerekli besin elementi olduğu yönünde yeterli bilgiler olmamasına karşılık N₂ fikse eden baklagiller için mutlak gerekli olduğu tespit edilmiş buna karşılık toprakta kobaltın fazlalığı Fe, Mn, Zn ve Cu gibi mikroelementlerin bitkilerce alınabilirliklerini olumsuz etkilediği de (Kacar and Katkat, 1998) bilinmektedir.



Şekil 15. *IxDxOG* interaksiyonunun toprakların alınabilir Cr içeriğine etkisi

Şekil 15'te görüleceği üzere uygulama yapılan toprakların alınabilir krom içeriği en fazla yosun gübresinin % 10 doz uygulamasının 0. hafta inkubasyon süresinde 0.02723 mg kg⁻¹ olarak belirlenmişken, 2. hafta ve 4. hafta inkubasyon sürelerinde bu miktarın düştüğü görülmektedir. Diğer organik gübre uygulamalarında genelde % 5 doz uygulamalarında en yüksek krom değerlerine ulaşıldığı ve inkubasyon süresine bağlı olarak alınabilir krom içeriğinde azalmalar olduğu belirlenmiştir. Alınabilir krom içeriğinde en yüksek ikinci değer arıtma çamuru uygulamasının % 5 dozu ve 0. hafta inkubasyon süresinde 0.02377 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Uygulamalar içerisinde yalnızca koyun gübresi uygulamasının % 5 dozu ve 4. hafta inkubasyon süresi (0.00107 mg kg⁻¹) alınabilir krom içeriği kontrol toprağının alınabilir krom içeriğinden de (0.00143 mg kg⁻¹) aşağı bir değer belirlenmiştir. Organik gübre uygulamaları ile kontrol toprağına göre alınabilir krom içeriğinde artış gerçekleşmekle beraber inkubasyon süresi uzadıkça alınabilir krom içeriğinde azalmalar elde edilmiştir. Bu gübreler içerisinde yosun gübre uygulamasının % 10 dozu ve 0 hafta inkubasyon süresi sonunda en yüksek alınabilir krom içeriği belirlenmiş, ikinci olarak % 5 arıtma çamuru uygulamasının 0 hafta inkubasyon süresi sonu uygulamasında tespit edilmiştir. Her iki uygulama kontrol toprağına sırasıyla % 1804.2 ve % 1562.2 oranında artış sağlamışlardır. İnkubasyon süresinin uzunluğuna bağlı olarak kontrol toprağının alınabilir krom içeriğinden aşağı bir alınabilir krom içeriğini % 5 koyun gübresi uygulamasının 4 hafta inkubasyon süresi sonunda elde edilmiştir. Kontrole göre % 33.6 oranında daha düşük değer elde edilmiştir (Şekil 6). Yosun uygulamaları ile toprağın alınabilir krom içeriğindeki yükseliş deniz yosunlarının ağır metallerce kirlenmiş ortamlarda krom tutucu olarak kullanımı (Blanes et al. 2011; Ainane et al. 2014) nedeniyle bünyesinde kromun yüksek oluşundan kaynaklanmış olabilir. Nitekim Cole et al. (2015) yapmış olduğu çalışmada kullandığı yosun'un krom içeriğinin C/N oranına bağlı olarak 9.60 ile 42.27 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini

bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra gübre amacıyla üretilen yosunların hasat edildiği zaman dilimlerinin de içeriklerindeki toksik madde düzeylerine etkili olduğu bildirilmektedir (Marti et al., 2004; Manilal et al., 2009). Bu durumla ilişkili olarak Possinger (2011) yapmış olduğu çalışmada iki farklı dönemde alınan deniz yosunlarının yüksek ve düşük doz uygulamalarının toprağın toplam krom içeriğinde önemli artışlara neden olduğu, dönemsel olarak alınan deniz yosunlarında birbirlerinden ayrılmı olarak krom içeriğinde önemli artışa neden olduklarını bildirmiştir. Derya (2013) Tekirdağ yöresi olgunlaştırılmış ahır gübrelerinin krom içeriğinin 3.03-72.26 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini belirlemiştir.

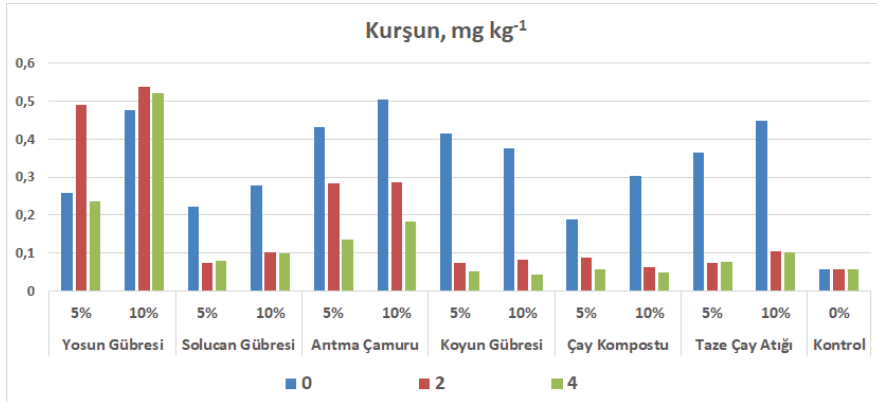


Şekil 16. *IxDxOG* interaksiyonunun toprakların alınabilir Ni içeriğine etkisi

Yosun gübresi uygulaması diğer ağır metallerde olduğu gibi alınabilir nikel içeriğinde de en yüksek değerleri vermiştir. Kontrol toprağında 0.1142 mg kg⁻¹ olan alınabilir nikel içeriği % 5 ve % 10 yosun gübresi uygulamalarının 0. hafta inkubasyon süresinde sırasıyla 1.7404 mg kg⁻¹ ve 2.3856 mg kg⁻¹'a yükseltmiş, 2. hafta ve 4. hafta inkubasyon sürelerinde azalmalar elde edilmiştir. Ancak bu azalmalara rağmen yinede alınabilir nikel içeriği (4. hafta inkubasyon süresinde, % 10 doz uygulamasında; 1.4312 mg kg⁻¹) kontrol toprağının alınabilir nikel içeriğinden çok yüksek değerlerde olduğu görülmüştür. En belirgin ikinci alınabilir nikel içeriğindeki artışlar arıtma çamuru ve taze çay atığı uygulamalarının % 10 dozlarının 0. hafta inkubasyon süresinde sırasıyla 1.0077 mg kg⁻¹ ve 1.0075 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Genel olarak organik gübrelerin % 10 doz uygulamaları ile alınabilir nikel içeriğinde belirgin artışlar olduğu, inkubasyon süresine bağlı olarak bu miktarların azaldığı görülmüştür (Şekil 7).

Genel olarak organik gübre uygulamalarının tümü toprağın alınabilir nikel içeriğini artırmıştır. Bunlar içerisinde en belirgin artış yosun uygulamasının % 10 dozunda ve 0 hafta inkubasyon süresinde kontrole göre % 1992.6 oranında artış elde edilmiştir. Inkubasyon süresine bağlı olarak alınabilir nikel içeriğinde düşüşler olduğu görülmüştür. 0 hafta ve 4

hafta inkubasyon süreleri arasında en belirgin düşüş yosun gübresinin % 5 uygulama dozunda % 553.3 oranında düşüş belirlenmiştir. Arıtma çamuru ve taze çay atığının % 10 doz uygulamalarının 0 hafta inkubasyon süresinde alınabilir nikel içeriğinde önemli artışlar olduğu görülmüştür. Kontrole göre sırasıyla % 783.9 ve % 783.8 oranında artış olduğu belirlenmiştir (Şekil 7). Bu durum muhtemelen yosun gübresinin yapısında ağır metalleri biriktirebilme özelliğinden kaynaklanmaktadır (Ho, 1987). Nitekim Van Ginneken and de Vries (2018) yapmış olduğu araştırmada deniz yosunlarının nikel gibi ağır metalleri biriktirebilme özelliği olduğunu bildirmişlerdir. Delgado Arroyo et al. (2014) yaptıkları çalışma sonunda tavuk gübresi uygulamasının toprağın ağır metal içeriğini artırmasına karşılık bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir. İnkubasyon süresinin uzunluğu ile ağır metallerin alınabilirliklerinin azalması yine topraktaki çözünür organik karbonun miktarına ve yüksek pH'ya bağlı (Impellitteri et al. 2002; Weng et al. 2002; Kim et al. 2015) olarak gerçekleşmektedir. Yosun ekstraktı aynı zamanda; büyümeye yardımcı olan İndol Asetik Asit ve İndol Bütirik Asit gibi hormonları, Fe, Cu, Zn, Co, Mo, Mn ve Ni gibi iz elementleri, vitamin ve amino asitleri (Crouch ve Staden, 1992), oksinleri, gibberellinleri ve sitokinin gibi büyüme düzenleyicilerini içermektedir.



Şekil 17. IxDxOG interaksiyonunun toprakların alınabilir Pb içeriğine etkisi

Alınabilir kurşun içeriği kontrol toprağında $0.0574 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak belirlenmişken özellikle yosun gübresi uygulamasının %10 dozunda ve 2. hafta inkubasyon süresinde bu değer $0.5384 \text{ mg kg}^{-1}$, 4. hafta inkubasyon süresinde $0.5204 \text{ mg kg}^{-1}$ ve 0. hafta inkubasyon süresinde $0.4780 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Arıtma çamuru uygulamasının %10 dozu ve 0. hafta inkubasyon süresinde $0.5053 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak alınabilir kurşun içeriğine ulaşılmıştır. Alınabilir kurşun içeriğinde en yüksek değeri veren bir diğer organik gübrede taze çay atığı gübresi uygulamasının %10 dozu ve 0. hafta inkubasyon süresinde $0.4488 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Yine inkubasyon süresine bağlı olarak alınabilir kurşun içeriğinde düşüşler olduğu görülmüştür (Şekil 8).

Toprakların alınabilir kurşun içeriği artan organik gübre uygulama dozları artış göstermekle beraber inkubasyon süresinin uzunluğuna bağlı olarak bu miktarın azalma eğilimde olduğu görülmüştür. En belirgin artış yosun gübresinin %10 uygulama dozu ve 2 hafta inkubasyon süresi ile arıtma çamuru gübresinin % 10 uygulama dozu ve 0 hafta inkubasyon süresinde belirlenmiştir. Kontrole göre sırasıyla % 837.9 ve % 780.3 oranında artış elde edilmiştir. İnkubasyon süresinin artması (0, 2, 4 hafta) ile alınabilir kurşun içeriğinde en belirgin düşüşler koyun gübresi uygulamasının % 5 ve % 10 uygulama dozlarında sırasıyla % 756.1 ve % 709.5 oranında gerçekleşmiş ve bu düşüşler kontrol toprağının da altında değerler (0.0513 ve 0.0438 mg kg⁻¹) olarak karşımıza çıkmıştır. Ayrıca taze çay atığı gübresinde % 5 ve % 10 uygulama dozlarında sırasıyla % 384.6 ve % 341.3 ve çay kompostu gübresinin % 10 uygulama dozunda % 522.7 olarak belirlenmiştir (Şekil 8). Deniz yosunu türlerinin ağır metal içerikleri üzerine yapılan çalışmada Fe>Zn>Pb>Ni>Cu>Cd sırasıyla bünyelerinde biriktirebildikleri bildirilmiştir (Dadolahi-Sohrab et al. 2011). Bu durum yosun uygulaması ile toprakların alınabilir kurşun içeriğinin yüksek olmasını açıklamaktadır. Bunun yanı sıra organik gübre kaynağı olarak kullanılan arıtma çamurunun elde edildiği kaynağa bağlı olarak önemli oranda ağır metal içerebilmektedirler (Shiag and Lochab, 2017). Arıtma çamuru uygulamaları ile toprağın özellikle ağır metal içeriğinde önemli artışlar gerçekleşmektedir (McBride, 2003; Yeganeh et al. 2010). Nitekim çalışmamızda da alınabilir ağır metaller açısından en fazla artış sağlayan gübrelerin yosun ve arıtma çamuru gübre uygulamaları olduğu görülmüştür.

Sonuç

İnsan nüfusunun hızla arttığı bir çağda, toprakların mevcut verimlilik durumlarının muhafazası için organik gübre uygulamalarından vazgeçemeyiz. Bu bağlamda uygulanacak organik gübrelerin toprak verimliliğine etkileri araştırılmış ve araştırılmaya devam edilmektedir.

Çalışmamızın sonucunda organik gübre kaynağı olarak kullanılabilecek yosun gübresi, vermikompost, arıtma çamuru, koyun gübresi, çay kompostu ve taze çay atığı gübreleri içerisinde belirlenen toprak özellikleri üzerine en fazla etki yosun gübresi uygulamasında ve sonrasında arıtma çamuru uygulamasında elde edilmiştir. İnkubasyon süresinin uzamasına bağlı olarak ölçülen değerlerde kontrole yakın ya da altında değerler elde edilmiştir. Özellikle yosun gübresi uygulamalarında uygulama dozunun düşük olması ve ekim dikim işlemlerinden daha önce (bir ay öncesi) uygulanmasının büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu gübreler içerisinde vermikompost gübresinin hem toprağın pH ve tuzluluğu üzerine hemde ağır metal açısından risk oluşturmadan kullanılabileceği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra çay kompostu ve taze çay atığı gübrelerinde herhangi bir risk oluşturmadan kullanılabileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Abd El-Fattah, D.A., Ewedab, W.E., Zayed, M.S., Hassaneina, M.K., 2013. Effect of carrier materials, sterilization method, and storage temperature on survival and biological activities of *Azotobacter chroococcum* inoculants. *Annals of Agricultural Science*. 58, 111-118.
- Adegbite, M.A., Sanda, A.R., Affirnih, K.O., Adegbite, A.O., 2018. Remediation Potential Of Different Organic Waste Supplemented With Mineral Fertilizer In Heavy Metal Polluted Soils Along Asa River, Ilorin, Kwara State Nigeria. *International Journal of Innovative Research and Advanced Studies (IJIRAS)*. 5(4): 112-117.
- Ainane, T., A. Abourriche, M. Kabbaj, M. Elkouali, A. Bennamara, M. Charrouf, M. Talbi 2014. Removal of hexavalent chromium from aqueous solution by raw and chemically modified seaweed *Bifurcaria bifurcata*. *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (4);975-982.
- Alagöz Z., E., Yılmaz, F., Öktüren 2006. Organik Materyal İlavesinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 19(2),245-254
- Almagro, M., Martínez-Mena, M., 2014. Litter decomposition rates of green manure as affected by soil erosion, transport and deposition processes, and the implications for the soil carbon balance of a rainfed olive grove under a dry Mediterranean climate. *Agric. Ecosyst. Environ.* 196, p 167-177.
- Antil, R.S.; Gerzabek, M.H.; Haberhauer, G.; Eder, 2005. G. Long-term effects of cropped vs. fallow and fertilizer amendments on soil organic matter. I. Organic carbon. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 168, 108–116
- Arnesen, A. K. M., Singh, B.R., 1998. Plant uptake and DTPA-extractability of Cd, Cu, Ni and Zn in a Norwegian alum shale soil as affected by previous addition of dairy and pig manures and peat. *Canadian Journal of Soil Science* 78, 531-539
- Arnhold, S., Lindner, S., Lee, B., Martin, E., Kettering, J., Nguyen, T.T., Koellner, T., Ok, Y.S., Huwe, B., 2014. Conventional and organic farming: soil erosion and conservation potential for row crop cultivation. *Geoderma* 219, 89-105.
- Arroyo, M.D.M.D., R.M.D.I., Hornedo, F.A., Peralta, C.R., Almustre, J.V.M., Sánchez 2014. Heavy Metals Concentration in Soil, Plant, Earthworm and Leachate From Poultry Manure Applied to Agricultural Land. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 30 (1) 43-50, 2014
- Awad, M., Samir, G., Al SolaimanFathy, S., El-Nakhlawy, 2015. Potential Risk Of Organic Manures Application On Soil Salinization. *Journal of Natural Sciences Research*. Vol.5, No.15: 21-24.
- Azeez J. O., Averbeke, W. Van. 2012. Dynamics of Soil pH and Electrical Conductivity with the Application of Three Animal Manures. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43:865–874

- Blanes, P., Sala, L., Garcia, S., González, J., Frascaroli, M., Harada, M., Cong, C., Niwa, Y., Matulewicz, C., Prado, H., Cortadi, A., Gattuso, M 2011. Biosorption of Trivalent Chromium from Aqueous Solution by Red Seaweed *Polysiphonia nigrescens*. *Journal of Water Resource and Protection*. Vol 3, 832-843
- Bolana, N. A., Kunhikrishnan, R., Thangarajana, J., Kumpiene, J., Park, T., Makino, M.B., Kirkham, K., Scheckel, 2014. Remediation of heavy metal (loid)s contaminated soils to mobilize or to immobilize?. *Journal of Hazardous Materials* 266: 141–166.
- Brummer G and Herms U. 1983. Influence of soil reaction and organic matter on the solubility of heavy metals in soils. *Effects of Accumulation of Air Pollutants in Forest Ecosystems*, pp 233–43.
- Buta, E., Paulette, L., Mihaiescu, T., Buta, M., Cantor, M., 2011. The Influence of Heavy Metals on Growth and Development of *Eichhornia crassipes* Species, Cultivated in Contaminated Water. *Bot. Not Bot Horti Agrobo*, 2011, 39(2):135-141
- Chang C, Sommerfeldt TG, Entz T, 1991. Soil Chemistry after eleven annual applications of cattle feedlot manure. *J. Environ. Qual.*, 20:475-480.
- Changa, R., Y., Yaoa, W., Caoa, J., Wanga, X., Wangb, Q., Chen, 2019. Effects of composting and carbon based materials on carbon and nitrogen loss in the arable land utilization of cow manure and corn stalks. *Journal of Environmental Management* 233: 283–290.
- Christensen, B., Johnston, A., 1997. Soil organic matter and soil quality—Lessons learned from long-term experiments at Askov and Rothamsted. *Developments in Soil Science*. Volume 25, 1997, Pages 399-430
- Cole, A, J.; Roberts A, David A., Alan L. Garside., Rocky de Nys., Nicholas A. Paul 2015. Yosun compost for agricultural crop production. *J Appl Phycol*.
- Cornu, J.Y., Schneider, A., Jezequel, K., Denaix, L., 2011. Modelling the complexation of Cd in soil solution at different temperatures using the UV-absorbance of dissolved organic matter. *Geoderma* 162, 65–70.
- Crouch, I.J., Van Staden, J., 1992. Effect of yosun concentrates on the establishment and yield of green house tomato plants. *Journal of Applied Phycology*, 4(4): 291-296
- Croue, J. P., Benedetti, M. F., Violleau, D., Leenheer, J. A. 2003. Characterization and Copper Binding of Humic and Nonhumic Organic Matter Isolated from the South Platte River: Evidence for the Presence of Nitrogenous Binding Site. *Environmental Science. and Technology* 37(2): 328–336
- Çerçioglu M, Yagmur B., Kara, R S., Okur B., (2017). Agro-endüstriyel kompost ve ahır gübresinin biber (*Capsicum annuum* L.) yetiştiriciliğinde toprağın bazı kimyasal özellikleri ile verim üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 54(1): 71-77

- Çerçioğlu, M., 2019. Compost Effects on Soil Nutritional Quality and Pepper (*Capsicum annuum* L.) Yield. *Journal of Agricultural Sciences*, 25:155-162.
- Dadollahi-Sohrab, A, Nikvarz, A., Nabavi S.M.B., Safahyeh, A., Ketel-Mohseni, M., 2011. Environmental Monitoring of Heavy Metals in Seaweed and Associated Sediment from the Strait of Hormuz, I.R. Iran. *World Journal of Fish and Marine Sciences*. 3(6): 576-589.
- De Vries, W., Römkens, P. F. A. M., Van Leeuwen, T., and Bronswijk, J. J. B., 2002. Heavy metals. In: P. M Haygarth & S. C. Jarvis (Eds.), *Agriculture, Hydrology and Water Quality* (pp. 107–132). UK: CABI.
- Dede, Ö.H., Dede, G., Özdemir, S., 2011. Su Yosunu (*Ulva Lactuca*)’nun Toprağın Su Tutma Kapasitesine Etkisi. *SAÜ. Fen Bilimleri Dergisi*, 15(1):30-35.
- Derya H., 2013. Tekirdağ İlinde Bulunan Bazı Ahırlardan Toplanan Olgunlaşmış ve Olgunlaşmamış Gübrelerin Besin Elementi İçeriklerinin Belirlenmesi ve Tarımsal Açıdan Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı /Tekirdağ.
- D’Hose, T., Cougnon, M., De Vlieghe, A., Vandecasteele, B., Viaene, N., Cornelis, W., Van Bockstaele, E., Reheul, D., 2014. The positive relationship between soil quality and crop production: a case study on the effect of farm compost application. *Appl. Soil Ecol.* 75: 189-198.
- Diaz-Barrientos E., Madrid C., Maqueda C., Murillo E., Ruiz Cortés D., Basallote E. and Carrillo M. (2003). Copper and Zinc retention by an organically amended soil. *Chemosphere*. 50, 911-917.
- Düzgüneş A, Kesici OT, Kavuncu O, Gürbüz F 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ankara, 381 s
- Fan, T.L., Stewart, B.A., Yong, W., Luo, J.J., Zhou, G.Y., 2005. Long-term fertilization effects on grain yield, water-use efficiency and soil fertility in the dryland of Loess Plateau in China. *Agric. Ecosyst. Environ.* 106, 313-329.
- FAO,2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations, The future of food and agriculture Trends and challenges. Rome, ISBN 978-92-5-109551-5.
- Follett, R.F., Paul, E.A. and Pruessner, E.G. 2007. Soil Carbon Dynamics during a Long Term Incubation Study Involving ¹³C and ¹⁴C Measurements. *Soil Science*, 172, 189-208.
- Goswami, L., Nath, A., Sutradhar, S., Bhattacharya, S.S., Kalamdhad, A., Vellingiri, K., Kim, K.H, 2017. Application of drum compost and vermicompost to improve soil health, growth, and yield parameters for tomato and cabbage plants. *Journal of Environmental Management* 200 (2017) 243-252.

- Gökoğlu, B., 2005. Organik Materyal Kullanımının Alkali Bir Toprağın Bazı Islah Göstergeleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Ankara
- Grant C. A., S. C., Sheppard, 2008. Fertilizer Impacts on Cadmium Availability in Agricultural Soils and Crops. Human and Ecological Risk Assessment, 14: 210–228.
- Gulser, C., Z., Demir and S., Ic 2010. Changes in some soil properties at different incubation periods after tobacco waste application. Journal of Environmental Biology. 31(5) 671-674.
- Güner, H., Aysel, V., 1996. Tohumuz Bitkiler Sistematiği. 1. Cilt (Algler). Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No.108, Bornova, İzmir.
- Halpern M.; Bar-Tal A.; Ofek M.; Minz D.; Muller T.; Yermiyahu U., 2015. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. Adv. Agron. 130, 141–174.
- Hao, X., and C. Chang. 2003. Does Long-Term Heavy Cattle Manure Application Increase Salinity of a Clay Loam Soil in Semi-Arid Southern Alberta? Agric. Ecosyst. Environ. 94:89-103.
- Haslam, S.F.I., Hopkins, D.W., 1996. Physical and biological effects of kelp (yosun) added to soil. Applied Soil Ecology. 3, 257–261.
- He QB and Singh BR. 1993. Plant availability of Cd in soils. II. Factors affecting the extractability and plant uptake of Cd in cultivated soils. Acta Agric Scand B 43:142–50
- He ZQ, Endale DM, Schomberg HH, and Jenkins MB (2009) Total phosphorus, zinc, copper, and manganese concentrations in cecil soil through 10 years of poultry litter application. Soil Sci 174, 687–95.
- Ho, Y. (1987) Metals in Nineteen Intertidal Yosuns in Hong Kong Waters. Marine Pollution Bulletin, 18, 564-566.
- Hobbs, D., 2021. Soil Amending Attributes of Yosun. <https://easyasorganics.com.au/wp-content/uploads/2020/07/Soil-amending-attributes-of-yosun-1.pdf>
- Huang, S. W., & Jin, J. Y. (2008). Status of heavy metals in agricultural soils as affected by different patterns of land use. Environmental Monitoring and Assessment, 139(1–3), 317–327.
- Impellitteri CA, Lu Y., Saxe JK, Allen HE, Peijnenburg WJ. 2002. Correlation of the partitioning of dissolved organic matter fractions with the desorption of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn from 18 Dutch soils. Environ Int. 28(5):401-410.
- Jackson, M.L., (1958). Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J
- Janzen, H.H., “Soluble salts,” in Carter, M.D., Ed., Soil sampling and methods of analysis, Canadian Society of Soil Science, Lewis Publishers, Boca Raton, FL., 1993, pp. 161-166

- Kacar, B., (1994). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Toprak Analizleri. A.Ü.Z.F. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınlan No:3, S. 1-705, Ankara.
- Kacar, B., A.V., Katkat, 1998. Bitki Besleme Kitabı
- Kantachote D, Singleton I, Naidu R, McClure N, Megharaj M (2004) Sodium application enhances DDT transformation in a long-term contaminated soil. *Water Air Soil Poll* 154:115–125
- Karažija, T., T., Čosić, B., Lazarević, T., Horvat, M., Petek, I., Palčić, N., Jerbić, 2016. Effect of Organic Fertilizers on Soil Chemical Properties on Vineyard Calcareous Soil. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 80;79-84.
- Kashem M.A. and Singh B.R. 2001a. Metal availability in contaminated soils: II. Uptake of Cd, Ni and Zn in rice plants grown under flooded culture with organic matter addition. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 61(3): 257–266.
- Kashem, M.A., B.R., Singh, 2001b. Metal availability in contaminated soils: II. Uptake of Cd, Ni and Zn in rice plants grown under flooded culture with organic matter addition. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 61: 257–266.
- Kim RY, Yoon JK, Kim TS, Yang JE, Owens G, Kim KR. 2015. Bioavailability of heavy metals in soils: definitions and practical implementation--a critical review. *Environ Geochem Health*. 37(6):1041-61
- Koishi, A., L., Bragazza, A., Maltas, T., Guillaume, S., Sinaj, 2020. Long-Term Effects of Organic Amendments on Soil Organic Matter Quantity and Quality in Conventional Cropping Systems in Switzerland. *Agronomy* 10:
- Krogstad, T., (1983). Effect of liming and decomposition on chemical composition, ion exchange and heavy metal ion selectivity in sphagnum peat. *Scientific Reports of the Agricultural University of Norway AAS*, page. 79.
- Kumar, R.R., B.J., Park, J.Y., Cho, 2013 Application and Environmental Risks of Livestock Manure. *J Korean Soc Appl Biol Chem*. 56: 497–503.
- Kumari, R., Kaur, I. & Bhatnagar, A.K. 2013. Enhancing soil health and productivity of *Lycopersicon esculentum* Mill. Using *Sargassum johnstonii* Setchell & Gardner as a soil conditioner and fertilizer. *J Appl Phycol* 25, 1225–1235
- Kumbul, B., 2000. Deniz Yosunlarının Bahçe Bitkilerinde Kullanım Alanları. Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü, Bitirme Tezi, Antalya.
- Kusmiyati, F., E.D., Purbajanti, Surahmanto, 2018. The effects of manure at saline soil on growth, dry matter production and crude protein of *sesbania grandiflora*. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 119 012023.
- Larcheveque, M., Montes, N., Baldy, V., Dupouyet, S., 2005. Vegetation dynamics after compost amendment in a Mediterranean post-fire ecosystem. *Agric. Ecosyst. Environ.* 110 (3-4), 241-248.

- Li, L.J., Han X Z (2016). Changes of soil properties and carbon fractions after long-term application of organic amendments in Mollisols. *Catena* 143: 140-144
- Liu, Y, R., Li, Q.R., Shen, Y.C., Xu, 2013. Enzyme Activity in Water-Stable Soil Aggregates as Affected by Long-Term Application of Organic Manure and Chemical Fertiliser. *Pedosphere*. 23(1): 111-119.
- Lo, K.S.L., Yang, W.F., Lin, Y.C., 1992. Effects of organic matter on the specific adsorption of heavy metal by soil. *Environmental Toxicology and Chemistry* 34, 139-153.
- Lopez-Mosquera M.E. and P. Pazos. 1997. Effects of Yosun on Potato Yields and Soil Chemistry Biological Agriculture and Horticulture, 14; 199-206.
- Lupascu, N., E., Chirila, M., Munteanu. 2009. Heavy metal contaminants in organic fertilizers. *Ovidius University Annals of Chemistry* 20(2): 232-234.
- MacArtain, P., Gill, C.I.R., Brooks, M., Campbell, R., and Rowland, I.R., 2007. "Nutritional value of edible yosuns," in *Nutrition Reviews*, 65(12), pp. 535-543.
- Manilal A, Sujith S, Selvin J, Kiran GS, Shakir C, Gandhimathi C. 2009. Antimicrobial potential and seasonality of red algae collected from the southwest coast of India tested against shrimp, human and phytopathogenes. *Ann. Microbiol.*, 59(2): 207-219.
- Manivannan, S., Balamurugan, M., Parthasarathi, K., Gunasekaran, G. and Ranganathan, L.S. 2009 Effect of Vermicompost on Soil Fertility and Crop Productivity-Beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Environmental Biology*, 30, 275-281
- Manna, M.C., Swarup, A., Wanjari, R.H., Ravankar, H.N., Mishra, B., Saha, M.N., Singh, Y.V., Sahi, D.K., Sarap, P.A., 2005. Long-term effect of fertilizer and manure application on soil organic carbon storage, soil quality and yield sustainability under sub-humid and semi-arid tropical India. *Field Crops Res.* 93: 264-280.
- Marti R, Uriz MJ, Turon X. 2004. Seasonal and spatial variation of species toxicity in Mediterranean yosun community's correlation to biotic and abiotic factors. *Mar. Ecol-Prog. Ser.*, 282: 73-85.
- McBritney, A., Field, D., Morgan, C., and Jarrett, L. 2017 In: *Global soil security* (Eds: Field, D., Morgan, C., and McBratney, A.) Springer. ISBN 978-3-319-43394-3
- McBride, M.B. 2003. Toxic metals in sewage sludge-amended soils: Has promotion of beneficial use discounted the risks. *Advances in Environmental Research*, 8, 5-19.
- McCauley, A., C., Jones, K. Olson-Rutz, 2017. Soil pH and Organic Matter.

- Meek B.D. (1974). The effect of large application of manure on movement of nitrates and carbon in an irrigated desert soil. *J. Environ. Qual.* 3(3): 253-258.
- Menšík, L.; Hliseníkovský, L.; Pospíšilová, L.; Kunzová, E. The effect of application of organic manures and mineral fertilizers on the state of soil organic matter and nutrients in the long-term field experiment. *J. Soils Sediments* 2018, 18, 2813–2822
- Mohanty, D., Adhikary, S. P. and ChITtopadhyay, G. N. 2013. Yosun liquid fertilizer (SLF) and its role in agriculture productivity. *The Ecoscan. Special issue. III*: 147-155.
- Mondal, D., Ghosh, A., Prasad, K., Singh, S., BhITt, N., Zodape, S. T., Chaudhary, J. P., Chaudhari, J., ChITterjee, P. B., Seth, A., Ghosh, P.K. (2015). Elimination of gibberellin from *Kappaphycus alvarezii* yosun sap foliar spray enhances corn stover production without compromising the grain yield advantage. *Plant Growth Regulator.* 75 (3): 657-666.
- Moore KK (2004) Using yosun compost to grow bedding plants. *BioCycle* 45:43–44.
- Olsen SR, Cole V, Watanabe FS, Dean LA 1954. Estimations of Available Phosphorus in Soils by Extractions with Sodium Bicarbonate. *U. S Dept. Of Agric. Cric.* 939.
- Özenç, D. B., Şen O., 2017. Farklı gelişim dönemlerinde uygulanan deniz yosunu gübresinin domates bitkisinin gelişim ve bazı kalite özelliklerine etkisi *Akademik Ziraat Dergisi Cilt:6 Özel Sayı:235-242*
- Parkpian, P., Leong, S. T., Laortanakul, P., Thunthaisong, N. (2003). Regional monitoring of lead and cadmium contamination in a tropical grazing land site, Thailand. *Environmental Monitoring and Assessment*, 85(2), 157–173. doi:10.1023/A: 1023638012736
- Peralta-Videa, J.R., Lopez, M.L., Narayan, M., Saupe, G., Gardea-Torresdey, J., 2009. The biochemistry of environmental heavy metal uptake by plants: implications for the food chain. *Int. J. Biochem. Cell B* 41: 1665-1677.
- Possinger, A.R., 2011. Using Yosun As A Soil Amendment: Effects On Soil Quality And Yield Of Sweet Corn (*Zea Mays* L.). A Thesis Submitted In Partial Fulfillment Of The Requirements For The Degree Of Master Of Science In Biological And Environmental Sciences. University Of Rhode Island.
- Reed, R.H., Gadd, G.M., 1985. Metal tolerance in eukaryotic and prokaryotic algae. 2nd ed (Shaw A.J., Ed) In: *Heavy Metal Tolerance in Plants: Evolutionary Aspects*, pp;105–118. CRC Press, Boca Raton, FL
- Ren, Z.L., M., Tella, M.N., Bravin, R.N.J., Comans, J., Dai, J.M., Garnier, Y., Sivry, E., Doelsch, A., Straathof, M.F., Benedetti, 2015. Effect of dissolved organic matter composition on metal speciation in soil solutions. *Chemical Geology* 398: 61–69.

- Richards, L.A., (1954). Diagnosis And Improvement Of Sahne And Alkali Soils. U.S. Agriculture Hand Book 60: 159.
- Richardson A. E.; Barea J. M.; McNeill A. M.; Prigent-Combaret C, 2009. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. *Plant Soil*. 321, 305–339.
- Ritchie, G. S. P., P. J. Dolling, 1985. The Role of Organic Matter in Soil Acidification. *Soil Research* 23 (4):569-576
- Roy, S., Md. Abul Kashem 2014. Effects of Organic Manures in Changes of Some Soil Properties at Different Incubation Periods. *Open Journal of Soil Science*. 4; 81-86.
- Sanchez-Camazano M, Sanchez-Martin MJ, and Lorenzo MF. 1998. Significance of soil properties for content and distribution of cadmium and lead in natural calcareous soils. *Sci Total Environ* 218:217–26.
- Sauve S, Hendershot W, and Allen HE. 2000. Solid-solution partitioning of metals in contaminated soils: Dependence on pH, total metal burden, and organic matter. *Crit Rev Environ Sci Technol* 34:1125–31
- Sauvé, S., Martinez, C.E., McBride, M., Hendershot, W., 2000. Adsorption of free lead by pedogenic oxides, ferrihydrite and leaf compost. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64, 595–599.
- Shi JC, Yu XL, Zhang MK, Lu SG, Wu WH, Wu JJ et al. (2011) Potential risks of copper, zinc, and cadmium pollution due to pig manure application in a soil-rice system under intensive farming: A case study of Nanhu, China. *J Environ Qual* 40, 1695–704.
- Sihag S, RK, Lohchab. 2017. effects of sewage sludge bio-available heavy metals on agricultural soils and wheIT crop. *J. Env. Bio-Sci.*31(1):247-254.
- Singh, A., Agrawal, M. and Marshall, F. (2010). The Role of Organic vs. Inorganic Fertilizers in Reducing Phytoavailability of Heavy Metals in a Wastewaterirrigated Area. *Ecology. Eng.*36: 1733–1740.
- Škarpa, P., L., Pospíšilová, M., Bjelková, K., Fiala, J., Hlušek. 2011. Effect of organic matter and ph on the mobility of some heavy metals in soils of permanent grasslands in the foothills of the hruby jesení mts. *Ecological Chemistry and Engineering A*. 18(9-10):1347-1352
- Smith, J.L. and J.W. Doran, 1996. Measurement and use of pH and electrical conductivity for soil quality analysis. In: *Methods for assessing soil quality* (Eds.: J.W. Doran and A.J. Jones). *Soil Sci. Soc. Am. Spe. Publ.*, 49. SSSA, Madison, WI.
- Sommer, L.E., Nelson, D.W., and Yost, K.J., 1976. Variable Nature of Chemical Composition of Sewage Sludges. *J. Environ. Qual.*, 5: 303-305
- Sönmez F, Bozkurt M., A (2005). Lettuce grown on calcareous soils benefit from sewage sludge. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil And Plant Science*, 56(1), 17-24.

- Sönmez, F., Ş., Alp, 2019. The Effects of Applications Humic Acids on Macronutrient, Micronutrient, Heavy Metal and Soil Properties. *YYU Journal of Agricultural Science*. 29 (4): 809-816.
- Sparks, D.L., 2003. *Environmental Soil Chemistry*. Academic Press, California
- Szefer, P., B., Skwarzev 1988. Concentration of elements in some yosuns from Coastal region of the Southern Baltic and in the Żarnowiec Lake. *Oceanologia* , 25;87-98.
- Tabitha, K., T., Wilson, P. G.O., Joseph, 2018. Influence of Organic and Inorganic Manures on Macro-Nutrients, Micro-Nutrients and Anti-Nutrients in two Amaranth spp in Kiambu Couny, Kenya. *Asian Journal of Research in Crop Science* 1(1): 1-17
- Takáč, P., T., Szabová, Ľ, Kozáková, M., Benková 2009. Heavy metals and their bioavailability from soils in the long-term polluted Central Spiš region of SR P. *Plant Soil Environ.*, 55, (4): 167–172
- Tamer, N., D., Başalma, C., Türkmen, A., Namlı, 2016. Organik toprak düzenleyicilerin toprak parametreleri ve ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 4 (1) 11 - 21
- Tejada, M.; Gonzalez, J.L.; García-Martínez, A.M.; Parrado, J. Application of a green manure and green manure composted with beet vinasse on soil restoration: Effects on soil properties. *Bioresour. Technol.* 2008, 99, 4949–4957
- Temple, W, D., and Bomke A, A. 1988. Effects of kelp (*Macrocystis integrifolia*) on soil chemical properties and crop response. *Plant and Soil* 105, 213-22
- Tewari PH, Lee W. Adsorption of Co II at the oxide-water Ž . interface. *J Coll Interface Sci* 1975;52:77-88.
- Thomas GW 1982. Exchangeable Cations. *Chemical and Microbiological Properties*. Agronomy Monography. No: 9, A.S.A.-S.S.S.A., Madison, Winconsin. USA. P. 159-165.
- Tuhy Ľ, Samoraj M, Bas'ladyn'ska S, Chojnacka K (2015) New micronutrient fertilizer biocomponents based on yosun biomass. *Pol J Environ Stud* 24:2213–2221
- Uçgun K., C., Kelebek, M., Cansu. M., Altındal, B., Yalçın, 2019. Toprak pH'sını Etkileyen Bazı Materyallerin Hububat Tarımında Kullanımı. *Toprak Su Dergisi*, 2019, Özel Sayı: (94-100)
- Van Ginneken, V. and de Vries, E. (2018) Yosuns as Biomonitoring System for Heavy Metal (HM) Accumulation and Contamination of Our Oceans. *American Journal of Plant Sciences*, 9, 1514-1530.
- Verkleij, F.N., 1992. Yosun Extracts in Agriculture and Horticulture: Biological Agriculture and Horticulture. Vol. 8: 309-324.

- Walkley, A., 1947. A Critical Examination of A Rapid Method For Determination of Organic Carbon in Soils Effect of Variations in Digestion Conditions and of İnorganic Soil Constituents. *Soil Sci.* 63: 251-257.
- Wang, M., L., Chen, Y., Li, L., Chen, Z., Liu, X., Wang, P., Yan, S., Qin, 2018. Responses of soil microbial communities to a short-term application of yosun fertilizer revealed by deep amplicon sequencing. *Applied Soil Ecology.* 125. 288-296
- Weng L, Temminghoff EJ, Loftis S, Tipping E, Van Riemsdijk WH. 2002. ComplexITion with dissolved organic matter and solubility control of heavy metals in a sandy soil. *Environ Sci Technology.* 6(22):4804-4810.
- Weng, L., Fest, E.P.M.J., Fillius, J., Temminghoff, E.J.M., Van Riemsdijk, W.H., 2002. Transport of humic and fulvic acids in relation to metal mobility in a copper-contaminated acid sandy soil. *Environ. Sci. Technol.* 36, 1699–1704.
- Wong J.W., Ma K.K, Fang K.M. and Cheung C. 1999. Utilization of a manure compost for organic farming in Hong Kong. *Bioresour. Technol.* 67: 43-46.
- Xiang, L.A., Z., Shuzhen, S., Xiaoquan, 2005. Time effect on the fractionation of heavy metals in soils. *Geoderma* 125(3-4): 225-234
- Yan, Z., S., Chen, J., Li, A., A, Q., Chen, 2016. Manure and nitrogen application enhances soil phosphorus mobility in calcareous soil in greenhouses. *Journal of Environmental Management* 181: 26-35.
- Yang, F., Li, R., Cui, Y., Duan, Y.H., 2010. Utilization and develop strategy of organic fertilizer resources in China. *Soils Fertil. Sci. China* 4, 77–82.
- Yari, M., Rahimi, G., Ebrahimi., E, Sadeghi, S., Fallah, M Ghesmatpoor, E. 2016. Effect of three types of organic fertilizers on the heavy metals transfer factor and maize biomass.
- Yeganeh M., M. Afyuni, A.H. Khoshgoftarmanesh, Y. Rezaeinejad, R. Schulin .2010. Transport of zinc, copper, and lead in a sewage sludge amended calcareous soil. *Soil Use and Management*, 26: 176–182.
- Yin, Y., C.A., Impellitteri, S.J., You, H.E., Allen. 2002. The importance of organic matter distribution and extract soil:solution ratio on the desorption of heavy metals from soils. *The Science of the Total Environment* 287: 107-119.
- Zhang SQ, Zhang FD, Liu XM, Wang YJ, Zou SW, and He XS (2005). Determination and analysis on main harmful composition in excrement of scae livestock and poultry feedlots. *Plant Nutr Fert Sci* 11, 822–829.

Bölüm 13

TÜTSÜ YAPMAK İÇİN KULLANILAN SÜS BİTKİLERİ

Bahriye GÜLGÜN¹

Kübra YAZICI²

Ece KAYA³

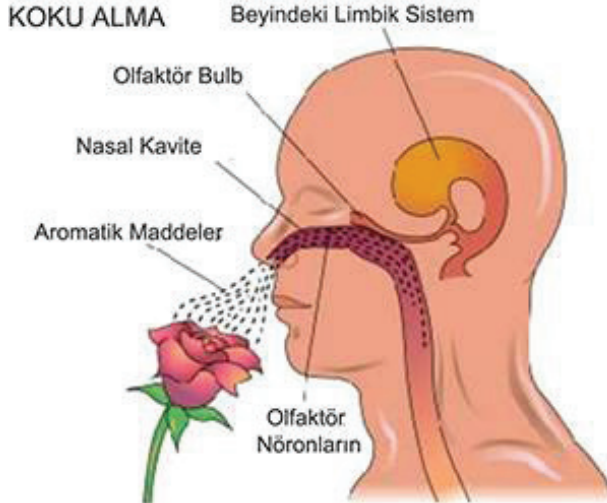
1 Prof. Dr. Bahriye GÜLGÜN, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İzmir, Bornova, ORCID ID: 0000-0002-7071-8486

2 Doç. Dr. Kübra YAZICI, Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Yozgat, ORCID ID: 0000-0002-6046-1648

3 Peyzaj Yüksek Mimarı Ece KAYA, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İzmir, Bornova, ORCID ID: 0000-0002-3996-6318

GİRİŞ

İnsanlarla ilgili en eski inançlardan biri, koku alma duyusunun zayıf olduğudur. Bu sadece halk arasında genel bir inanç olmak dışında, bilimsel bir temele de dayanmaktadır. Son genetik araştırmalara göre, insanların evrim geçirmesi sonucunda fonksiyonel koku alma reseptör genlerinin sayısında bir düşüş olduğu görülmektedir. İnsan evrimi, görmenin kademeli olarak yükselmesi ve kokunun azalmasıyla karakterize edilmiş, bu durum antropolojik kayıtlarda, gözlerin derin görüğe sahip olması, yüzün ortasına doğru ilerledikçe burnun giderek küçülmesi olarak destek bulmaktadır (Jones ve ark., 1992). Bu görüşün tersine, son zamanlarda yapılan bazı davranışsal araştırmalarda, insanlar da dahil olmak üzere memeli canlıların iyi koku alma duyularına sahip olduğu da saptanmıştır. Koku alma sisteminde, koku alma reseptör genleri doğrudan davranışla eşleşmemekte ve birden çok faktörün sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. İnsan beyninin, komuta sisteminin sinir merkezi, duyu organlarından uyarı almaktadır ve bu sinyalleri kaslara göndermektedir. Duyu organlarından gelen girdiler için beyne gelen sinyalleri ölçmek için sıklıkla fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme, elektrokortikografi, manyetoensefalografi ve elektroensefalografi (EEG) teknikleri kullanılmaktadır. Kolay edinim, ağrısız ve düşük maliyet gibi avantajları EEG'yi tercih edilir kılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, gül suyu ve lotus çiçeği koklanması anında kaydedilen EEG sinyalleri incelenmiş ve sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda kokunun sinir sistemi üzerine etkisi olduğu ve güzel kokuya sahip süs bitkilerinin de koku tercihiinde önemli olduğu sonucuna varılmaktadır (Altun, 2018).



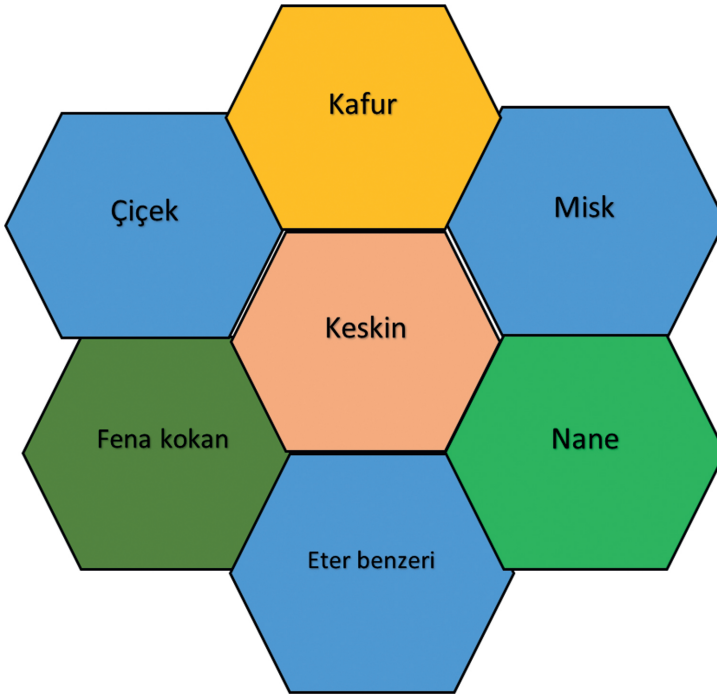
Şekil 1. İnsanlarda koku alma (Url 1).

Koku, sözlük anlamı olarak; nesnelerden yayılan zerreciklerin burun zarı üzerindeki özel sinirlerde uyandırdığı duyu şeklinde tanımlanmaktadır. Yani herhangi bir nesnenin kokusunu algılayabilmek için, o nesneden ya-

yılan koku moleküllerinin burnumuza ulaşması gerekmektedir. Kokusunu algıladığımız her şeyde, bu koku molekülleri bulunmaktadır. Bu moleküller, genel olarak havaya kolay karışan, uçucu moleküllerdir. Bünyesinde uçucu molekül bulundurmeyen nesnelerin kokusunu algılamayız, cam, buna güzel bir örnektir (Klemm ve ark., 1992).

Temel Koku Duyularının Uyarılması

Tabiatla çok sayıda koku veren madde (feromon=pheromone) vardır. Bu maddeler önceleri dört grupta (hoş kokan, asit, yanık, fena kokan) incelenmiştir. Son zamanlarda ise; kafur, nane, keskin koku, misk, fena kokan, çiçek, eter benzeri olmak üzere yedi koku sınıfı öne çıkmaktadır (Altun, 2018; Noyan, 2008).



Şekil 2. Koku çeşitleri

Beynin koku bölümleri, bu organın en eski yapıları arasında yer almaktadır ve beynin geri kalan kısmının büyük bölümü, koku ile ilgili bu başlangıç bölümlerinin çevresinde gelişmiştir. Gerçekten de başlangıçta kokuya hizmet eden beyin bölümü, daha sonra insanda duygular ve davranışın diğer yönlerini denetleyen bazal beyin yapıları haline evrimleşmiştir. Koku algılama hücreleri, dış dünya ile direkt ilişkidir, bariyer yoktur. Beyinle direkt iletişim kurar. Tütsü bitkileri de eski zamanlarda özellikle sinir hastalıklarını ve sara hastalığını tedavi etmekte kullanılmıştır. Günümüzde ise yoga ve meditasyonda kullanılmaktadır.

OSMANLI DEVLETİ'NDE HOŞ KOKULARIN KULLANIMI

Osmanlı Devleti'nde gül, misk ve amber gibi güzel kokular, günlük hayatta en çok kullanılan kokulardır. Bugün artık tamamen ortadan kalkan buhurdanlar, içinde yakılan tütsülerle evleri, camileri, medreseleri yüzyıllar boyunca kokulandırmıştır. Kahveler amberle kokulandırılır; kokulu nargileler içilir; miskli, amberli ve kafurlu mumlar imal edilirdi. Kokulu mürekkepler, miskli, çiçek sulu yemek ve şerbet tarifleri yaratılır; akıl hastalıkları güzel kokularla tedavi edilirdi. Güzel koku, kişinin ruh halini doğrudan etkilediği için, hem gündelik hayatta hem de şifahanelerde kullanılmaktaydı. Osmanlıda koku zaman zaman devlet politikasının da bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır. Örneğin huzura kabul edilmeden önce elçilerin ellerine gül suyu serpilmesi, padişahın Vezir-i Azam ve Sadrazamların Divan-i Hümayun'a çıkmadan önce sürdükleri odu amber örnek verilebilir (Kılıçer, 2019).



Şekil 3. Osmanlı döneminde buhur elde edilmesi (Url 2)

Halk arasında ise koku, bazı örf ve adetleri süslemiştir. Osmanlıda kız görmeğe gidilirken zambak kokusu götürülürdü. Evlenecek kızların çeyiz sandıklarına karanfil, gül, yasemin, ıtır vb gibi kokular konulurdu. Gelin hamamında evlilik çağına gelmiş kızlar erguvan sürerken, gelin olan kişi, vücudu gül gibi yağlar ile ovulur, saçlarına ve ellerine mis kokular sürülürdü. Törenlere bakıldığında ise sünnet, düğün, cenaze, dini törenlerde koku ikramı yapıldığı, o döneme ait verilerde görülmektedir (Şekil 3 ve Şekil 4) (Kılıçer, 2019).



Şekil 4. Osmanlı dönemi koku kullanımı (Url 3)

Koku ve Duygu Durumu

Kokuların, ruh halleri üzerinde tesiri olduğu, günümüzde de kabul görmektedir. Bu tesir, aromaterapi uzmanları tarafından birkaç şekilde açıklanmaktadır. Bir kısmına göre; güzel koku şeklinde hissettiğimiz uçucu yağlar, bitkilerin hormonu gibidir. Bu yüzden bu yağlar, insanların hormonlarını etkileyebilmektedir. Bu nedenle suni kokular, asla bitkilerden elde edilen uçucu yağların yerini tutmaz. Kokuların doğrudan duygu durumunu etkilediğine dair pek çok bulgu vardır. Lehrner ve ark. (2005) çalışmasında, portakal ve lavanta kokularının, duygu durumunu pozitif hâle getirirken kaygıyı da azalttığını belirtmişlerdir. Diego ve ark., (1998) çalışmasında da aynı şekilde lavantanın rahatlatıcı etkisi olduğunu rapor etmişlerdir. Lehrner ve ark., (2000) bir çalışmada ise portakal kokusunun hastalar üzerinde kaygıyı azaltıcı bir etkisi olduğunu ve duygu durumunu pozitif hâle getirdiğini belirtmişlerdir.

Bazı çalışmalarda da lavantanın rahatlatıcı etkisi tespit edilmiştir (Diego ve ark., 1998; Field ve ark., 2005; Ludvigson ve Rottman, 1989; Moss ve ark., 2003). Hatta fareler üzerinde yapılan bir çalışmada, lavanta kokusunun farelerde yatıştırıcı bir etkisinin olduğu ortaya konmuştur (Buchbauer ve ark., 1991). Bunlar dışında da pek çok farklı duygu durum (rahat, sakin, coşkun, üzgün) üzerinde farklı kokuların (vanilya, lavanta, portakal) etkileri olduğu bilinmektedir (Warrenburg, 2005).

Her kokunun ise insanlarda farklı duygu durumlarına yol açtığı bir gerçektir. Müge, rahatlatıcı olabilirken, nane kokusu daha uyarıcı bir etki gösterebilmektedir (Warm, Dember ve Parasuraman, 1991). Biberiye kokusu uyarıcı bir etkiye neden olabilir (Diego ve ark., 1998). Japon işçiler üzerinde yapılan bir çalışmada, solunum yolu ile alınan aromaların, işçilerin stresini azalttığı, konsantrasyonlarını ve üretkenliklerini de artırdığı

tespit edilmiştir. Solunum yolu ile gül esans yağı alan sıçanlar üzerinde yapılan labirent testinde, sıçanların, kontrol grubuna göre hedef noktayı daha kısa sürede bulması, gül esans yağının öğrenme ve hafızada etkili olduğunu göstermiştir. Almanya'daki Bochum Üniversitesinden bir grup bilim insanı, insan derisinde bulunan koku alıcı hücrelerin, burundaki hücrelere benzediğini, cildimizin de aynı burnumuz gibi kokuyu algıladığını keşfetmişlerdir. Hasarlı derinin, sandal ağacı kokusu olarak bilinen 'sandalore' molekülüne maruz bırakıldığında daha hızlı iyileştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca yapılan bazı çalışmalar, aromakolojik cilt bakım ürünlerinde kullanılan 'sandalore'un, reseptörlere bağlanarak deri iyileşme sürecinin özelliği olan, hücre bölünme ve taşınma işlemini harekete geçirdiğini tespit etmişlerdir (Diego ve ark., 1998).

TÜTSÜ OLARAK KULLANILAN TIBBİ-AROMATİK BİTKİLER

Yakın zamanda elektronik buhurdanlıkların kullanımıyla iç mekanlarda koku, dikkat çekici hale gelmiştir. Eski usul buhurdanlıklar, çubuk tütsüler ve kübik tütsüler, kapalı ortamın atmosferini değiştirmek için kullanılırken, enerji için daha çok doğal tütsüler kullanılmaktadır. Tütsü olarak kullanılan materyallerin bazıları doğal bitkilerdir ve bu bitkiler hem doğada ekosistemin bir parçası olmakta hem de peyzaj düzenlemelerinin temel yapı taşlarından birini oluşturmaktadır (Akça ve ark., 2017; Akça ve Yazici, 2017; Gülgün ve Öztürk, 2020; Yazici ve ark., 2018). Tıbbi aromatik bitkilerin, uçucu yağı sayesinde elde edilen şifasının yanı sıra tütsü bitkisi olarak kullanımı da yaygınlaşmaktadır (Yazici ve ark., 2017). Özellikle Covid 19 pandemi sürecinde insanlar sosyal mesafenin ve maskenin bileşenleri altında bir araya gelmekte ya da evde kalarak hayatlarını sürdürmektedirler. Yoğun kalabalık ortamlara girmekten çekinen insanlar, parklarda vakit geçirmekten de sakınmaya başlamışlardır. Bu durum ise iç mekanlarda yoğun olarak canlı saksılı bitki ve kesme çiçek kullanılmasına neden olmuştur. Ayrıca tütsü bitkilerinin kullanımı da artmıştır. Covid 19 pandemisinde insanların duygu durumlarını pozitif hale getirmek amacıyla kullanılan tütsü bitkileri, önemli ve geliştirilmeye açık bir konudur.

Bu kitap bölümü, içinde bulunduğumuz döneme fayda sağlamasının yanı sıra süs bitkilerinin farklı bir kullanım alanı olarak ele alınması açısından da önemlidir.



Cinnamomum verum
(Tarçın)

Genel özellikleri; Gerçek tarçın ağacı veya Seylan tarçın ağacı olarak adlandırılan *Cinnamomum verum*, Sri Lanka'ya özgü Lauraceae familyasına ait küçük, yaprak dökmeyen bir ağaçtır. Tarçın yapmak için diğer birkaç *Cinnamomum* türünün iç kabuğu da kullanılsa da, *C. verum*'dan elde edilen tarçın, üstün kalitede kabul edilmektedir (Url 5).

Tıbbi aromatik bitki olarak kullanımı ve faydaları; iç kabuklardan elde edilen tarçının kullanımı Eski Mısır'a kadar uzanmaktadır. Polifenol antitoksidan kaynağı olan, gerek çay gerekse baharat olarak tüketilen tarçının, birçok çalışmada da belirtildiği üzere vücut direncini artırma, mantar enfeksiyonunu tedavi etme, kan dolaşımını düzenleme gibi faydaları vardır.

Tütsü olarak kullanımı; Kabuklarından yapılan tütsü, ruhsal sıkıntıların giderilmesini sağlar, iştah açıcı özelliği vardır. Zihinsel aktivasyonların artmasını sağlar, kan basıncını dengelemektedir (Url 4).



Citrus sinensis
(Portakal)

Genel özellikleri; *Rutaceae* familyasından olan; *Citrus × sinensis*, aynı zamanda *Citrus sinensis* (Tatlı Portakal Grubu) olarak da bilinir, kan portakalları ve göbek portakalları dahil olmak üzere yaygın olarak yetiştirilen tatlı portakallardır. C Vitamini deposu olan portakalın sadece hoş kokusu ve tadının var oluşu bir yana, etrafa yaydığı dinamik enerjinin de bir o kadar önemli olduğu bilinmektedir (Url 6).

Tıbbi aromatik bitki olarak kullanımı ve faydaları; Portakallı tütsü stresi önlemenin yanısıra vücut direncini artırıcı özelliğiyle kendinizi arınmış hissetmeyi sağlamaktadır. Ayrıca portakal kabuğunda bulunan ve ona kokusunu veren, (+) limonen formudur. Limonenin (+) formu, böcek ilacı, temizleyici (iyi bir çözücü olduğu için) ve gıda endüstrisinde katkı maddesi formu da dahil olmak üzere birçok kullanım formuna sahiptir (Url 6).

Tütsü olarak kullanımı; Hafif, taze ve tatlı narenciye kokusu, portakalın aynı zamanda sabundan kumaş yumuşatıcılara, kokulu mumlara, oda spreylerine ve kolonyaya kadar çeşitli kozmetik ve parfümlerde bulunan önemli bir koku olmasını da sağlamaktadır (Url 6)



Coffea
(Kahve)

Genel özellikleri; Rubiaceae familyasına ait bir cinsidir. Coffea türleri, tropikal ve güney Afrika ile tropikal Asya'ya özgü çalı veya küçük ağaçlar şeklinde yetişmektedir. Tohumu için yetiştirilen 120'den fazla Coffea türü vardır. En popüler iki tanesi, dünya kahve üretiminin% 60-80'ini oluşturan *Coffea arabica* (genellikle "Arabica" olarak bilinir) ve yaklaşık% 20-40'ını oluşturan *Coffea canephora*'dır ("Robusta" olarak bilinir). (Url 5).

Tıbbi aromatik bitki olarak kullanımı ve faydaları; Kahve çekirdekleri olarak adlandırılan bazı türlerin tohumları, çeşitli içecek ve ürünleri tatlandırmak için kullanılır. tohumları çok miktarda kafein içerir ve farklı bir tatlı tada sahiptir ve meyvelerinin ise genellikle suyu sıkılmaktadır. Bitki, dünyanın en değerli ve en çok ticareti yapılan emtia mahsullerinden biridir ve Orta ve Güney Amerika, Karayipler ve Afrika da dahil olmak üzere birçok ülkenin önemli bir ihraç ürünüdür (Url 5).

Tütsü olarak kullanımı; Kahve çekirdeklerinin bir kase içinde tütsü olarak yakılması ortama enerji vermektedir(Url 6).



Eucalyptus globulus
(Okaliptüs)

Genel özellikleri; *Myrtaceae* familyasından olan, yaygın olarak güney mavi sakızı olarak bilinen okaliptüs (*Eucalyptus globulus*), güneydoğu Avustralya'ya özgü yaprak dökmeyen bir ağaç türüdür. Çoğunlukla pürüzsüz kabuğa, alt yüzeyinde beyazımsı ve mumsu parlak yeşil genç yapraklara, mızrak şeklinde yetişkin mat yeşil yapraklara, yaprak dingillerinde üç veya yedi gruplar halinde dizilmiş nervürlü çiçek tomurcuklarına, beyaz renkli çiçeklere ve odunsu meyvelere sahiptir (Url 5).

Tıbbi aromatik bitki olarak kullanımı ve faydaları; Tazmania yaprakları, bitki çayı olarak kullanılmaktadır. Okaliptüsün çiçekleri, arılar için iyi bir nektar ve polen kaynağı olarak kabul edilmektedir.

Tütsü olarak kullanımı; Yapraklarının yakılması ile ortamı yeniden canlandıran ve ferahlatan okaliptüs yaprakları, insana zihin açıklığı verir. Negatif enerjilerin, acı, öfke ve tedirginliklerin ortamdaki uzaklaşmasını sağlamaktadır (Url 6).



Rosa sp. (Gül)

Genel özellikleri; Gül, Rosaceae familyasından, Rosa cinsinin odunsu, çok yıllık dekoratif çiçekli bir bitkisidir. Üç yüzden fazla tür ve on binlerce çeşide sahiptir. Anavatanı Anadolu, Çin ve İran'dır. Türlerin çoğu Asya'ya özgüdür ve az bir kısmı ise; Avrupa, Kuzey Amerika ve Kuzeybatı Afrika'ya özgüdür. Park bahçe düzenlemelerinde farklı türler, çeşitler ve melezler değişik renklerdeki ve çoğu güzel kokulu çiçekleri için kullanılır (Url 5).

Tıbbi aromatik bitki olarak kullanımı ve faydaları; Güller birçok toplumda kültürel anlama sahiptir. Gül, tarih boyunca şiiirlere konu olmuştur. Parfümeri ve kesme çiçek ticaretinde kullanılmaktadır. Güllerin ana bileşenlerini, kokulu alkoller geraniol ve L-citronellol ve gül yağı dışında alkanlardan oluşan kokusuz bir katı olan gül kafuru oluşturmaktadır. β-Damascenone ayrıca kokuya önemli bir katkı sağlamaktadır (Ulr 5).

Tütsü olarak kullanımı; Rosa sp dış mekanlarda yaygın olarak kullanılan bu süs bitkisi olması yanı sıra iç mekanlarda da ortama yaydığı kokusu için kullanılmaktadır. Kurutulmuş gül yaprakları da tütsü olarak kullanılabilir (Url 6).



Juniperus sp. (Ardıç)

Genel özellikleri; Ardıç (*Juniperus sp.*) herdem yeşil bir bitkidir. *Juniperus horizontalis*'in anavatanı Amerika'dır. Donlara dayanıklı bir bitkidir. Peyzaj tasarımlarında yer örtücü olarak gruplar halinde ya da tek başına kullanılmaktadır. Sabın ardıcı ise (*Juniperus sabina*) Orta ve Güney Kafkaslarda doğal olarak yetişir. Ayrıca 2000 m. rakıma kadar yetişebilir. Peyzaj çalışmalarında değerli bir bitkidir (Url 6).

Tıbbi aromatik bitki olarak kullanımı ve faydaları; Organik asitler, reçine, acı madde uçucu yağ, glikoz ve juniperin mevcuttur. Uçucu yağ antiseptik ve kuvvetli idrar söküçüdür (Url 5).

Tütsü olarak kullanımı; Şaman Türkmenlerde ve Bektaşî - Alevilerde kutsal olarak kabul edilen bir ağaçtır. Dış mekan tasarımlarında yaygın kullanılan bu bitki, iç mekanlarda da tütsü bitkisi olarak kullanılmaktadır. Dallarına bez bağlanarak dilek tutulur veya dalları tekkelerde tütsü olarak kullanılır. Çalıları demet haline getirip yakıldığında dinginlik verir ve zihinsel yorgunluğun azalmasını sağlamaktadır. Ayrıca ardıç tohumları yemeklerde koku ve tat vermesi amacıyla da aromatik bitki olarak kullanılmaktadır (Url 6)



Laurus nobilis
(Defne Yaprığı)

Genel özellikleri; *Laurus nobilis*, Lauraceae familyasından aromatik, yaprak dökmeyen ağaç ya da çalı formunda bir bitkidir. Koyu yeşil, sert yaprakları, dar eliptik ve sivri uçludur (Birişçi ve ark, 2017-a). Akdeniz bölgesine özgüdür ve yemeklerde baharat olarak yaprağı kullanılan aromatik bitkiler grubuna girmektedir. *Laurus nobilis*, geçmiş zamanlarda Akdeniz Havzası'nın çoğunu kaplayan, defne ormanlarını oluşturmaktaydı. Pliyosen döneminde Akdeniz Havzası'nın kurumasıyla defne ormanları yavaş yavaş geri çekilmiş ve yerini bugün tanıdık olan daha kuraklığa dayanıklı sklerofil bitki toplulukları almıştır. Akdeniz çevresinde kalan son defne ormanlarının çoğunun yaklaşık on bin yıl önce ortadan kaybolduğuna inanılıyor olmakla birlikte bazı popülasyonlarını Türkiye'nin güneyinde, Suriye'nin kuzeyinde, İspanya'nın güneyinde, kuzey-orta Portekiz'de, kuzey Fas'ta ve Kanarya Adaları'nda görmek mümkündür.

Tıbbi aromatik bitki olarak kullanımı ve faydaları; Defnenin bitki özü açık yaralar için büzücü ve merhem olarak tıp alanında kullanılmaktadır. Ayrıca masaj terapisi ve aromaterapide de kullanılmaktadır.

Tüsü olarak kullanımı; Orta çağdan bu yana stres atmak amacıyla defne yaprağı yakılmıştır. Defne yaprağının kimyasındaki lifler, yandıkları zaman bir duman oluşturarak zihnin sakinleşmesini sağlar. Dolayısıyla defne yaprağı yakmak, kişinin kaygı endişe durumlarını azaltıp, rahatlamasına yol açmaktadır



Lavandula sp. (Lavanta)

Genel özellikleri; *Lavandula* sp. Ballıbabagiller familyasından Akdeniz bölgesi bitkisidir. Atlas Okyanusu adalarından Akdeniz çevresi ülkelerine ve Hindistana kadar uzanan geniş bir alanda yetişen, lavanta cinsi üyeleri, çalı görünümlü, toplu başak biçiminde mavi, morumsu ya da kırmızı çiçekler açan bitkilerdir. Lavanta, dağlarda, 1000–1800 m. arasında yüksekliklerde yetişmektedir (Url 5).

Tıbbi aromatik bitki olarak kullanımı ve faydaları; Yüzyıllardır geleneksel tıpta ve kozmetikte kullanılmasına rağmen, lavantanın hastalıklar üzerinde herhangi bir etkisi olduğuna veya sağlığı iyileştirdiğine dair yüksek kaliteli klinik kanıt yoktur. Roma döneminde lavanta çiçekleri, bir pounda (100 denarii) satılmaktaydı ve bunun, bir çiftlik işçisinin bir aylık maaşıyla veya yerel berberin elli saç kesimiyle hemen hemen eşdeğer olduğu belirtilmiştir (Anonim, 1989). Ticari anlamda bitki, esansiyel lavanta yağı üretimi için yetiştirilmektedir. İngiliz lavantası (*Lavandula angustifolia*) tatlımsı tonlara sahip bir yağ verir ve balsamlarda, merhemlerde, parfümlerde, kozmetiklerde kullanılabilir. Lavandin veya Hollanda lavantası olarak da bilinen *Lavandula* × *intermedia*, benzer bir uçucu yağ verir, ancak kokuya daha keskin bir ton ekleyen kafur dahil daha yüksek seviyelerde terpen içermektedir. Lavandinler *Lavandula* × *intermedia*, *L. angustifolia* ve *L. latifolia*'nın bir melez sınıfıdır. Lavandinler ticari kullanım için yaygın olarak yetiştirilir, çünkü çiçekleri İngiliz lavantasından daha büyük ve hasat edilmesi daha kolay olmaktadır. Ancak bazıları tarafından lavandin yağının İngiliz lavantasından daha düşük kalitede olduğu kabul edilmektedir. Tıbbi aromatik bitki olarak yaygın olan lavantalar, son yıllarda dış mekan süs bitkisi olarak da kullanılmaktadır. Ülkemizde lavanta kokulu köy olarak bilinen Isparta'daki Kuyucak köyü örnek verilebilir. Lavantanın her hali güzel kokmaktadır (Url 6).

Tütsü olarak kullanımı; Dış mekanda rüzgar esintisi ile ortaya çıkan bu koku, dolapta kese içerisinde de tercih edilmektedir. Yorgunluk,

uykusuzluk, depresyon sorunlarına iyi geldiği bilinen lavantanın, tütsü hali daha da etkili olmaktadır (Url 6).



Laurus nobilis
(Defne Yaprığı)

Genel özellikleri; Yaprak döken geniş yapraklı ağaçtır. 30 metreye kadar boylanabilir. Derin loplu parlak yeşil yaprakların kenarları ince dişli, uçları sivridir. Sonbahar renklenmesiyle etkilidir. Yavaş büyüyen endemik bir bitkidir (Birişçi ve ark, 2017-b). Parfümeri endüstrisinde iyi bir koku tespit edici (fiksatif)dir. Günlük ya da sığla yağı denilen balsam, Türkiye'nin önemli bir dışsattım ürünüdür. Ayrıca tütüne güzel koku vermek üzere kullanılır (Kahya, 2015).

Tıbbi aromatik bitki olarak kullanımı ve faydaları; günlük ağacı yağı bağışıklığı güçlendirici, antiflojistik, epitelleştirici, balgam çıkartıcı etkiye sahiptir. Balsamı %53 reçine, %3-10 uçucu yağa sahiptir (Oktay, 2009; Johnson, ve ark., 2017).

Tütsü olarak kullanımı; Dini törenlerde balsamı alınmış kabukları buhur adıyla tütsü olarak kullanılan sığla ağacının günümüzden 4000 yıl kadar önce Somali'den getirildiği sanılmaktadır (Mansuroğlu ve ark, 2017).



Magnolia sp. (Manolya)

Genel özellikleri; Manolya, *Magnoliaceae* familyasının *Magnolioideae* alt ailesine mensup çiçekli bitki türünden oluşan büyük bir cinstir. *Magnolia grandiflora* ve *Magonlia soulangeana*, en yaygın kullanılan türlerdir. *Magnolia grandiflora* beyaz çiçeklere sahipken *Magonlia soulangeana* pembe çiçeklere sahip ve soğuğa daha dayanıklıdır. Fransız botanikçi Pierre Magnol'un adını almıştır. Manolya eski bir cinstir. Tozlaşma döneminde böcekler tarafından taç yapraklarının zarar görmemesi için Manolya çiçekleri son derece serttir. Magnolia türleri yaygın olarak Doğu ve Güneydoğu Asya'da ve Kuzeydoğu Amerika, Orta Amerika, Batı Hint Adaları ve Güney Amerika'da dağılım göstermektedir (Url 5).

Tıbbi aromatik bitki olarak kullanımı ve faydaları; Manolya ağacının çiçekleri ateş düşürücü olarak kullanılmaktadır. Ayrıca çiçeklerinden elde edilen yağlarda tonik ve uyarıcı maddeler yer almaktadır Manolya çiçeğinin kabukları yılançık, dizanteri hazımsızlık ve cilt hastalıkları için kullanılmaktadır. (Url 7).

Tütsü olarak kullanımı; Manolya ağacı, taze çiçeklerinin yaydığı güzel kokusu nedeniyle tütsü olarak da kullanılmaktadır. Sinirleri rahatlatır, uyumu artırır, ferahlatıcı etkisi vardır (Yazici ve Akça, 2017).



Genel özellikleri; Ülkemizde üzerlik olarak adlandırılan *Peganum harmala*, *Nitrariaceae* familyasından, çok yıllık, otsu bir bitkidir, *Nitrariaceae* familyasına ait odunsu olan bu bitki, genellikle ılıman çöl ve Akdeniz bölgelerinde tuzlu topraklarda yetişmektedir. Hayvanlar tarafında tüketilmesi arzu edilmez, çiftlik hayvanlarının hastalanmasına veya ölmesine neden olabileceğinden, bazı ülkelerde zararlı bir ot olarak kabul edilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nin bazı bölgelerinde istilacı bir tür olarak değerlendirilmektedir (Url 5).

Tıbbi aromatik bitki olarak kullanımı ve faydaları; Üzerlik, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da halk tıbbında popülerdir. Tohumlar dahil, bitkide bulunan alkaloidler, muhtemelen bir monoamin oksidaz inhibitörü nedeniyle halüsinojendir. 12. yüzyıl Arap tarımcısı olan İbnü'l-Evvam, tohumlarını yakarak ortaya çıkardığı dumanlar sayesinde pişirilen ekmeklerde fermentasyonu kolaylaştırmak ve tada yardımcı olmak için kullanıldığını bildirmiştir (Url 6).

Tütsü olarak kullanımı; Evdeki nazara ve kötü enerjiye iyi geldiği bilinmektedir. Kullanılan en eski tütsülük bitkilerden biridir. Tohumları yakılarak kullanılır (İbnü'l-Evvam, 1864).



Şekil 5. Tütsü olarak kullanılan adaçayı ve portakal (Url 8).



Şekil 6. Tütsü olarak kullanılan okaliptüs(Url, 9)

Şekil 7. Tütsü olarak kullanılan okaliptüs (Url,10)



Şekil 8. Tütsü olarak kullanılan tarçın kökü (Url, 11)



Şekil 9. Tütsü olarak kullanılan manolya (Url, 12)



Şekil 10. Tütsü olarak kullanılan sıgla ağacı (Url 13, Url 14)



Şekil 11. Tütsü olarak kullanılan sedir Şekil 12. Tütsü olarak kullanılan üzerlik



Şekil 13. Tütsü olarak kullanılan gül (Url 17;18)



Şekil 14. Tütsü olarak kullanılan ardıç (Url 19; 20)



Şekil 15. Tütsü olarak kullanılan lavanta (Url 21, 22)



Şekil 16. Tütsü olarak kullanılan adaçayı (Urt 23)

SONUÇ VE ÖNERİLER

20. yüzyılın özellikle ikinci yarısından sonra hızlı kentleşme ve sanayileşme sonucunda, kentsel ve kırsal alanlardaki bitki örtüsü hızla yok olmuş ve insanlar doğayla iç içe olmaktan uzaklaşmıştır (Yıldırım ve ark, 2006). Doğallıktan uzak beton yapıların içinde yaşayan insanlar için ağaçlarla birlikte diğer odunsu ve otsu bitkiler ile oluşturulan doğal ve kültürel yeşil alanların, insanlar üzerinde fizyolojik ve psikolojik olumlu etkileri vardır. Bu nedenle bitkilerin görsel ve işlevsel özelliklerinden de yararlanarak sağlıklı mekânlar yaratılabilir (Birişçi ve ark. 2017-a). Kentlerde ve kalabalık yerlerde yaşayan insanlar, yüksek katlı beton yapıların içine sıkışmış durumdadır. Beton yapıların yumuşatılması, gürültüyü filtre etmeleri, oksijen üretmeleri, yansımaları önlemesi gibi birçok fonksiyonel özelliğe sahip, doğanın bir parçası olan bitkiler ev ve ofislerde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ev ve ofislerde bitki kullanımı saksılı bitkilerle başlamış olup, dekoratif doğal ürünlerden oluşan mobilyalarla devam etmektedir. Kullanılan saksılı bitkiler ve doğal ürünler, insanları beton yapıların içinde doğaya yaklaştıran araç olarak kullanılmaktadır. 2020 yılının başlarında ülkemizde içinde olmak üzere tüm dünyayı etkileyen Covid 19 pandemisi insanları alternatif tıpa da yönlendirmiştir. Bununla ilgili birçok araştırma yapılmış ve şifalı bitkilerin bazı virüsler için fito-antiviral ajanlar oldukları, çalışmalarla ortaya çıkmıştır (Şekeroğlu ve Gezici, 2020). Covid -19 pandemi etkisinde, tıbbi aromatik bitkilerin yaygın kullanımıyla birlikte doğayı hissetmenin en pratik yolu olarak da tütsü bitkilerinin yaydığı koku, öne çıkmaktadır. Bu süreçte insanlar, yeşil alanlara erişimleri kısıtlandığından dolayı istedikleri zaman yeşil alanlara erişememekte, bu nedenle de negatif enerjilerini ortadan kaldıracabilecek alternatifler aramaktadır. Özetle; yeni trendlerden biri olan tütsü bitkileri de, Covid-19 pandemi döneminde hem doğaya özlemi giderme hem pozitif

enerji kaynağı oluşturma açısından öne çıkmaktadır. Günümüzde bitkilerin hoş kokusu iç mekanlarda hissedilmek istenildiği için, uçucu yağ ya da tütsü olarak süs bitkileri (Yazıcı, 2019; Akça ve ark., 2017) kullanılmaktadır. Bu kitap bölümünde tütsü bitkileri olarak kullanılan süs bitkileri ele alınmıştır. Yapılan bu çalışmanın sonucunda

- ❖ Süs bitkilerinin alternatif kullanımlarına dikkat çekmesi,
- ❖ Ticari anlamda yeni bitkilerin koku özelliklerinin kullanımını artırması,
- ❖ Doğa ve insan ilişkisini artıran alternatifleri değerlendirmesi,
- ❖ Süs bitkilerinin peyzaj tasarımlarının yanı sıra hayatın her alanında fayda sağladığının algılanmasını sağlaması,
- ❖ İnsanların dönemsel trendlerle ihtiyaç yönelimlerinin yön değişikliği göz önüne alındığında, pandemi sürecinde süs bitkileri kullanımının çeşitlendirilmesini sağlaması
- ❖ Süs bitkilerinin, insanların ihtiyaç hiyerarşisinde gıda ve sağlık çerçevesinde değerlendirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.



Şekil 17. Bitkilerle tütsü yapılması (Url 24)

Günümüzde tüketim tercihleri de Covid-19 pandemisi ile birlikte şekillenmektedir. Tıbbi aromatik bitkiler, geçmişten günümüze var olmuş ve gelecek nesillerin de ilgisini çekecek bir konudur. Bu alanda yapılan her çalışma ve alternatif kullanım, gelecek nesiller için bir kaynak olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akça, Ş. B., Yazici, L., & Yazici, K. (2017). The Research of The Using of Opuntia Ficus Indica A Medical Aromatic Plant In The Field of Landscape Architecture. Presented At The Uluslararası Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler Kongresi, Konya.
- Akça Ş. B. & L. Yazici, L. (2017). Medicinal Aromatic Plants To Be Value In Agricultural Production In Tokat Central Black Sea Transitional Zone, Presented At The International Symposium On Medicinal Aromatic And Dye Plants (Reyhan 2017), Malatya, 2017.
- Altun, H. (2018). Bazı baharat kokularının koklanması sırasında oluşan EEG işaretlerinin incelenmesi ve sınıflandırılması, KTÜAES Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Elektrik-Elektronik Mühendisliği
- Anonim,(1989). Oxford English Dictionary (second ed.). 1989. Note however that Upson and Andrews refer to research on bathing in the Roman Empire, and state that there is no mention of the use of lavender in works on this subject.
- Birişçi, T., Mansuroğlu, S.G. ve Söğüt, Z. (2017-a). Ağaç Çevre ve Toprak. (Yaşamın Her Karesinde Toprak Kitabı, Editör Yıldız Aksoy), İstanbul Aydın Üniversitesi Yayınları, Sayfa: 233-254.
- Birişçi, T., Türel, H:S. ve Alkan, M.Ö. (2017-b). Kültürpark'ın Ağaç ve Çalıları. Bitki Tanıtım Kitabı. İzmir Büyükşehir Belediyesi Yayınları.
- Buchbauer, G., Jirovetz, L., Jager, W., Dietrich, H. & Plank, C. (1991). Aromatherapy: Evidence for sedative effects of the essential oil of lavender after inhalation. Zeitschrift Fur Naturforschung C, 46(11-12), 1067-1072.
- Diego, M. A., Jones, N. A., Field, T., Hernandez-reif, M., Schanberg, S., Kuhn, C., Galamaga, M., McAdam, V. ve Galamaga, R. (1998). Aromatherapy positively affects mood, eeg patterns of alertness and math computations. International Journal of Neuroscience, 96(3-4), 217-224. Doi: 10.3109/00207459808986469
- Fiore, C., Eisenhut, M., Ragazzi, E., Zanchin, G., & Armanini, D. (2005). A history of the therapeutic use of liquorice in Europe. Journal of ethnopharmacology, 99(3), 317-324.
- Gülgün, B., & Öztürk, İ. (2020). Concept Of Sensory Gardens Design Proposal Of A Sensory Garden For Izmir. Ournal Of International Environmental Application And Science, 15(3), 167–176.
- Ibn al-Awwam (أبو داود سليمان بن أحمد), Abu Zakariya (عبد بن عبد الله) (1864). Kitab al fallah – le livre de l'Agriculture (in French). Paris: A. Franck,
- Johnson, R., Foster, S., Low, T. & Kiefer, D. (2017). “Şifalı Bitkiler Ansiklopedisi” Hürriyet Gazetecilik
- Jones S, Martin R, & Pilbeam D (1992). The Cambridge encyclopedia of human evolution. New York: Cambridge University Press. 520 p.

- Kahya, E. (2015) Günlük Ağacı (*Liquidambar orientalis*, Sığla) Dört Öge Dergisi, Sayı:7,15-21.
- Klemm W. R., Lutes S. D., Hendrix D. V., Warrenburg S. (1992). Topographical EEG maps of human responses to odors. *Chem. Senses* 1992; 17: 347–361.
- Kılıçer, M (2019). Osmanlı’dan Cumhuriyet Dönemine Türkiye’de Koku Endüstrisi Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı İktisat Tarihi Bilim Dalı , Y. Lisans
- Knipping, K., Garssen, J., & Van’t Land, B. (2012). An Evaluation of The Inhibitory Effects Against Rotavirus Infection Of Edible Plant Extracts. *Virology Journal*, 9(1), 137-144. [72] Fredrickson, W. R. (2000). U.S. Patent No. 6,117,844. Washington, DC: U.S. Patent And Trademark Office.
- Lehrner, J., Marwinski, G., Lehr, S., Jöhren, P. & Deecke, L. (2005). Ambient odors of orange and lavender reduce anxiety and improve mood in a dental office. *Physiology and Behavior*, 86(1-2), 92-95. Doi: 10.1016/j.physbeh.2005.06.031
- Ludvigson, H. W. & Rottman, T. R. (1989). Effects of ambient odors of lavender and cloves on cognition, memory, affect and mood. *Chemical Senses*, 14(4), 525-536.
- Lopresti AL (2017). “Salvia (Sage): A Review of its Potential Cognitive-Enhancing and Protective Effects”. *Drugs in R&D*. 17 (1): 53–64.
- Mansuroğlu, S.G., Birişçi, T.B, Söğüt, Z. Ve Dağ, V. (2017). Geçmişten Günümüze Farklı Uygarlıklarda Bitki Kullanımı. (Yaşamın Her Karesinde Toprak Kitabı, Editör Yıldız Aksoy), İstanbul Aydın Üniversitesi Yayınları, Sayfa: 325-347.
- Miroddi M, Navarra M, Quattropani MC, Calapai F, Gangemi S, Calapai G & (2014). Systematic review of clinical trials assessing pharmacological properties of *Salvia* species on memory, cognitive impairment and Alzheimer’s disease”. *CNS Neurosci Ther*. 20 (6): 485–95.
- Moss, M., Cook, J., Wesnes, K. & Duckett, P. (2003). Aromas of rosemary and lavender essential oils differentially affect cognition and mood in healthy adults. *International Journal of Neuroscience*, 113(1), 15-38. Doi: 10.1080/00207450390161903.
- Noyan, A. (2008). “ Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji”. 17. baskı. Şubat, Meteksan, Ankara. Guyton, A.C. (2001). “Medical Physiology (Tıbbi Fizyoloji)”. Prof. Dr. Hayrünisa ÇAVUŞOĞLU (çeviri editörü). Yüce Yayınları. Kasım.
- Oktay, M. (2009). “Şifalı Bitkiler Ansiklopedisi”. Kabalcı Yayınevi.
- Şekeroğlu, N & Gezici, S . (2020). Koronavirüs Pandemisi ve Türkiye’nin Bazı Şifalı Bitkileri. *Anatolian Clinic the Journal of Medical Sciences* ,

Anatolian Clinic the Journal of Medical Science (Special Issue on COVID 19) , 163-182 . DOI: 10.21673/anadoluklin.724210

Ul Qamar, M. T., Alqahtani, S. M., Alamri, M. A., & Chen, L. L. (2020). Structural Basis of SARS-Cov-2 3clpro And Anti-COVID-19 Drug Discovery From Medicinal Plants. <https://doi.org/10.20944/Preprints202002.0193.V1>

Warm, J. S., Dember, W. N. & Parasuraman, R. (1991). Effects of olfactory stimulation on performance and stress in a visual sustained attention task. *Journal of Society Cosmetic Chemists*, 42(3), 199-210.

Warrenburg, S. (2005). Effects of fragrance on emotions: Moods and physiology. *Chemical Senses*, 30(1), 248-249. Doi: 10.1093/chemse/bjh208.

Yazici K & Akça, Ş. B., (2017). Tokat Ekolojik Koşullarında Yetişen Yaprğını Döken Manolya Magnolia X Soulangeana Ağacının Uçucu Yağ Birleşenlerinin Belirlenmesi,” Presented At The VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu, Saraybosna, 2017.

Yazici K, Akça Ş. B, & L. Yazici, L. (2017). Determination of Appropriate Areas And Design Proposals For Healing Gardens In Tokat,” Presented At The Uluslararası Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler Kongresi, Konya, 2017.

Yazici, K. (2019). The Importance of Healing Gardens İn Terms Of Palliative Care Center. *Journal Of Internaional Environmetal Application*, 14(3), 75–83.

Yazici K., Gülgün, Aslan B, Balık G., Aktaş E. & Ankaya F. (2018). The Most Recent Studies in Science And Art. Chapter:44 The Plant Design Criteria For Sustainable Universal Design By Considering The Principles Of Gestalt, Yayın Yeri: Gece Publishing, , Basım Sayısı: 1, Sayfa Sayısı: 1024, ISBN:978-605-288-356-3, Bölüm Sayfaları:584 -596

Yıldırım, Birişçi, T., Güney, M.A., Türel H.S. ve Kılıçaslan Ç. (2006). Bitkisel Tasarım. Üniversiteler Ofset (ISBN 9944-5419-0-7), Bornova.

Faydalanılan İnternet Siteleri

Url 1: <https://www.anatomica.com.tr/tat-ve-koku-alma-bozuklugu>

Url 2: <https://www.chappal.co/urun/mutlu-ciftler-tutsusu>

Url 3: <https://www.kastamonur.com/osmanli-saray-kulturunde-buhur-ve-gulsuyu-gelenegi/>

Url 4: <https://www.tibbivearomatikbitkiler.com/makaleler/tutsu-yapilan-bitkiler/>

Url 5: <https://en.wikipedia.org/wiki/Coffea>

Url 6: <https://www.tibbivearomatikbitkiler.com/makaleler/tutsu-yapilan-bitkiler/>

Url 7: <https://www.milliyet.com.tr/pembenar/manolya-cicegi-anlami-ozellikleri->

Url 8: <http://www.ekoyasamgazetesi.com/upload/osmanli%20C4%B1resim11.jpg>

Url 9: <https://egepazarindan.com/>

Url 10: <https://cdn.vivense.com/images/stories/>

Url 11: <https://pixabay.com/vectors/smell-rose-flower-fragrant-aroma-41970/>

Url 12: <https://img.piri.net/mnresize/900/-/>

Url 14: <https://listelist.com/wp-content/uploads/2019/04/1-74.jpg>

Url 15: https://store.jiva.com/wp-content/uploads/2019/05/960x636_15.jpg

Url 16: <https://www.shallwe.com.tr/wp-content/uploads/2018/06/dogal-tutsu.jpg>

Url 17: <https://www.mundomondo.net/image/>

Url 18: <https://www.mitr.com.tr/Webkontrol/UrunYonetimi/>

Url 19: <https://www.navamula.com/image/>

Url 20: <https://hellominaste.com/>

Url 21: <https://www.shallwe.com.tr/>

Url 22: <https://i.etsystatic.com/>

Url 23: <https://hellominaste.com/urun/dogal-adacayi-tutsusu/>

Url 24: <https://hthayat.haberturk.com/saglik/beslenme/haber/>

Bölüm 14

BATI AKDENİZ BÖLGESİNDE KIL KEÇİSİ YETİŞTİRİCİLİĞİNİN MEVCUT DURUMU VE GELECEĞİ

Ahmet TOLUNAY¹

Türkay TÜRKOĞLU²

Duygu KAŞIKÇI³

İrfan DAŞKIRAN⁴

Mehmet ÖZMİŞ⁵

1 Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, ahmettolunay@isparta.edu.tr

2 Doç. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Köyceğiz, Muğla, turkayturkoglu@muqla.edu.tr

3 Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Isparta, duyguince@isparta.edu.tr

4 Doç. Dr., TAGEM-Tarım Sal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Üniversiteler, Dumlupınar Bulvarı, 06800 Çankaya, Ankara, irfandaskiran@gmail.com

5 Orman Mühendisi, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Kuzukulağı Orman İşletme Şefi, Aksu, Isparta, mehmetozmis@gmail.com

1. Giriş

Türkiye'deki çayır ve meraların küçükbaş hayvan yetiştiriciliği açısından uygun oluşu, kırsal kesimde yaşayan ailelerin geleneksel yönden üretim konusunda deneyimli olmaları küçükbaş hayvan yetiştiriciliği için uygun ortam sağlamaktadır. Ayrıca bazı zayıf çayır ve meraların, nadas alanlarının, bitkisel üretim açısından uygun olmayan arazilerin değerlendirilerek et, süt, peynir, kıl, tiftik, deri gibi ürünlerin üretilerek gelir sağlanması gibi önemli katkılar sunmaktadır (Kaymakçı, 2006). Dağlık ve ormanlık bölgelerdeki gelir düzeyi düşük aileler için hem gıda kaynağı hem de gelir kaynağıdır. Keçi yetiştiriciliğinin bir başka özelliği de dağlık, makilik ve orman kenarındaki arazilerden yem sağlanması büyük bir avantajdır. Özellikle keçilerin beslenmesi için kaba yem, bahçe ve tarla ziraatı artıkları da kullanılabilmesi, bakım masraflarının az oluşu, sermayenin diğer hayvan türleri ile karşılaştırıldığında düşük olması keçi yetiştiriciliğini cazip hale getirmektedir (Güney ve Kaymakçı 2006).

Tüm dünyada hayvansal gıdalar içerisinde süt, insanlar tarafından tüketilen önemli bir yere sahiptir. Keçi sütü, besinsel değerleri ile her geçen gün daha fazla tercih edilmektedir. Keçi sütünün bileşim açısından anne sütüne olan yakınlığı, fonksiyonel serum proteinleri ve immün faktörleri daha yüksek oranda içermesinden kaynaklıdır. Ayrıca kendine has özelliklerinden dolayı özellikle peynir, dondurma, yoğurt gibi bazı ürünlerin hammaddesi olması dolayısıyla, hasta ve bebeklerin beslenmesi için öncelikli tercih edilmesi nedeniyle birçok ülkede hayvansal ürünler arasında tercih edilen bir gıda olarak yerini almaktadır (Sentürlü and Arslanbas, 2010). Türkiye'de keçi yetiştiriciliği küçük ve orta ölçekteki işletmelerde geleneksel yöntemlerle yürütülmektedir. Kırsal alanda yaşayan ailelerin üretimden elde ettikleri ürünleri satarak nakit ihtiyaçlarını sağlaması açısından da önemli bir uğraştır (Savran vd., 2012).

Türkiye'nin tropik ve subtropik iklim kuşağında yer alan Akdeniz bölgesinde toprak yapısı, ekolojisi, sosyo-ekonomik yapısı ve doğal bitki örtüsü keçi üretimine son derece uygun olması sebebiyle keçinin yetiştirildiğinin yoğun yapıldığı bir yerdir (Keskin, 1996). Hayvansal üretim kaynakları arasında yer alan keçi, özellikle orman ve orman içi bölgelerde, masrafsız üretim için ilk akla gelen hayvan türüdür. Bu durum, keçiden elde edilen ürünlerin çok değerli oluşu ve keçinin bitkisel üretime elverişli olmayan alanları değerlendirmesi ile ön plana çıkmaktadır (Uğur et al. 2010). Dünyanın pek çok ülkesinde keçi ürünleri özel ürün olarak nitelendirilmekte ve ona göre fiyatlandırılmaktadır. Bu durum, keçiyi, bu ülkelerde ekonomik olarak ciddi bir kaynak durumuna getirmiştir. Türkiye'nin kimi bölgelerindeki keçi ve keçi ürünlerine karşı olan yoğun talep dolayısıyla ülkemizin doğal yapısı, keçi yetiştiriciliğini daha da etkin ve verimli kılabilir (Kaşıkçı ve Sak, 2015). Ancak ne yazık ki Türkiye'de bazı olumsuz durumlarda mevcuttur.

Türkiye sahip olduğu doğal ve sosyo-ekonomik koşulları, tarımsal yapısı ile keçi yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapılmasına uygun bir ülke olmasına rağmen sürdürülebilir keçi yetiştiriciliğinde bir takım problemler yaşamaktadır. 1990'ların başında 10 milyon keçi sayısına sahipken, 2009 yılında 5 milyona kadar düşmüştür (Türkoğlu vd. 2016). Soysal vd. (2005) göre keçi yetiştiriciliği yapan işletmelerin genel özelliği, işletmelerin arazi varlığının yetersiz olması veya hiç arazi varlığına sahip olmamalarıdır. Kaşıkçı ve Sak (2015) keçi genotiplerinin yeterli ve etkin kullanılmadığını belirtmiştir. Keçi yetiştiriciliği aynı zamanda kırsal kalkınma için önemli bir ekonomik faaliyettir. Sürdürülebilir üretimin sağlanması için uygun tarımsal politikalarla desteklenmesi gerekmektedir (Ateş vd., 2014).

Türkiye'de keçi yetiştiriciliği, orman içi ve kenarı bölgelerinde, bitkisel üretimle birlikte yapılması ve sarp arazilerden faydalanılması ve yaklaşık 4 milyon orman içi ve kenarında yaşamını sürdüren insanın geçimine katkıda bulunmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2020) 2018 yılı verilerine göre Türkiye'de halen 10,6 milyon baş keçi bulunmaktadır. Keçi varlığının ise yaklaşık %98'ini Anadolu'nun tüm bölgelerine yayılmış olan kıl keçileri oluşturmaktadır. Bu çalışmada, Isparta, Burdur ve Antalya'dan oluşan Batı Akdeniz Bölgesinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin güçlü ve zayıf yönleri, fırsatları ve tehditleri araştırılmış ve bulgular kapsamında konu değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma Isparta-Burdur-Antalya illerindeki küçükbaş hayvan yetiştiriciler temel alınarak yürütülmüştür. Yetiştiricileri ile yapılan mülakatlar ile sorunlar belirlenmiş ve çözüm yolları araştırılmıştır. Harita 1'de Türkiye Vak'a Analizi olarak çalışılan bölge verilmiştir.

2.1. Yöntem

Araştırma tekniği olarak SWOT analizi kullanılmıştır. SWOT analizi durum tespiti yapan, hem araştırma hem de karar verme tekniğidir. Bir durumun, bir olayın Güçlü-Zayıf-Fırsatlar-Tehditler başlıkları altında konumu ya da durumu belirlenmektedir. Bu işlem yapılırken çalışılan konuya yakın ilgisi olan kişiler ya da kurumların görüşlerine başvurulmaktadır.

Bu çalışmada görüşlerine başvurulacak kişi ve kurumlar, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yapan sürü sahipleri yetiştiriciler ve çobanlar olarak belirlenmiştir. Çalışma Isparta-Burdur-Antalya illerindeki yetiştiriciler temel alınarak yürütülmüştür. Yapılan mülakatlar ile sorunlar belirlenmiş ve çözüm yolları araştırılmıştır.

Küçükbaş hayvan yetiştiricileri ile özellikle keçi yetiştiriciliği yapan kişilerle yapılan SWOT analizi çalışmalarından elde edilen sonuçlar

çerçevesinde, Türkiye’de geleneksel küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin güçlü ve zayıf yönleri, fırsatlar ve tehditleri belirlenmiştir. Türkiye’de Akdeniz bölgesinde en çok kıl keçisi (*Capra hircus* L) bulunmaktadır.

SWOT analizi küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yapan 41 kişi üzerinde yapılmıştır. SWOT örnekleri gruplandırılarak bir araya toplanmış olup Tablo 1’de verilmiştir.

Harita 1. Türkiye vak’a analizi olarak çalışılan bölge



3. Bulgular

Türkiye’de Batı Akdeniz Bölgesi’nde yer alan Antalya, Isparta ve Burdur İllerinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin SWOT analizi sonuçları aşağıda verilmiştir.

3.1. Güçlü Yönler (Strengths)

* Küçükbaş hayvan yetiştiriciliği kazançlı bir kırsal uğraş alanıdır. Yetiştiricilerin meslek olarak gördükleri bu uğraşı severek yapması bu üretim dalının devam ettirileceğine işaret etmektedir. Bu üretim dalından elde edilen ürünler özellikle kırmızı et, süt ve süttten elde edilen ürünlerin tüketiciler tarafından talep miktarı her geçen gün artmaktadır. Küçükbaş hayvan yetiştiricileri devlet tarafından desteklenmekte ve bu destek yetiştiricilere güven ortamı içinde bulunduklarını görmelerine sağlamaktadır. Ayrıca bu destek, meydana gelecek olası maddi dar boğazların aşılmasında yetiştiricilerin, çaresiz olmadığını göstermektedir.

* Küçükbaş hayvan yetiştiricileri, özellikle keçi yetiştiren kişiler bulundukları coğrafyada tarımsal alan olmamasını ya da az olmasını ve maddi

kazanç sağlayacak i olanaklarının bulunmaması gibi olumsuzlukları, çevrelerindeki başka kullanım olanağı olmayan yüksek havza dağlık arazilerinde ve maki alanlarında kba hayvan yetitiricilii yaparak, geçmiş kültürlerin günümüze kadar gelen arazi kullanım deneyimlerini benimsemişlerdir. Bu durum etin ve zor koşullar altında olan yaşamlarının üstesinden gelecek, zengin yaşam birikimi oluşturduğu kadar, dayanıklı bir insan yapısını ortaya çıkar mıtır.

* Yetiştirilen hayvan sayısını ya da sürüdeki hayvan varlığını artırmının kolay olanakları bulunmaktadır. Örneğin, sadece dii olakları muhafaza ederek, birkaç yıl içerisinde önemli parasal değeri olan bir sürü sahibi olmak mümkündür.

* Normal sayıda (100-250 ba) kba hayvan varlığına sahip yetitiricileri maddi olanaklar, özellikle parasal satın alma gücü açısından elverişli konumdadır. Elde ettikleri süt ve süt ürünlerini satarak günlük kazanç elde ettikleri gibi, ihtiyaç duyduklarında kırmızı et üretimi için belli sayıda canlı hayvanı talep edilen alıcılara satarak, nakit paraya kısa zamanda kavuabilmektedirler.

* Kba hayvan yetitiricileri ürettikleri ürünleri kolaylıkla satabilmektedir. Bu ürünlere yönelik talep darlığı olutuunda, alternatif pazar olanaklarının varlığı, –rnein kurban bayramlarında canlı hayvan satışı– bu üretim sektörünü güvenli bir sektör haline getirmiştir.

* Geleneksel olarak salma hayvancılık şeklinde yapılan kba hayvan yetitiricilii, katma değeri yüksek bir üretim alanıdır. Özellikle keçi yetitiriciliinde, suni yem kullanılmaması ya da çok az kullanılması ve doğal olarak yetimi çalı ve otsu bitkilerin yem olarak kullanılması ve bunun için herhangi bir masrafın olmaması, bu üretim alanını karlı bir ura konumuna getirmektedir.

* Kba hayvan yetitiriciliinde ölçek ekonomisini yakalamış işletmeler, oban kiralamak suretiyle istihdama katkı sağlamaktadır. Bu tür işletmeler, profesyonel işletme tarzları ile sektörde nc ve örnek iletmeler haline gelmiştir. Ayrıca, devletin bu konuda oban desteği sağlaması ve sigorta olanaklarını elverişli hale getirmesi, bu üretim dalına yönelik ilgileri artırmıştır.

* Kba hayvan yetitiricilii bağlı başına bir aileye geçim sağlayan ura olduğu kadar, kırsal yörede yaşayan isiz insanlar için, kısa zaman da parasal olarak hatırı sayılır bir sürüye ya da hayvan varlığına sahip olunacak, tercih edilebilir bir girişim alanı haline gelmiştir. Ayrıca, bu üretim alanına girmek için, yüklü bir sermayeye gerek yoktur. Öte yandan devlet bu üretim alanına girmek isteyen kişiler için, düşük faiz oranları olan kredi destekleri de sunmaktadır.

* Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinden elde edilen ürünlerin, özellikle süt ve süt ürünlerinin satışını kolaylaştıran pazarlama mekanizmaları bulunmaktadır. Bunlar, doğrudan yetiştiricinin ayağına gelen alıcıların satın almaları şeklinde olabildiği gibi, il ve ilçelerde yerel yönetimlerin yetiştiricilerin ürünlerini müşterilerine ulaştırabildiği semt pazarlarına özel önem vermesi ve hijyen şartlarına dikkat edilmesidir. Tüketicilerin organik ürünlere yönelik taleplerin artması da bu ürünlerin pazarlanmasını kolaylaştırmaktadır. Öte yandan keçi etinin lezzet ve doğallığı bu talebi artıran faktörler arasındadır. Küçükbaş hayvan ve özellikle keçi yetiştiriciliği yapan kişi sayısının azlığı, bu ürünlerin ara-talep dengesinin talep açığına neden olmakta, bu nedenle et, süt ve süt ürünlerinin fiyatları her geçen gün artmaktadır.

* Küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yapan konar-göçer toplumlar, özellikle bu toplumun genç nesli günümüzün iletişim araçlarını kolaylıkla kullanmaya başlamıştır. Ayrıca, güneş enerjisinden elektrik üretimi yapan araçların farkına varılmış, bu kolaylığı aydınlatmadan sonra buzdolabı ve çamaşır makinası kullanımlarına doğru yaygınlaştırmışlardır.

Tablo 1. Çalışmada elde edilen ortak SWOT analizi sonuçları

GÜÇLÜ YÖNLER	ZAYIF YÖNLER
• Keçi yetiştiriciliği kazançlı bir sektördür. • Bu mesleği severek yapıyorum. • Eti, sütü, peyniri tercih edilmektedir. • Devletin verdiği desteklerden faydalaniyorum. • Arazimiz dağlık olduğu ve hayvan yetiştirmeye elverişli olduğu için hayvancılık yapıyoruz. • Dişi oğlaklar damızlık olarak kullanıldığında sürüdeki hayvan sayısı hızla artıyor. • Hayvanların bakımında çocuklarımdan yardım alıyorum. • Yetiştiricilik yapan birinin alım gücü yüksektir. • Organik peynir üretiyoruz. • Ormancılar son birkaç yıldır otlatma planı yapıyor ve çobanlara otlak alanı ayırıyor. • Katma değeri yüksek üretim yapıyoruz. • Keçi yetiştiriciliği atadan gelen bir meslektir. • Çoban çalıştırarak istihdam sağlıyoruz. • Devlet yetiştiriciye sigorta desteği sağlıyor. • Peynir ve kurbanlık müşterisi her zaman vardır. • Kendi işimi yapıyorum. • Hayvancılıktan sağladığım gelire ailemin geçimini sağlıyorum. • Pazar ve pazarlama imkânı sağlanıyor. • Keçi yetiştiricinin cebinde her zaman nakit parası vardır. • Organik keçi ürünlerine talep artıyor. • Doğadan faydalanarak küçükbaz hayvan yetiştirilebildiği için üretim masrafı az olmaktadır. • Bu işi yapan kişi sayısının azalmasından dolayı, ürünlerimize yönelik talep artmıştır. • Hayvancılık yaparak aile geçimimizi sağlıyoruz. • Maki, diken ve çalından et, süt, peynir ve kıl üretiyoruz. • Hayvancılık karlı bir iştir. • Keçilerin kendi kendilerine doğal olan beslenme şekli vardır. • Keçilerin her arazi yapısına uyumlu otlayabilmesi nedeniyle et ve süt kalitesi artmaktadır. • Keçi ürünleri doğal ve lezzetlidir. • Keçi yetiştiriciliğine fazla sermaye gerektirmeden başlanabilmektedir. • Bakıcısına veya sürü sahibine zor arazi ve hava şartlarına rağmen sağlıklı bir yaşam sunmaktadır.	• Otlatma yaptığımız alanların çevrelerine ağaçlandırma çalışması yapıldı. • Konakladığımız yaylalarda su bulunmamaktadır. • Yırtıcı hayvanlar nedeniyle geceleri keçileri serbest bırakamıyoruz. • Maden ocakları otlatma alanlarını tehdit ediyor. • Yeni nesil keçi yetiştiriciliğini tercih etmemektedir. • Çobanlar arası sosyal ilişkiler zayıftır. • Keçi yetiştiriciliğinde iş yükü ağırdır. • Bir meslek olarak keçi yetiştiriciliğinin tatili yoktur. • Yaylada yaşam koşulları zordur. Örneğin yaylada elektrik ve banyo yoktur. • Çoban bulmakta zorlanıyoruz. • Geçmiş dönemlerde orman idaresi ile ilişkiler kötü olmuştur. • Çocuklar sosyal yaşantılarının olmamasından şikâyet etmektedir. • Kooperatif veya birlik üzerinden hayvan satışı yapamıyoruz, Pazar sorunu var. • Yaylada kopan kayalar hayvanların üzerine düşmektedir. • Çobanlar yeterince haklarını savunamıyor. • Bu işle uğraşanların eğitim düzeyi düşüktür. • Hayvanlar ekili ve dikili alanlara zarar veriyor. • Pazarlama için bir kooperatif yoktur. • Otlatma alanlarına güneş panelleri yapılıyor. • Orman idaresi otlaklarımıza fidan dikimi yapıyor. • Keçi dağınık olarak otladığından, sürü kontrolü zordur. • Yetiştiricilerin sağlık sorunları ile ilgilenilmemektedir. • Köylerde otlatma alanları azalmıştır. • Yaylada meralar paylaşılmasında sorunlar vardır. • Hayvan hastalıkları çok değişmiş olup, kullandığımız ilaçlar tedavide etkili olmamaktadır. • Küçükbaz hayvanları istediğimiz fiyatlara satamıyoruz. • Devletten yeterli kadar destek alamıyoruz. • Devlet canlı hayvan ithalatı yapıyor. • Keçiye toplumda önyargılı bir bakış var. • Kışın ek yemleme maliyetleri yükselmiştir. • İlaç ve veteriner masrafı yüksektir. • Otlatma alanlarımızda su kaynakları azalmıştır.

Tablo 1 devamı

FIRSATLAR	TEHDİTLER
• Keçi yetiştiriciliğinden elde edilen organik et ve süt ürünlerine talep artmıştır. • Keçi sütü ve peynir fiyatları artmaktadır. • Organik besinler ileriki yıllarda daha fazla tercih edilecektir. • Kurbanlık satışı dinimiz gereği her zaman olmaktadır. • Keçi yetiştiriciliğine ilgi artmış olup, canlı oğlak satışına talep büyüktür. • Keçi sütünün anne sütüne benzer nitelikleri olan bir ürün olması, keçi sütünün önemini artırmıştır. • Keçi yetiştiriciliğinin başlangıç sermayesi düşüktür. • Bir keçi ürünü olarak sadece keçi peyniri satışı hane halkının ihtiyaçlarını karşılar. • Kuraklığa ve iklim değişikliğine rağmen dağlardaki ot ve çalılarla keçiler beslenebilmektedir. • Zor iklim ve arazi koşullarında yapılan keçi yetiştiriciliği terk edilmemiş olup, gelecekte de kırsal yöre halkının gıda güvenliğini sağlayacaktır. • Keçi yetiştiriciliğinde canlı hayvan fiyatları sürekli artmaktadır. • Devlet hayvancılık desteklerine özel önem vermektedir. • Ülkedeki hayvancılık politikaları sağlıklı bir çizgi içinde yürümektedir. • Son yıllarda orman alanları otlatma planı yapılarak küçükbaş hayvan yetiştiriciliğine açılmıştır. • Son yıllarda hayvancılığın değeri artınca, keçi yetiştiriciliğine ilgi artmıştır. • Keçiler doğal ortamlarda beslendikleri için, et ve süt ürünleri daha tercih edilir hale gelmiştir. • Bu işi yapan az sayıda keçi yetiştiricisi kaldığı için, üretilen ürünler çok kolay satılmaktadır. • Keçi yetiştiriciliği severek, isteyerek ve bilinçli bir şekilde yapılırsa yetiştiriciye her zaman yararlı fırsatlar sunar. • Keçi yetiştiriciliği yaparken yılda sadece 3 ay suni yem verilmektedir. • Keçi yetiştiriciliğinde en büyük fırsat çalı ve makiden et üretilmesidir. • Kurbanlık keçi satışı her yıl olacaktır. • Ormancılar keçilerin orman alanlarında kuru ot ve yanıcı maddeleri azaltmasından dolayı orman yangınlarının önlenmesinde faydaları olduğunu farkına varmışlardır. • Ormancıların keçiye ve keçi yetiştiriciliğine karşı önyargıları değişmeye başlamıştır.	• Yırtıcı yabancı hayvanlar nedeniyle, otlak ve yaylalara çıkılamamaktadır. • Keçi yetiştiriciliğine hala önyargı ile yaklaşan ormancılar vardır. • Keçi yetiştiriciliğinde kullanılan maki ve mera alanları günden güne azalmaktadır. • Çoban köpeklerimizin vahşi hayvana karşı yetersiz kalmaktadır. • Hayvan hastalıkları artmaktadır. • Doğal afetler (sel, orman yangını, vb gibi) otlak ve mera alanlarına zarar vermektedir. • Keçilerin otlatma yasağı olan orman alanlarına yanlışlıkla girmesi ile ağır para cezaları ödenmektedir. • Hırsızlar küçükbaş hayvanları çalmaktadır. • Şehirlerden köylerdeki meralara ve yaylalara atılan başıboş köpekler sürülere saldırmaktadır. • Çoban bulmakta zorlaşmıştır. • Otlatma yaptığımız meralar otlatma dışında kullanımlara tahsis edilmektedir. • Yaşamımız insan yerleşimlerinden uzak doğal ortamlarda sürdüğünden her türlü tehdit ve tehlikelere maruz kalmaktayız. • Vadeli satış yaptığımızda dolandırıyoruz ve paramızı geri alamıyoruz. • Her geçen gün otlatma yaptığımız alanlara, mermer ocakları ve güneş enerji panelleri kurulmaktadır. • Köyler arası mera ve yayla sorunları vardır. • Çobanların eğitim seviyesi düşüktür. • Hayvan hastalıklarına karşı kullanılan ilaçlardaki denetimsizlik, yetiştiricilere zarar vermektedir. • Köylerde otlak alanları, dışarıdan gelen keçi yetiştiricilerine çok yüksek fiyatlarla kiralanmaktadır. • Mera ve otlak alanlarında yerli köylüler ve dışarıdan gelen keçi yetiştiricileri arasında anlaşmazlıklar vardır. • Merciler ve taş ocakları mera otlak alanlarına onarılmaz zararlar vermektedir. • Devletin canlı hayvan ithalatı, keçi yetiştiricilerini olumsuz etkilemektedir. • Hayvan hastalıklarına karşı karantina tehdidi bulunmaktadır.

* Keçilerin kendi kendilerine özgü doğal olan beslenme şekli vardır. Bunu yaptıkları ortamlar ise doğal dengenin bozulmadığı, su ve hava kirliliğinin olmadığı dağlık yukarı havza arazileridir. Yetiştiriciler de bu doğal

ortamları kendilerine sağladığı yaŐamı benimsemiŐler ve bu yaşam ortamları kendileri iÇin vazgeğilmez hale gelmiştir. Bu yaşam őekline alıŐmıŐ olan yetiştiriciler, bu ortamlarda sağlıklı yaşam sürmenin kararlılığında ve bunu devam ettirme isteğindedirler. Öte yandan kĐkbaŐ hayvan yetiştiriciliği aile iŐletmesi şeklinde yapılmaktadır. Bu durum aile bağları gĞl bir insan kesiti sunmaktadır.

* KĐkbaŐ hayvan yetiştiricilerinin en gĞl yönlerinden birisi de örgütlü olmalarıdır. Ülkemizde kĐkbaŐ hayvan yetiştiricileri İl bazında “Damızlık Koyun ve KeÇi Yetiştiricileri” adı altında örgütlenmiŐ ve bu örgütleri bir üst birlik olarak “Türkiye Damızlık Koyun ve KeÇi Yetiştiricileri Birliği” Đatısı altında toplamıŐtır. Böylece yetiştiriciler bireysel olarak davranmadan uzaklaŐarak örgütlü toplum haline gelmiştir. Bu birliklerin yönetimleri, gerekse kamu kurum ve kuruluŐları ve diğer sivil toplum kuruluŐları ile kĐkbaŐ hayvan yetiştiricilerinin çözümüne yönelik taleplerini kolaylıkla iletebilmektedir. Ayrıca, yetiştiricilere ait desteklerin artırılması ve dağıtılmasında aktif rol üstlenmektedirler.

* GeĐmiŐ dönemde 2011 yılından önce 6831 Sayılı Orman Kanunun 19. Maddesi gereği yetiştiricilerin orman alanlarına hayvan türleri olarak “keÇi, deve ve at” sokması yasaklanmıştır. Bu yasak 13/2/2011 tarihinde Đıkarılan 6111 sayılı Torba Yasa ile ortadan kaldırılmıştır (*). Bu suretle orman idaresinin belirlediği alanlarda otlatma planları yapılarak hayvan otlatmasına izin verilmiştir. Daha önce sürüsünü hayvan ağılından orman ve maki alanlarına götürmek isteyen yetiştiriciler bu düzenleme ile suğluluk duygusundan kurtulmuŐlardır.

3.2. Zayıf Yönler (Weaknesses)

* KĐkbaŐ hayvan yetiştiriciliğini konar-gĞer olarak yapan yetiştiricilerin yaşam standartları düşük düzeylerdedir. Çoğunlukla kıl Đadır ya da naylon örtü ile kaplı baraklarda yaşamlarını sürdürmektedirler. Elektrik, su hatta yol imknları bile olmayan zor ve sıkıntılı yaşam ortamları yetiştiricilerde bıkkınlık ve bezginliğe neden olmaktadır.

* Yetiştiricilerin Đocukları sosyal yaŐantının olmamasından şikâyet etmektedir. Bu zor őartları gören yeni nesil geleneksel niteliği olan bu mesleği tercih etmemektedir. Özellikle okul ĐaĐındaki Đocuklar ilk zamanlar bundan şikâyet etmemekte, fakat büyüyüp genĐ kız-genĐ delikanlı haline geldiklerinde aile iÇinde huzursuzluklar yaşanmaktadır.

* Yetiştiricilerin köy, il ve ilĐe gibi yerleşim birimlerinden uzak olması okul ĐaĐındaki Đocukların eğitim kurumlarına Đitmesini engellemesi

1 * MADDE 182-31/8/1956 tarihli ve 6831 sayılı Orman Kanununun 19 uncu maddesinin birinci fıkrasının ikinci cümlesi aşağıdaki şekilde deĐiŐtirilmiŐtir.

“Ancak, kamu yararı gereklerine uygun olarak, orman idaresince belirlenen orman alanlarında; orman idaresince tespit edilen usul ve esaslar ĐerĐevesinde hayvan otlatılmasına izin verilebilir.”

yanında, herhangi bir hastalık halinde sağlık kuruluşlarına uzak olmanın sıkıntısı yetiştiricileri endişelendirmektedir.

* Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde gündelik iş yükü ağırdır. Öyle ki gece gündüz demeden herhangi bir hayvanın rahatsızlığı ile ilgilenmek ya da hayvanların yavrulama döneminde doğumlara yardımcı olmak gerekmektedir. Bu nedenle yetiştiriciler kendilerine boş zaman zaman ayıramamaktadır. Bu nedenle hayvancılık uğraşlarında bulunan kişilerin tatil zamanı yoktur.

* Yetiştiriciler çoban bulamaktan şikâyet etmektedirler. Afgan ya da Suriyeli çobanları işe almalarına rağmen, bunların bazılarının güvenilir olmaması endişelerini artırmaktadır. Öte yandan yetiştiriciler ve çobanlar arası sosyal iletişim sorunları bulunmakta olup, bu nedenle bazı hallerde haklarını savunmakta birlikte hareket etmemektedirler. Ayrıca, kamu kurumlarına gittiklerinde kendilerini anlatmadıklarından resmi görevliler bu kişilerin sorunlarını kavrayamamaktadır.

* Gerek yetiştiriciler ve gerekse yetiştirdikleri hayvanlar çeşitli tehlikeler maruz kalmaktadır. Bu tehlikeler arasında yırtıcı vahşi hayvanların sürülere saldırması dikkat çekicidir. Yetiştiriciler bu vahşi hayvanlarla mücadelede zayıf durumda olup, psikolojik olarak korku ve endişe duygularına kapılmışlardır.

* Gerek hazine arazileri ve gerek orman alanlarında maden ocağı işletmelerine izin verilmesi büyük çevre kirliliklerine neden olduğu gibi otlatma alanlarını azaltmaktadır. Maden işletme esnasında yapılan kazı dolgu çalışmalarından kopan kayalar hayvanların üzerine düşerek telef etmektedir. Yetiştiriciler bu olumsuz duruma karşı herhangi tedbir alamamakta ve bu sorunun çözümlerine yönelik girişimleri sonuçsuz kalmaktadır.

* Öte yandan bazı otlatma alanlarında kayak ve spor tesislerinin yapılmasına izin verilmesi, elektrik enerjisi üretmek amacıyla geniş alanlarda güneş panellerinin yapılması hayvan yetiştiriciliğinin ilgi görmediği ya da önemslenmediği algısına yol açmıştır.

* Geçmiş dönemlerde orman idaresi ilişkilerin kötü olması, yetiştiricilerde ormancı korkusu travması yatmış olup, hala izleri silinememektedir. Keçiye karşı hala önyargılar kırılamamıştır. Ayrıca, orman idaresi otlatma yapılan alanların çevrelerine yetiştiricilere haber vermeden ağaçlandırma ya da orman rehabilitasyon çalışmalarını yapması, yetiştiricilerde gelecekte otlatma alanı bulamama kaygısı yaratmıştır.

* Konar-göçer olarak yaylalara çıkan yetiştiricilerin yaşamlarını sürdürebilecekleri bir barınma mekânına, hayvanları için basit yapılarla oluşturulmuş ahırlara ihtiyaçları vardır. Yaylak olarak kullanılan alan or-

man arazisi ise bu basit barınma mekânlarının yapımına orman idaresi 6832 sayılı Orman Kanunu'nun 17.maddesi gereği izin vermemektedir ^(2*)

* Yetiştiriciler iklim değişikliği ve küresel ısınma konularından haberdar olup, gelecek yıllarda otlak ve mera alanların azalmasından kaygı duyarak, yaptıkları uğraşmayı terk etme düşüncesindedir.

* Bazı hallerde orman idaresi tarafından hazırlanan otlatma planlarının uygulanmasında bürokratik sıkıntılar yaşanmaktadır. Örneğin, otlatma izin belgesinin tanzimi ve bu belgenin kontrolünde, orman idaresi ve yetiştiriciler arasında karşılıklı olarak birbirlerini yanlış anlamadan kaynaklanan tartışmalar olmaktadır.

* Bazı yetiştiriciler ve çobanların eğitim düzeyinin düşüklüğü nedeniyle, yanlış otlatma yönetimi ve uygulamaları gözlenmiştir. Bunların ilk sırasında aşırı ve düzensiz otlatma gelmektedir.

* Öte yandan yetiştiriciler ve çobanlar, otlatma alanlarının içinde ve yakınında bulunan ekili ya da dikili alanlara hayvanların zarar vermesinin önlenmesi konusunda ilgisiz ve duyarsız davranmaktadır.

* Köylerde yaylaları paylaşım ve kullanım sorunları bulunmaktadır. Yetiştiriciler ve çobanlar bu sorunları çözümlemek ve anlaşmazlıkları önlemek için bir araya gelmekte istekli ve gönüllü olmadıklarından bireysel hareket etmektedirler.

* Hayvan hastalıkları çok değişmiştir. Geçmişte doğal yöntemlerle çare bulunurken, bugün veteriner tarafından verilen ilaçları kullanmamıza rağmen, hasta hayvanlar iyileşmemektedir.

* Küçükbaş hayvanları özellikle kıl keçilerini sadece mera ve otlak ortamlarında besleyen yetiştiriciler, kışın zor hava koşullarında hayvanların ot ve yem bulamama durumunda, maddi yetersizlikler nedeniyle suni yem satın alamamaktadır.

2 * **Madde 17 – (Değişik birinci fıkra: 19/4/2012-6292/13 md.)** ⁽¹⁾Devlet ormanları içinde bu ormanların korunması, istihsal ve imarı ile alakalı olarak yapılacak her nevi bina ve tesisler müstesna olmak üzere; otlatma planı yapılan alanlarda yıllık otlatma süresi dâhilinde hayvanların planlı otlatılmasını sağlayan, gecelemesini emniyet altına alan ve dağılmalarını engelleyen geçici çevirmeler şeklinde düzenlemeler dışında, her çeşit bina, ağıl ve hayvanların barınmasına mahsus yerler yapılması, tarla açılması, işlenmesi, ekilmesi ve orman içinde yerleşilmesi yasaktır. Ancak, Devlet ormanlarında 31/12/2011 tarihinden önce toplu yerleşimin bulunduğu; yaylak ve otlak olarak kullanılan alanlar içindeki yerler ile yılın belirli dönemlerinde geleneksel yaylacılık maksadıyla yerleşim yeri olarak kullanılan alanlar kullanım bütünlüğü de dikkate alınarak Orman Genel Müdürlüğüne tespit edilir. Tespit edilen bu alanlardan uygun görülenler Cumhurbaşkanlığı kararı ile yayla alanı olarak ilan edilir. İlan edilen yayla alanlarında 31/12/2011 tarihinden evvel yapılmış, hakkında müsadere kararı bulunanlar da dâhil her türlü bina ve tesisler mevcut haliyle vaziyet planında gösterilerek Orman Genel Müdürlüğüne sabit kıymetlerine alınır. Yayla alanlarında bulunan bina ve tesisler orman idaresi tarafından işletilir, işlettilerilebilir veya kiraya verilebilir.

3.3. Fırsatlar (Opportunities)

* Küçükbaş hayvanlardan özellikle keçiden elde edilen ürünlere yönelik talepler gelecekte daha da artacaktır. Bu talebi karşılamak gerek koyun ve gerekse keçi olarak küçükbaş hayvan sayısının artırılması gerekmektedir. Bu durum yetiştiricilerin daha fazla kazanç sağlamalarına ve dolayısıyla bu üretim alanına daha fazla yetiştiricinin girmesine olanak sağlayacak fırsatlar doğurmaktadır.

* Günümüzde gıda ve gelir güvenliği açısından küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin önemi anlaşılmıştır. Gerek Türkiye’de ve gerekse Akdeniz Coğrafyasında devletler ve uluslararası kuruluşlar bu üretim dalının kararlı bir şekilde desteklenmesini önemsemektedirler. Öte yandan hayvancılık politikaları en üst düzey karar mekanizmaları tarafından yenilenmekte ve geliştirilmektedir. Açlık ve yoksulluğun önlenmesinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin önemi anlaşıldığından bu uğraşıya verilen önem, istekli ve hevesli yeni yetiştiricilerin ilgisini artırmaktadır. Ayrıca, devlet destekleri, krediler ve hibe yardımlarının kararlı olarak artarak devamı, yeni girişimcilere bu uğraşı alanına girmelerinde etken rol oynamaktadır.

* Artan nüfusun her geçen artan gıda ihtiyacının karşılanmasında hayvancılık sektörünü büyük görevler düşmektedir. Bu durum bu sektörü vaz geçilemez sektör haline getirmiştir.

* Toplumdaki tüketici tercihleri endüstriyel suni gıdalar yerine, organik olarak yetiştirilen tarımsal ürünlere doğru yönelmiştir. Bu yöneliş daha fazla toplum kesitine yayılarak devam edecektir. Organik süt ürünlerinin pazar payının artması, koyun ve keçi olarak küçükbaş hayvan yetiştirilmesine yönelik ilgiyi artırmıştır.

* Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde yetiştirilen hayvanların satışını garanti altına alan önemli pazar teminatı kurbanlık hayvan satışlarıdır. Türkiye’deki nüfus arttıkça kurbanlık hayvan talebine yönelik talepler de artacaktır.

* Daha önce çeşitli sebeplerle küçükbaş hayvan yetiştiriciliğini terk edenlerden, eski uğraşlarına tekrar dönmek isteyen önemli bir grup bulunmakta olup, bu kişiler desteklenirse sektördeki yetiştirici sayısı artacaktır.

* Organik tarım için kimyasal gübre yerine, hayvan gübresinin kullanımına yönelik talepler artmıştır. Bu durum, yetiştiricilerin doğal gübre satışı ile daha fazla gelir elde etmelerini sağlayacak farklı bir fırsat sunmaktadır.

* Türkiye’de orman varlığı her geçen gün artmaktadır. Bu durum, orman azalmalarının nedenleri arasında gösterilen “hayvan otlatması sorunu” ortadan kaldırmış ve ormancılardan keçiye yönelik bakış açısını değiştirmiştir. Öte yandan ormancılar kontrollü otlatmanın önemini kavramış,

hayvan otlatılarak orman yangınlarına neden olan yanıcı maddenin uzaklaştırılması uygulamalarına sıcak bakmaya başlamışlardır. Gelecekte otlatma planlarında daha fazla geniş alanlar otlatmaya açılmaya başlanacaktır. Ayrıca, yetiştiricilerin ve çobanların orman yangınlarına karşı, gözetleyici personel gibi görev yapması ve sahip oldukları iletişim araçları ile orman yangınlarına anında orman idaresine haber vermeleri, yetiştirici ve çobanların nedenli önemli bir görev yaptıklarının farkına varılmasını sağlamıştır.

* Küçükbaş hayvan yetiştiricilerinin olumsuz yaşam koşullarını iyileştirmek amacıyla, basit karavan tipi barınaklar kullanıma sunulmaya başlanmıştır. Ayrıca, güneş enerjisinden elektrik üretiminin yaygınlaşmaktadır. Bu gelişmeler gelecekte küçükbaş hayvan yetiştiriciliğini daha tercih edilebilir bir uğraş haline sokacaktır.

3. 4. Tehditler (Threats)

* Küçükbaş hayvan yetiştiricileri, her ne kadar 2011 yılından yapılan düzenleme ile küçükbaş hayvanların otlatma planları dahilinde orman alanlarında otlatılması olanaklı hale getirilmesine rağmen 6831 sayılı Orman Kanununun 19, 20 ve 21. Maddelerine aykırı hareket etmeleri halinde yüklü para cezalarına maruz kalmaktadır (^{3*}). Örneğin, sürü yönetimini yapan çoban otlatma izni verilen alan dışına çıkmamak durumundadır. Ayrıca, 20. Madde konar-göçer olarak uğraşlarını sürdüren yetiştiriciler, göç esnasında orman idaresinin göstereceği yollardan geçmeye ve ormanlara zarar vermemeye matuf tedbirlere riayete mecburdurlar. Yine 21. Madde gereğince, Devlet ormanlarındaki otlaklara dışardan toplu olarak veya sürü halinde hayvan sokulup otlatılması, tanzim olunacak planlara göre orman

3 * Madde 19 – (Değişik : 23/9/1983 - 2896/12 md.)

Ormanlara her türlü hayvan sokulması yasaktır. (Değişik ikinci cümle: 13/2/2011-6111/182 md.) Ancak, kamu yararı gereklerine uygun olarak, orman idaresince belirlenen orman alanlarında; orman idaresince tespit edilen usul ve esaslar çerçevesinde hayvan otlatılmasına izin verilebilir.

Hayvan otlatılmasına izin verilecek sahalara ve hayvan türlerinin belirlenmesi ile otlatma zamanı ve süresinin tayinine ve ilgililere duyurulmasına ilişkin hususlar yönetmelikle düzenlenir.

Yangın görmüş ormanlarla, gençleştirmeye ayrılmış veya ağaçlandırılmış sahalarda hiç bir surette hayvan otlatılmaz.

IV. Otlak ve mera işleri:

Madde 20 – Devlet ormanları içinde bulunan yaylak, kışlak ve otlaklarla sulama yerlerinde hakları olanlardan buralara hayvanlarıyla yahut hayvansız olarak girip çıkmak isteyenler; bu yerlere orman idaresinin göstereceği yollardan geçmeye ve ormanlara zarar vermemeye matuf tedbirlere riayete mecburdurlar.

Madde 21 – (Değişik : 23/9/1983 - 2896/13 md.)

Devlet ormanlarındaki otlaklara dışardan toplu olarak veya sürü halinde hayvan sokulup otlatılması, tanzim olunacak planlara göre orman idaresinin iznine bağlıdır.

Planlar otlak zamanından evvel tanzim ve orman işletme müdürlüklerince tasdik olunur.

idaresinin iznine bağlıdır. Bu düzenleme ve yasaklara uyulmaması durumunda uygulanacak ceza hükümleri aynı kanunun 96. Maddesi gereğince para cezası verilmektedir (4*). Öyle ki bu ceza zaman içerisinde güncelleştirmeye uğramış artırılarak 01.01.2020-31.12.2020 tarihleri arasında işlenen suçlar için 366 TL'ye çıkarılmıştır (5*). Bu durum, istemeden de olsa sürü yönetiminin kontrolünü kaybeden, bu sebeple yasak alanlara giren küçükbaş hayvanların sahipleri olan yetiştirici ve çobanların beklenmedik para cezalarını ödemesine neden olmaktadır.

Ormancılık uygulamaları olarak yapılan ağaçlandırma ve orman rehabilitasyon çalışmaları otlak alanlarını da içerecek şekilde geniş alanlarda yapılmaktadır. Tel örgüye alınan bu alanlar içinde kalan su kaynaklarına yetiştiriciler ulaşamamaktadır.

* Öngörüyle yaklaşan klasik ormancı baskısı halen devam etmektedir. Bu baskı nedeniyle yetiştiriciler yaptıkları uğraşmayı bırakmak istemektedir.

* Yetiştiricilerin konakladığı otlak ve mera alanlarının yakınında vahşi hayvanlar ve özellikle kurt sürüleri bulunmaktadır. Şehirlerden atılan başıboş köpekler yetiştiricilerin sürülerine saldırmaktadır.

* İklim değişikliğinin getirdiği kuraklık nedeniyle, maki ve mera alanları azaldığı gibi su kaynakları kurumaktadır. Ayrıca, yaz kuraklığı ilkbahar ve sonbahar aylarına kadar uzanmış durumdadır. Gelecekte bu olumsuzluk daha da artacaktır.

* Hayvan hastalıkları artmaktadır. Hayvan sağlığında kullanılan ilaçlar pahalı olup, bu ilaçların denetiminde de sorunlar bulunmaktadır. Hastalıkların salgın hale gelmesi ile önemli maddi kayıplar yaşanmaktadır.

* Yetiştiriciler meydana gelen doğal afetlerin (sel, orman yangını) yaşam alanlarına zarar vermesinden dolayı olumsuz etkilenmektedir. Bu olumsuz etkilerin sonuçları su kaynakları yok olması ve ot veriminin azalması şeklinde kendini göstermektedir.

* Yetiştiricilerin hayvanları hırsızlar tarafından çalınmaktadır. Ayrıca, senet karşılığı yapılan vadeli satışlar geri ödenmeyerek, dolandırıcılık vakaları yaygın olarak yaşanmaktadır.

* Sürü sahipleri çoban bulmakta zorlanmaktadır. Bulunan çobanların eğitim seviyeleri düşüktür. Bu durum sürdürülebilir hayvan yönetimini tehdit etmektedir. Yetiştiriciler doğada yalnızdır. Bu zor şartlara ve tehlikelere dayanıklı olmayan yetiştiriciler yaptıkları uğraşmayı terk etmektedirler.

* Mermer ocakları ve güneş enerji panellerine, otlak ve mera alanları dikkate alınmadan izin verilmektedir. Bu faaliyetler için yapılan kazı dolgu çalışmaları ve oluşan gürültü hayvanları strese sokmaktadır.

4 * **Madde 96 – (Değişik : 23/1/2008-5728/203 md.)** Bu Kanunun 20 nci ve 21 inci maddelerinde yazılı hükümlere aykırı hareket edenlere yüzyirmi Türk Lirası idarî para cezası verilir.

5 * Orman Genel Müdürlüğü 2020 Yılı İdari Para Cezaları Cetveli

* Köyler arası mera-yayla sorunları bulunmaktadır. Bu durum kavga ve husumetlere neden olmaktadır. Ayrıca, mera ve yayla kiralama adı altında yetiştiricilerden yüksek miktarlarda para alınmaktadır.

* İthalatı yapılan hayvanlar, yerli hayvanlara taşıdıkları hastalıkları bulaştırmaktadır. Sürülerde hastalık nedeniyle ölümler meydana gelmektedir.

* Yetiştiriciler üretilen bazı ürünlerin, özellikle peynir fiyatlarının yükselişi nedeniyle, tüketicilerin satın alma güçlerinin azalması halinde, Pazar daralması nedeniyle ürünlerini satamayacaklarını düşünerek, gelecek için endişelenmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

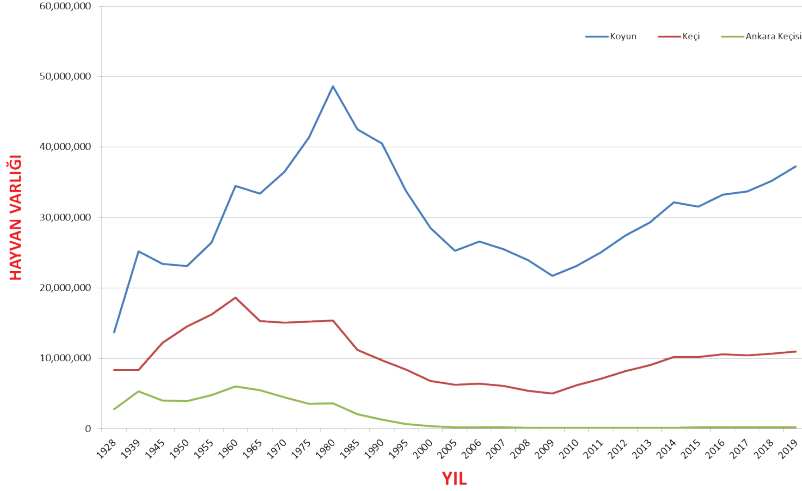
Türkiye’de keçi yetiştiriciliği, diğer ülkelerde olduğu gibi geleneksel bir üretim sistemine sahiptir. Sosyo-kültürel olarak keçiye bağlılıkları olan yetiştiriciler yatırım masrafinin düşük olması sebebiyle keçi yetiştiriciliğini seçmektedirler. Ayrıca, son yıllarda keçi ürünlerine olan talep keçi yetiştirmeyi cazip kılmaktadır. Bunun yanında küçükbaş hayvancılığa ilişkin devlet desteklerinin artması sektörü daha da cazip hale getirmiştir. Keçi türünün ülkemiz şartlarına daha önce bahsedilen birçok üstünlüğünün bulunması dolayısıyla keçi yetiştiriciliği ön plana çıkmıştır. Keçi yetiştiriciliğinin avantajlarının yanında nitelikli işgücü bulmada (çoban gibi) zorluklar çekilmesi hayvan sağlığı ve yırtıcılara karşı savunmasız olunması önemli problemler arasında gösterilmektedir. Son zamanlarda orman içi ve kenar alanlarda keçi otlatmanın karşılaştığı güçlüklerin kısmen çözülmesi sektörün süregelen problemleri konularının başındadır. Her ne kadar bazı problemler olsa da keçilerden nitelikli ürünlerin üretilmesi ülkemizde ve dünya’da talebin oluşması ve yüksek fiyatlarla alıcı bulması gibi avantajlar düşünüldüğünde halen yatırım yapılabilecek önemli tarımsal sektörlerden birdir. Bununla birlikte ilk faaliyet maliyetlerinin düşük olması ile özellikle kırsal yoksullukla mücadelede keçi yetiştiriciliği önemli fırsatlar sunmaktadır.

Sektörün en başta gelen tehditleri arasında ise canlı materyale dayalı olarak yapılan yetiştiriciliklerdir. Yine keçi yetiştiriciliğinin doğada ve çevre koşullarına bağlı bir üretim sistemine sahip olması daima küçükbaş hayvancılık sektörünün önemli bir tehdidini oluşturmaktadır. Ülkenin kırmızı et talebinin sadece büyükbaş hayvancılıkla kapatılmasının mümkün olmamasından dolayı küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin sahip olduğu et üretim potansiyelinin göz önünde bulundurulmasında fayda olacaktır. Ayrıca, kırsal kesimin önemli gıda ve gelir kaynağı olma durumunu hala sürdürmekte ve kırsal istihdamın oluşmasında önemli üretim dalının başında gelmektedir.

Şekil 1’de Türkiye’de küçükbaş hayvan varlığının değişimi verilmiştir. Bu grafikte küçükbaş hayvan türleri olarak Koyun, Kıl Keçisi ve Ankara

keçisi bulunmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere 2010'lu yıllardan itibaren koyun ve kıl keçisi varlığı artarken Ankara Keçisi kayda değer bir artış gösterememiştir.

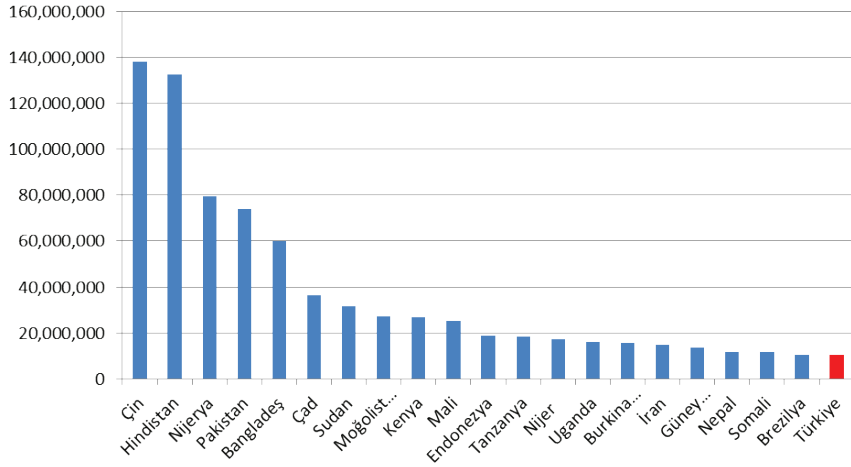
Dünya'da keçi varlığı açısından Türkiye'nin konumu Şekil 2'de verilmiştir. Bu şekil incelendiğinde keçi varlığı açısından Türkiye'nin diğer ülkelere göre bir hayli gerilerde kaldığı ortaya çıkmaktadır.



Şekil 1. Türkiye küçükbaş hayvan varlığını gelişimi

Kaynak: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)

Keçi Varlığı, 2018



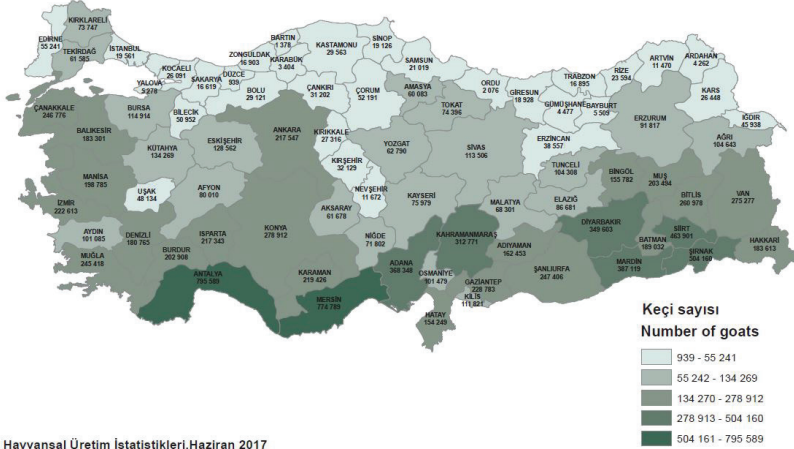
Şekil 2. Dünya'da keçi varlığı açısından Türkiye'nin konumu

Kaynak: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> Erişim 25 Mart 2020

Sahip olunan mera özellikleri ve ekoloji ve tarihsel gerçek göz önüne alındığında Türkiye küçükbaş hayvancılığa uygun bir ülkedir. Bu nedenle bu durumu fırsata dönüştürerek önemli düzeylerde et, ham-işlenmiş deri ve canlı hayvan ithal eden ülkemizin dış ticaret açığının azaltılmasına önemli katkılar konulabilir. Türkiye sahip olduğu 10,6 milyon baş keçi varlığı ile Avrupa’da ilk sırada bulunmaktadır. Özellikle Akdeniz’e kıyısı olan ülkelere açısından yapılan karşılatırmada da Türkiye keçi varlığının İspanya, İtalya, Fransa ve Yunanistan ile karşılatırıldığında önemli bir varlığa sahip olduğu görölmektedir. Türkiye gerek coğrafi açıdan gerek iklim ve vejetasyon açısından keçi yetiştiriciliğine oldukça müsait bir yapıya sahiptir. Ayrıca tarihsel bir değer taşıyan keçi yetiştiriciliği kültürü ülkemizde halen önem verilen bir değer olarak yer tutmaktadır. Türkiye’nin illere göre keçi dağılımı Harita 2’de verilmiştir. Ayrıca koyun ve keçi varlığının yıllara göre gelişimi ise Grafik 7’de verilmiştir. (TÜİK 2017).

Harita. 2. Türkiye’deki keçi varlığının iller itibariyle dağılımı

Distribution of number of goats according to provinces (Head), June 2017



TÜİK, Hayvansal Üretim İstatistikleri, Haziran 2017
TurkStat, Animal Production Statistics, June 2017

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)

Türkiye’de hayvancılık yapan işletmeler özellikle keçi yetiştiriciliğini başlangıç maliyetinin az bakım besleme ve yönetim açısından taşıdığı avantajlar nedeni ile tercih etmektedirler. Elverişsiz iklim ve coğrafi şartların olduğu bölgelerde ise keçi yetiştiriciliği sahip olduğu avantajlar ile doğal olarak ön plana çıkmaktadır. Harita 2 incelendiğinde keçi varlığının Akdeniz Bölgesinde yoğunlaştığı görölmektedir.

Çanakkale İlinde yapılan bir çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2010 yılı yoksulluk çalışma sonuçlarına göre dört kişilik bir ailenin yoksulluk sınırı aylık 896 TL/Ay olarak bildirilmektedir Buna göre dört

kişilik bir ailenin yıllık yoksulluk sınırı 10.752 TL/Yıl olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırmada 10 adet sağmal keçiden elde edilen net kar 5747.20 TL olup, bir baş hayvanın gelirinin 574.72 TL olarak hesaplanmıştır. Buna göre yıllık yoksulluk sınırını karşılayacak hayvan varlığı 18.73 Baş olmaktadır. Diğer bir ifade ile yaklaşık 20 sağmal keçisi bulunan bir ailenin yoksulluk sınırının üzerinde bir gelire sahip olması önemli ve yapılabilir. Bu kapsamda kaynakları kıt çiftçilere damızlık dağıtımı yapılarak ve/veya destekleme kapsamına alınarak temel düzeyde yaşamlarını sürdürmelerine katkıda bulunulması mümkündür (Savran vd, 2010). Türkiye’de toplumun beslenme ihtiyacının karşılanması açısından hayvansal ürünler önemlidir. Bu nedenle, artan nüfus ile birlikte hayvansal üretim miktarının da artırılması gerekmektedir. Özellikle kırmızı et üretiminde nüfus artışına paralel olarak üretimin artırılmadığı görülmektedir. Süt üretiminde son yıllarda artışlar kaydedilmekle birlikte, yeterli olmadığı belirtilmektedir.

Son dönemde, hayvancılıkla ilgili yatırım yapan birçok firma keçi üretimine yönelmektedir. Girişimciler özellikle kârlılık düzeyinin yüksek olduğu Saanen türü keçi yetiştiriciliği yatırımını tercih etmektedir. Konuyu bir örnek ile açıklayacak olursak; 2 inek için oluşturulacak sermaye ile 15 keçi alınabilmekte ve 6 yıl içinde sorunsuz bir üreme sistemi uygulanırsa keçi sayısı 564’e çıkmaktadır. Aynı dönemde inek sayısı ise 15 ulaşmaktadır. Dönem sonunda hayvanların değeri keçi üretiminde inek üretiminden fazla olmaktadır. Ayrıca aynı dönemde keçilerden 400 ton süt elde edilirken, ineklerden alınan süt 90 ton civarında olmaktadır. Piyasada keçi sütü fiyatının inek sütü fiyatından yaklaşık iki kat daha fazla olduğu düşünülürse, keçi yetiştiriciliği alanına yatırım yapmak daha karlı görülmektedir.

Keçi sütü ve ürünlerinin kentlerde ve kırsal turizmin gelişmesiyle birlikte daha çok tercih edilen ve aranan ürün olduğunu söylemek mümkündür (Kaymakçı, 2006). Nitekim, son yıllarda keçi sütü, bazı firmalar tarafından Pastörize ve cam veya karton kutularda 1 kg’lık ambalajlarda 2020 yılı fiyatlarına göre 10-15 TL arasında marketlerde satışa sunulmaktadır. Peynir kalitesi ve ambalaj tipine göre keçi peynirinin kg perakende fiyatı 2020 yılı itibarıyla 30-50 TL arasında yer almaktadır.

Keçi sütü dondurma yapımında yaygın kullanılmaya başlamıştır. 1 kg dondurma üretimi için kullanılan süt miktarı 0.5-1.1 kg arasında olup, ortalama 0.87 kg’dır. Kahramanmaraş’ta yapılan bir araştırmaya göre; keçi yetiştiriciliği yapan işletmelerin % 6.3’ü besiye aldıkları hayvanları keserek pazarlarken, % 91.1’i canlı olarak pazarlamakta, % 1.6’sı da Et ve Balık Kurumu Kombinasına satmaktadır (Paksoy, 2007).

Türkiye’de kişi başı kırmızı et tüketimi gelişmiş ülkelere göre oldukça düşüktür. 2018 yılı verilerine göre bu rakam 14,8 kg civarında olup, bunun

13,3 kg'ını dana eti, 1,5 kg'ını ise küçükbaş eti oluşturmaktadır. Dünya'da kişi başına küçükbaş et tüketim açısından en fazla olduğu ülke 8,5 kg ile Avusturalya'dır. Dünya ortalaması 1,7 kg'dır. Türkiye'de 2016-2019 yılları arasındaki küçükbaş canlı hayvan fiyatları Tablo 2 'de verilmiştir (SGB, 2020).

Tablo 2. Türkiye küçükbaş canlı hayvan fiyatları (SGB, 2020)

ÜRÜNLER	YILLAR				Değişim (%)
	2016 (TL/Baş)	2017 (TL/Baş)	2018 (TL/Baş)	2019 (TL/Baş)	
Merinos Koyun	575	664	811	957	+18,0
Yerli Koyun	531	628	801	951	+18,7
Kıl Keçisi	468	528	665	832	+25,1

Kaynak: TÜİK Erişim: 25 Şubat 2020

Tablo 2'de verilen Türkiye küçükbaş canlı hayvan fiyatlarına göre koyun ve keçi de artış vardır. Bu artışın önümüzdeki yıllarda da devam edeceği beklenmektedir. Türkiye'de küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinden elde edilen ürünler, insanların beslenmesinde, tekstil endüstrisinde ve istihdamda etkili olduğu kadar, dış ticarete de etkilidir. Bu sebeple, keçi yetiştiriciliğinin Avrupa Birliği Ülkeleri, Ortadoğu ve diğer ülkeler ile ilişkiler açısından özel bir yeri olacaktır. Koyunda olduğu üzere, keçi ürünlerinde de özellikle Avrupa Birliği ülkelerinin bu ürünlere yönelik talepleri Türkiye'den karşılanabilir.

Geçmişte yaşanan bir takım yanlış politikaların, koyun sayısında olduğu gibi keçi sayısında da önemli azalmalar meydana getirmiştir. Ankara keçisinde ise neredeyse yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalınmıştır. Bu durum, nüfus artışına karşılık, süt ve et gibi besin üretiminde gerilemeleri ortaya çıkarmış ve istihdamda olumsuzluklar oluşmuştur. Bu olumsuzluklar 2011 yılında çıkarılan Torba Yasa kapsamında ile 6831 Sayılı Orman Kanunda yapılan bir değişiklik ile belli ölçüde ortadan kaldırılmıştır. Günümüzde küçükbaş hayvancılığa yönelik devlet destekleri önemli ölçüde artmıştır. Örneğin 2019 yılında; çoban istihdam desteği, 100 baş ve üzeri anaç koyun keçi varlığına sahip işletmelere veya çobanlara 5.000 TL olarak belirlenmiştir. Damızlık koyun-keçi yetiştiriciliği yapan, damızlık koyun-keçi yetiştiricileri birliklerine üye, hayvanları Bakanlık kayıt sistemlerine kayıtlı yetiştiricilere, anaç koyun-keçi başına 25 TL, koyun ve keçi birlikleri (Koyun Keçi Kayıt Sistemi-KKKS) veri tabanında bir önceki yılın anaç koyun-keçi desteğini alan ve destekleme yılında anaç koyun keçi sayısını arttıran işletmelerde, bir önceki destekleme yılındaki kuzu ve oğlakların, destekleme yılında anaç koyun keçi vafına ulaşanlarına Bakanlıkça belirlenen artış oranı tavanını aşmamak kaydıyla hayvan başına 100 TL ilave sürü büyütme ve yenileme desteği ödemesi yapılmaktadır. Damızlık koyun-keçi yetiştiriciliği yapan ve ıslah programına dahil olan, damızlık koyun ve keçi yetiştiricileri birliklerine üye, Sosyal Yardım Bilgi Sistemi

(SOYBİS) ve Hayvan Kayıt Sistemi'ne (TÜRKVET) kayıtlı yetiştiricilerin koyun keçilerine 100 TL/baş, soy kütüğü işletmelerinde yetiştirilen koçtekeleri alan yetiştiricilere 500 TL/baş ödeme yapılmaktadır. Bakanlıkça programlanan aşı uygulamaları sonrasında oluşan küçükbaş hayvan atıkları için 150 TL/baş atık desteği, hayvan hastalıkları ile mücadele çerçevesinde aşılamalar ve küpe uygulamaları için 1 TL/baş ödeme yapılmaktadır. Halk elinde ıslah desteği kapsamında elit sürüde 70 TL/baş, taban sürüde 40 TL/baş ödeme yapılmaktadır (SGB, 2020). Kırsal yörede sosyal ve ekonomik açıdan dezavantajlı bir durum sergileyen ve geçmişte “unutulmuş ötekiler” olarak karşımıza çıkmış olan küçükbaş hayvan yetiştiricilerine bu desteklerin sosyal devletin bir gereği olarak devam etmesi gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 117O549 numaralı Batı Akdeniz Bölgesi'nde Maki ve Mera Alanlarında Yapılan Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinin Yöresel Aktörleri, Ekosistem Hizmetleri ve Yerel Topluluklar” başlıklı proje kapsamında Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir. Bu desteklerinden dolayı proje ekibi olarak teşekkürlerimizi ve şükranlarımızı sunarız.

KAYNAKLAR

- Ateş, G., Nisa, M., Yelboa, M., Sayın, C. (2014). “Antalya İlinde Kıl Keçisi Yetitiriciliinin Mevcut Durumu, Sorunlar ve çözüm nerileri”, XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül 2014, Samsun
- FAO, (2020). “Dünya’da keçi varlığı açısından Türkiye’nin konumu” Kaynak: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> Erişim 25 Mart 2020
- Güney, O., Kaymakçı, M. (2006). Keçilerde Süt retimi, Keçi Yetitiricilii (Ed: Kaymakçı, M.), Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmİr İli Damızlık Koyun-Keçi Birliği Yayınları No:2, İzmİr, s.83-91.
- Kaıkı D. ve Sak T. (2015). Isparta İli Keçi Yetitiricilii İşletmelerinin Mevcut Durumu. GAP VII. Tarım Kongresi 28 Nisan-01 Mayıs 2015, Şanlıurfa
- Kaymakçı, M. (2006). “Keçi Yetitiricilii”, Bornova-İzmİr, 2006.
- Keskin, M., (1996). Hatay Bölgesinde Süt Keçisi Yetitiricilii ve Sorunları. I. Ulusal Zootehni Bilim Kongresi. 5-7 Şubat, 156-160, Antalya
- Paksoy, M.. (2007). Kahramanmaraş İlinde Süt retimine Yönelik Keçi Yetitiriciliine Yer Veren Tarım işletmelerinin Ekonomik Analizi. Tarım Bilimleri Dergisi 14(4): 420-427. DOI: · 10.1501 /Tarimbil_0000001061
- Savran, F. Aktürk, D., Kumuk, T. (2010). Kırsal Yoksulluğun Azaltılmasında nemli Bir Araç: Keçi Yetitiricilii, 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 5-7 Eylül 2012, 653-656, Konya
- Savran, F., Aktürk, D., Kumuk, T. (2012). Kırsal Yoksulluğun Azaltılmasında nemli Bir Araç: Keçi Yetitiricilii. Tarım, Yoksulluk ve Kalkınma. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi • 5-7 Eylül 2012• Konya
- SGB, (2020). “Tarım rnleri Piyasaları, Kba Hayvan Eti, Ocak 2020, rn No: H-03”, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Soysal, M.İ., Kök, S., Gürcan, K.E., zdven, L.M., (2005). Edirne İli Keicilii zerine Bir Araştırma. Süt Keicilii Ulusal Kongresi. 26-27 Mayıs, 228-230, İzmİr.
- entrkl, S. and V. Arslanba, (2010). Entansif Keçi Yetitiricilii. Ulusal Keçicilik Kongresi. 24 – 26 Haziran, 184-188, Çanakkale.
- TUİK, (2017). Türkiye’deki keçi varlığının iller itibariyle dağılımı, Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), <https://www.tuik.gov.tr/> Erişim: 18 Mayıs 2020.
- TUİK, (2020) “Türkiye Kba Hayvan Varlığını Gelişimi” Kaynak: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> Erişim: 18 Mayıs 2020.
- Türkoğlu, T., Bekirolu, S., Tolunay, A., (2016). Sustainable goat production in Turkey: Current situation and solution. Turkish Journal of Forestry, 17(2): 99-106. DOI: 10.18182/tjf.49645
- Uur, F., C. Tl, G. Da, A. Konyalı ve T. Savaş, (2010). Biga (Çanakkale) İlçesinde 41 Keçi Yetitiricilii Yapan İşletmelerin Genel Durumlarının Anket Yoluyla Belirlenmesi. Ulusal Keçicilik Kongresi. 24 – 26 Haziran, 180-183, Çanakkale.

Bölüm 15

**TAZE YAPRAKLARDA KLOROFİL-A VE
KLOROFİL-B SENTEZLERİ
İLE SPAD METRE ÖLÇÜMLERİ
YÖNÜNDEN BAZI ÇELTİK
ÇEŞİTLERİNİN FE-EDDHA
VE KİREÇ
UYGULAMASINA
RESPONSLARI**

Güney AKINOĞLU¹

Ahmet KORKMAZ²

1 Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye Sorumlu Yazar: E-mail: guney_akinoglu@ymail.com
ORCID ID Dr. Güney AKINOĞLU: 0000-0003-4624-2876

2 Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye ORCID ID Prof. Dr. Ahmet KORKMAZ: 0000-0001-5595-0618

1. Giriş

Bitkiler için demirin temel bir besin elementi olduğu ilk kez E. Griss (1843) isimli araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur. Demir, genellikle bir mikro besin elementi olarak kabul edilmektedir. Bitkilerin mikro besinlere olan gereksinimi miktar olarak az olsa da, bu besinler mahsulün büyüme ve gelişmesini doğrudan etkiler. Demir; klorofil biyosentezi, fotosentez, solunum, DNA sentezi, protein sentezi ve nitratların amonyağa indirgenmesi gibi bitkinin birçok hücrel fonksiyonunda görev alan mutlak gerekli bir elementtir (Ishimaru ve ark., 2006; Kumar ve ark., 2013). Ek olarak, demir; sitokrom, katalaz, peroksidaz, Fe-S (ferrodoksin), akonitaz, süperoksit dismutaz enzimi de dahil hem proteini gibi hücrel redoks sisteminin ana maddesidir (Marschner, 1995).

Klorofil, merkezi konumda bir magnezyum iyonu ile birlikte karbon ve nitrojen atomlarından oluşur. Klorofil, bitkilerin hemen hemen her yeşil kısmında, yani yapraklarda ve gövdede, en yüksek miktarı içeren ana organel olan kloroplastın içinde bulunur. Kloroplastlar, bitki yapraklarının ortasında, mezofil tabakasında bulunur. Kloroplastlar, yeşil klorofil pigmenti içeren tilakoid membranlara sahiptir (Pareek ve ark., 2017).

Klorofil pigmentleri, bitki renginin yoğunluğunu belirler. Pigmentlerin içeriği ayrıca bitkilerin kimyasal bileşimini de etkiler ve bunların fizyolojisi ve kimyasına atıfta bulunan çeşitli istatistiksel korelasyonlarda kullanılır (Zielewicz ve ark., 2007). Klorofil içeriği, türe veya çeşitlere özgü bir özelliktir (Gregorczyk ve Raczyńska, 1997). Bitkilerdeki klorofil pigmentlerinin içeriği de habitat, iklim ve antropojenik koşullara tepkilerinin bir göstergesi olarak düşünülebilir (Selzer ve Busso, 2016). Modern indeksleme yöntemleri, mevcut klorofil içeriğinin hızlı ve kolay bir şekilde ölçülmesini sağlar. Bu nedenle, klorofil içeriği ile ilgili araştırmalar gittikçe daha yaygın hale gelmekte olup, bir alanda bile kolaylıkla yapılabilmektedir (Gáborčík, 2006). Klorofil içeriğinin ölçümü, bitkinin yaşam süreçlerinin önemli bir göstergesi olabilir ve bu da biyokütle verimini etkileyebilir (Zielewicz ve ark., 2020).

Doğal olarak oluşan klorofillerin sayısı henüz tam olarak bilinmeyebilir. Önceleri, klorofil pigmenti; çeşit olarak klorofil-a, klorofil-b, klorofil-c ve klorofil-d şeklinde sınıflandırılmıştır (Vernon ve Seely, 1966); ancak daha sonra Batı Avustralya'da stromatolit (siyanobakteriler tarafından yapılan sert kaya yapısı) içinde klorofil-f olarak adlandırılan yeni bir klorofil çeşidi keşfedilmiştir. Böylelikle klorofil pigmenti; klorofil a, b, c, d ve f çeşitleri olmak üzere beş sınıfa ayrılmıştır (Pareek ve ark., 2017).

Diğer yandan, doğada en yaygın görülen klorofil çeşitleri, klorofil-a ve klorofil-b'dir. Klorofil-a ve klorofil-b, fotosentetik organizmalardaki fotosistemlerin ana bileşenleridir. Klorofil-a ve klorofil-b, yeşil alglerde

ve fotosentez yapan tüm bitkilerde bulunabilirler. Yüksek yapılı bitkilerde klorofil a'nın klorofil-b'ye oranı yaklaşık 3: 1'dir (Rajalakshmi ve Banu, 2015).

Takahashi (2003), özellikle yüksek pH'ya sahip kireçli topraklarda demirin yarayışlılığı sınırlı olduğunu bildirmiştir. Ayrıca dünyadaki toprakların yaklaşık %30'unun kireçli olduğunu belirterek, demir yarayışlılığının bu topraklarda düşük olduğunu bildirmiştir. Nihayetinde kireçli topraklarda yetiştirilen bitkilerin demir noksanlığı riski ile karşı karşıya olduğu araştırmacı tarafından rapor edilmiştir.

Reddy ve Prasad (1986), klorozun sadece toprakta demirin eksikliğinin bir göstergesi olmayıp, aynı zamanda bitkinin bu elementi topraktan absorbe edememesi veya verimli bir şekilde kullanamamasının da bir göstergesi olduğunu rapor etmiştir. Araştırmacılar ayrıca, kireçli ve alkalın karakterli topraklarda demir noksanlığının, asit veya nötr karakterli topraklara göre daha yaygın bir sorun olduğunu bildirmiştir. Ayrıca kireçten kaynaklanan klorozun, serbest Ca^{+2} iyonundan kaynaklanmayıp, ferröz (Fe^{+2}) demirin çözünürlüğünü azaltan yüksek pH'dan ileri geldiğini öne sürmüşlerdir.

Son on yılda, yaprak klorofil içeriğini hızlı ve tahribatsız bir şekilde değerlendirmek için çeşitli optik teknikler geliştirilmiştir (Markwell ve ark., 1995, Richardson ve ark., 2002). Bitkinin sağlam yaprakları tarafından, ışığın belirli dalga boylarının absorpsiyonuna veya yansımaya dayanan bu yöntemler, yakın bir zamanda geleneksel ıslak kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin yerini almıştır. Bununla birlikte, optik yöntemlerin performansını değerlendirmek amacıyla, karşılaştırmaya esas olması bakımından bu tür kimyasal ekstraksiyon teknikleri de gerekmektedir. Diğer yandan, SPAD metre, yaprakların nisbi klorofil içeriğini belirtmek için kullanılabilir olsa da yaprakların mutlak klorofil içeriği veya konsantrasyonunu belirtmez (Richardson ve ark., 2002).

Bu çalışmanın amacı, taze yapraklarda klorofil-a ve klorofil-b sentezleri ile SPAD metre ölçümleri yönünden bazı çeltik çeşitlerinin Fe-EDDHA ve kireç uygulamasına yanıtlarını belirlemektir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada 5 farklı çeltik çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşitler: Biga incisi, Osmancık-97, Hamzadere, Ronaldo ve Edirne çeltik çeşitleridir.

Çeltik tohumları % 5.0'luk (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. 5 farklı çeltik çeşidine ilişkin fideler 1 kg kuvars kumu dolu

plastik saksılara (12x12 cm) her saksıda 10 bitki olacak şekilde dikilmiştir. Kum dolu saksılar kireçsiz ve kireç ilaveli (% 4) olarak doldurumuştur.

Kireçsiz ve kireçli kum dolu saksılara çeltik bitkisine her kireç dozunda 0 ve 45 μM Fe dozlarında Fe-EDDHA içeren aşağıdaki bitki besin çözeltisi verilmiştir:

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

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 ayarlandı. Deneme $5 \times 2 \times 2$ faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrürlü yürütülmüştür. Deneme süresi 50 gündür. Deneme süresi sonunda her bir saksıya eşit miktarda kullanılan, 0 ve 45 μM demir içeren (Fe-EDDHA) besin çözeltisi miktarı her çeltik çeşidi için 1680 mL'dir.

Taze yaprak örneklerinde Arnon (1949); Witham et al (1971) tarafından bildirildiği şekilde klorofil-a ve klorofil-b absorbans değerleri spektrofotometre cihazı ile belirlenmiş ve aşağıda belirtilen formüllere göre hesaplanmıştır:

$$\text{Klorofil-a, mg / g taze yaprak} = [(12.70 \cdot A_{663}) - (2.69 \cdot A_{645})] \cdot V / (1000 \cdot w)$$

$$\text{Klorofil-b, mg / g taze yaprak} = [(22.90 \cdot A_{645}) - (4.68 \cdot A_{663})] \cdot V / (1000 \cdot w)$$

Burada;

A_{663} = 663 nm'deki absorbans okuma değeri

A_{645} = 645 nm'deki absorbans okuma değeri

V = Son hacim, mL

w = Örnek miktarı, g taze yaprak

Portatif SPAD metre cihazı (Konica Minolta SPAD-502 Plus) ile yaprakların tam ortasından okuma ölçümleri alınarak, bitkilerin SPAD metre okuma değerleri belirlenmiştir.

Faktöriyel denemelere ilişkin varyans analizleri SPSS 17.0 paket programı ile yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Klorofil-a sentezi yönünden bazı çeltik çeşitlerinin Fe-EDDHA ve kireç uygulamasına yanısları

Kireçli ve kireçsiz kum kültürü ortamına Fe-EDDHA içeren tam besin çözeltisi uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinin taze yapraklarında klorofil-a kapsamına etkisine ilişkin değerler Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Kireçli ve kireçsiz kum kültürü ortamına Fe-EDDHA içeren tam besin çözeltisi uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinin taze yapraklarında klorofil-a kapsamına etkisine ilişkin değerler

Çeltik Çeşidi	Klorofil-a kapsamı (mg / g taze madde)				
	Kireçsiz ortam (K0)		Kireçli ortam (K1)		Ortalama
	Fe 0 (Kontrol)	45 µM Fe	Fe 0 (Kontrol)	45 µM Fe	
Biga incisi	0.99f	1.96ab	1.16def	1.82b	1.53B
Osmancık-97	1.53c	2.03a	1.17def	1.82b	1.64A
Hamzadere	1.26de	1.52c	1.01f	1.93ab	1.43C
Ronaldo	0.97f	1.77b	1.28de	1.89ab	1.48BC
Edirne	0.72g	1.53c	1.06f	1.36cd	1.17D
Ortalama	Fe0: 1.11		Fe45: 1.76		
	K0: 1.43		K1: 1.45		

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

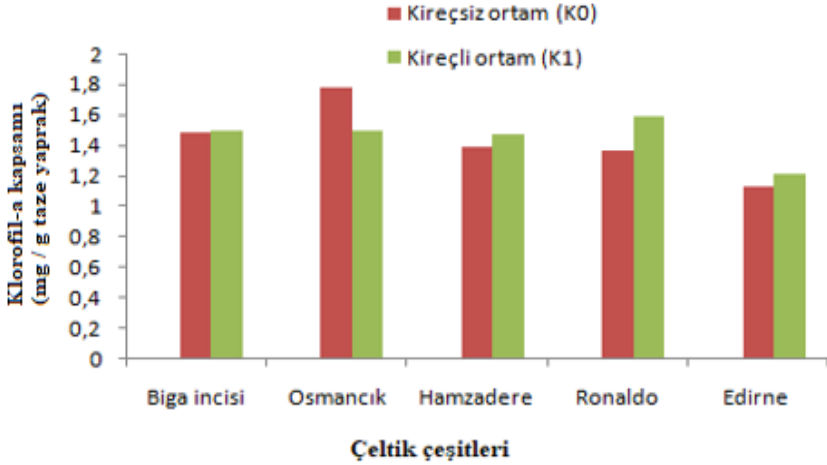
Çeltik bitkisi taze yapraklarında klorofil-a kapsamına Fe-EDDHA dozunun ve çeşidin etkileri $p < 0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli; fakat kireç dozunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Taze yaprakta klorofil-a kapsamına çeşit×kireç dozu ve çeşit×kireç dozu×Fe-EDDHA dozu interaksiyonlarının etkileri $p < 0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuş; buna karşın, çeşit×Fe-EDDHA dozu ve kireç dozu×Fe-EDDHA dozu interaksiyonlarının etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Fe-EDDHA içeren (yeterli demir, 45 µM Fe) tam besin çözeltisi uygulaması taze yaprakta klorofil-a kapsamını kontrole kıyasla önemli derecede arttırmıştır. Kireçsiz kum kültürü ortamına Fe-EDDHA içeren besin çözeltisi uygulamasının, taze yaprakta klorofil-a kapsamında sağladığı artış oranları, Biga incisinde % 97.9; Osmancık-97’de % 32.6; Hamzadere çeşidinde % 20.6; Ronaldo çeşidinde % 82.4; Edirne çeşidinde % 112.5 bulunmuştur. Kireçsiz kum kültürü ortamında Fe-EDDHA uygulamasıyla taze yaprakta klorofil-a kapsamında sağlanan en yüksek artış Edirne çeltik çeşidinde bulunmuştur. Diğer yandan, kireçli kum kültürü ortamına Fe-EDDHA içeren besin çözeltisi uygulamasının, taze yaprakta klorofil-a kapsamında sağladığı artış oranları, Biga incisinde % 56.8; Osmancık-97’de % 55.5; Hamzadere çeşidinde % 91.0; Ronaldo çeşidinde % 47.6; Edirne çeşidinde % 28.3 olarak hesaplanmıştır. Buna göre Hamzadere çeltik çeşidinde kireç ilaveli (% 4) kum ortamına Fe-EDDHA içeren besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta klorofil-a kapsamında sağladığı artış oranı diğer çeşitlere kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Genel ortalamalar dikkate alındığında, taze yaprakta klorofil-a kapsamları bakımından çeltik çeşitleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiş olup, taze yaprakta klorofil-a kapsamları bakımından çeltik çeşitleri istatistiksel olarak sırasıyla; Osmancık-97 > Biga incisi ~ Ronaldo ~ Hamzadere > Edirne şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 1).

Demir noksanlığı (Fe0) şartlarında kireçsiz kum ortamında taze yaprakta klorofil-a kapsamları bakımından çeltik çeşitleri Osmancık-97 > Hamzadere > Biga incisi ~ Ronaldo > Edirne şeklinde sıralanmış; bununla birlikte, kireç ilaveli kum ortamında ise bu sıralama Ronaldo ~ Osmancık-97 ~ Biga incisi ~ Edirne ~ Hamzadere şeklinde gerçekleşmiştir. Diğer bir ifadeyle, demir noksanlığı şartlarında kireçsiz kum ortamında yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta klorofil-a kapsamı en yüksek olan çeşidin Osmancık-97 çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük olan çeşidin ise Edirne çeltik çeşidi olduğu görülmüştür. Diğer yandan, demir noksanlığı şartlarında kireç ilaveli kum ortamında yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta klorofil-a kapsamı en yüksek olan çeşidin Ronaldo çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük olan çeşidin ise Hamzadere çeltik çeşidi olduğu görülmüştür.

Kum ortamına kireç uygulamasının taze yaprakta klorofil-a kapsamına etkisi çeltik çeşitlerine bağlı bulunmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Çeltik çeşitlerinde kirecin taze yaprakta klorofil-a kapsamına etkisi

Osmancık-97 çeltik çeşidinde kireç uygulaması taze yaprakta klorofil-a kapsamını önemli derecede azaltmıştır. Buna karşın, Ronaldo, Hamzadere ve Edirne çeltik çeşitlerinde kireç uygulaması taze yaprakta klorofil-a kapsamını arttırmış; fakat bu artış sadece Ronaldo çeltik çeşidinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Biga incisinde taze yaprakta klorofil-a kapsamı kireç uygulamasından etkilenmemiştir. Kireçsiz ve kireçli kum kültürü ortamlarında yaprakta en düşük klorofil-a kapsamına sahip çeşidin Edirne çeltik çeşidi olduğu görülmektedir. Diğer yandan, kireçsiz kum kültürü ortamında taze yaprakta klorofil-a kapsamı en yüksek olan çeşidin Osmancık-97 çeltik çeşidi olduğu görülmektedir. Kireçli kum kültürü ortamında ise taze yaprakta klorofil-a kapsamı en yüksek olan çeşit

Ronaldo çeltik çeşididir. Ek olarak, kireçli kum ortamında taze yaprakta klorofil-a kapsamı bakımından Osmancık-97, Biga incisi, Hamzadere ve Ronaldo çeltik çeşitleri birbirine yakın ve benzer bulunmuşlardır.

3.2. Klorofil-b sentezi yönünden bazı çeltik çeşitlerinin Fe-EDDHA ve kireç uygulamasına response'ları

Kireçsiz ve kireçli kum kültürü ortamına Fe-EDDHA içeren tam besin çözeltisi uygulamasının çeltik çeşitlerinin taze yapraklarında klorofil-b kapsamına etkisine ilişkin değerler Çizelge 2' de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Kireçsiz ve kireçli kum kültürü ortamına Fe-EDDHA içeren tam besin çözeltisi uygulamasının çeltik çeşitlerinin taze yapraklarında klorofil-b kapsamına etkisi

Çeltik Çeşidi	Klorofil-b kapsamı (mg / g taze madde)				
	Kireçsiz ortam (K0)		Kireçli ortam (K1)		Ortalama
	Fe 0 (Kontrol)	45 µM Fe	Fe 0 (Kontrol)	45 µM Fe	
Biga incisi	0.52fg	1.01a	0.52fg	0.73bcd	0.70A
Osmancık-97	0.52fg	0.83b	0.58ef	0.78bc	0.68A
Hamzadere	0.45gh	0.54fg	0.37hi	0.72bcd	0.52B
Ronaldo	0.31ij	0.62def	0.51fg	0.69cde	0.53B
Edirne	0.25j	0.60ef	0.39hi	0.51fg	0.44C
Ortalama	K0: 0.56		K1: 0.58		
	Fe0: 0.44		Fe45: 0.70		

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

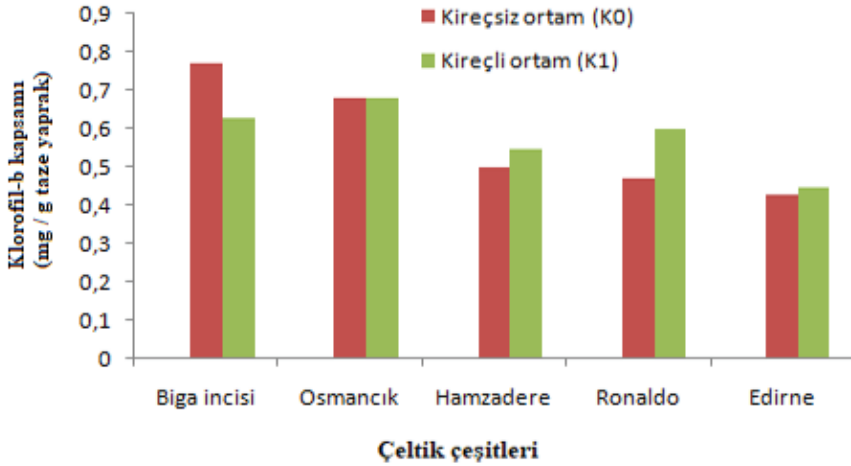
Çeltik bitkisi taze yapraklarında klorofil-b kapsamına Fe-EDDHA dozunun ve çeşidin etkileri $p < 0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli; fakat kireç dozunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Taze yaprakta klorofil-b kapsamına çeşit×kireç dozu, çeşit×kireç dozu×Fe-EDDHA dozu interaksiyonlarının etkileri $p < 0.01$ seviyesinde, kireç dozu×Fe-EDDHA dozu interaksiyonunun etkisi ise $p < 0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fakat taze yaprakta klorofil-b kapsamına çeşit×Fe-EDDHA dozu interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Fe-EDDHA içeren (45 µM Fe) tam besin çözeltisi uygulaması taze yaprakta klorofil-b kapsamını kontrole kıyasla önemli derecede arttırmıştır. Genel ortalamalar dikkate alındığında, taze yaprakta klorofil-b kapsamı bakımından çeltik çeşitleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiş olup, taze yaprakta klorofil-b kapsamı bakımından çeltik çeşitleri, Biga incisi ~ Osmancık-97 > Ronaldo ~ Hamzadere > Edirne şeklinde sıralanmıştır.

Demir noksanlığı (Fe0) şartlarında kireçsiz kum kültürü ortamında taze yaprakta klorofil-b kapsamı bakımından çeltik çeşitleri, Biga incisi ~ Os-

mancık-97 ~ Hamzadere > Ronaldo ~ Edirne şeklinde sıralanmış; buna karşın, kireç ilaveli kum ortamında ise bu sıralama Osmancık-97 ~ Biga incisi ~ Ronaldo > Edirne ~ Hamzadere şeklinde gerçekleşmiştir. Diğer bir ifadeyle, demir noksanlığı şartlarında kireçsiz kum ortamında yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta klorofil-b kapsamı en yüksek olan çeşidin Biga incisi çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük olan çeşidin ise Edirne çeşidi olduğu görülmüştür. Diğer yandan, kireç ilaveli (% 4 CaCO_3) kum ortamında demir noksanlığı şartlarında yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta klorofil-b kapsamı en yüksek olan çeşidin Osmancık-97 çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük çeşidin ise Hamzadere çeltik çeşidi olduğu görülmüştür.

Kum ortamına kireç uygulamasının taze yapraklarda klorofil-b kapsamına etkisi çeltik çeşitlerine bağlı bulunmuştur (Şekil 2).

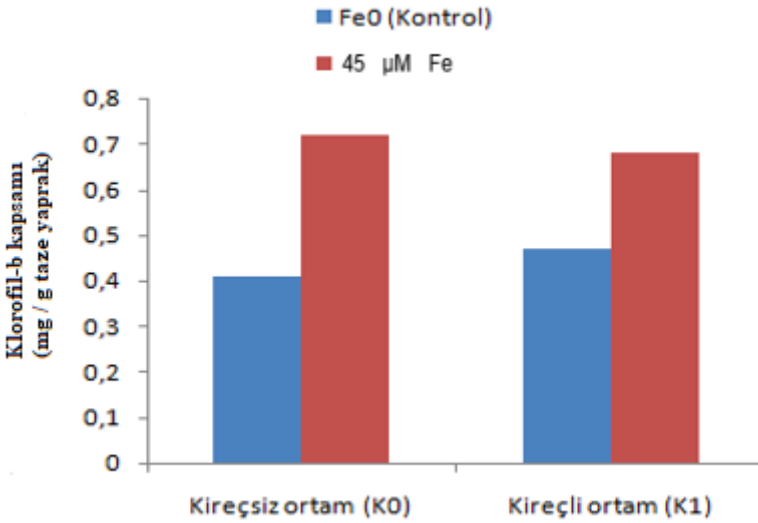


Şekil 2. Çeltik çeşitlerinde kum ortamına kireç uygulamasının taze yaprakta klorofil-b kapsamına etkisi

Biga incisi çeltik çeşidinde kireç uygulaması taze yaprakta klorofil-b kapsamını önemli derecede azaltmıştır. Buna karşın, Ronaldo, Hamzadere ve Edirne çeltik çeşitlerinde kireç uygulaması taze yaprakta klorofil-b kapsamını artırmış; fakat bu artış yalnızca Ronaldo çeltik çeşidinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Osmancık-97 çeltik çeşidinde taze yaprakta klorofil-b kapsamı kum ortamına kireç uygulamasıyla etkilenmemiştir. Kireçsiz ve kireçli kum kültürü ortamlarında yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta en düşük klorofil-b kapsamına sahip çeşidin Edirne çeltik çeşidi olduğu görülmektedir. Diğer yandan, kireçsiz kum ortamında yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta klorofil-b kapsamı en yüksek çeşit Biga incisi çeltik çeşididir. Kireç ilaveli kum ortamında yetiştirilen çeşitler arasında ise taze yaprakta klorofil-b kapsamı en yüksek çeşit Osmancık-97 çeltik çeşidi olmakla birlikte, yaprakta klorofil-b kapsamı yönünden Os-

mancık-97 ve Biga incisi çeltik çeşitleri birbirine yakın ve benzer bulunmuşlardır.

Taze yaprakta klorofil-b kapsamına Fe-EDDHA içeren ($45 \mu\text{M Fe}$) tam besin çözeltisi uygulamasının etkisi kum ortamına kireç uygulanmasına bağlı bulunmuştur. Kirecsiz kum ortamına Fe-EDDHA içeren besin çözeltisi uygulaması sonucu taze yaprakta klorofil-b kapsamındaki artış oranı % 75.60 bulunur iken; kireçli kum ortamında bu artış oranı % 44.68 bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle, kireçli (% 4 CaCO_3) kum ortamına Fe-EDDHA içeren besin çözeltisi uygulaması ile taze yaprakta klorofil-b kapsamındaki artış, kirecsiz kum ortamındakine göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Kirecsiz ve kireçli kum kültürü ortamında Fe-EDDHA içeren tam besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta klorofil-b kapsamına etkisi

Bitkide Fe eksikliği, bitki morfolojisini ve fizyolojisini değiştirir (Briat, 2007); özellikle, kök alımı için demirin yetersiz bulunması veya bu besinin kullanımındaki zorluklar nedeniyle yaprak klorofil konsantrasyonunda büyük bir azalma meydana gelir. Böylece yaprakta Fe klorozu ortaya çıkar (Pestana ve ark., 2005). Bitkide Fe klorozu problemini azaltmak için yapraktan demirli gübreleme uygulaması ve Fe-EDDHA'nın tohum ile muamelesi gibi çeşitli yaklaşımlar öne sürülmüştür (Fernandez ve ark., 2006; Ortiz ve ark., 2007). Bununla birlikte, bu teknikler yüksek maliyetli olup, bitkilerin Fe beslenmesini her zaman iyileştirmeyebilir. Bu nedenle, çeşit seçimi alternatif bir yaklaşım olarak değerlendirilir (Fernandez ve Ebert, 2005) ve aynı zamanda bitkilerde Fe eksikliği klorozunu giderme veya azaltmada en pratik önlem olmaya devam etmektedir (Goos ve Johnson, 2000).

Klorofil içeriği, kloroz derecesi hakkında bilgi verebilmesine rağmen, Fe eksikliğine toleransın iyi bir göstergesi olarak kabul edilmez (Jelali ve ark., 2010).

3.3. Taze yapraklarda SPAD metre okuma değerleri yönünden bazı çeltik çeşitlerinin Fe-EDDHA ve kireç uygulamasına responsları

Çeltik çeşitlerinde kireçsiz ve kireçli kum kültürü ortamına Fe-EDDHA içeren besin çözeltisi uygulamasının taze yapraklarda ölçülen SPAD metre okuma değerine etkisi Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Çeltik çeşitlerinde kireçsiz ve kireçli kum kültürü ortamına Fe-EDDHA içeren tam besin çözeltisi uygulamasının taze yapraklarda ölçülen SPAD metre okuma değerine etkisi

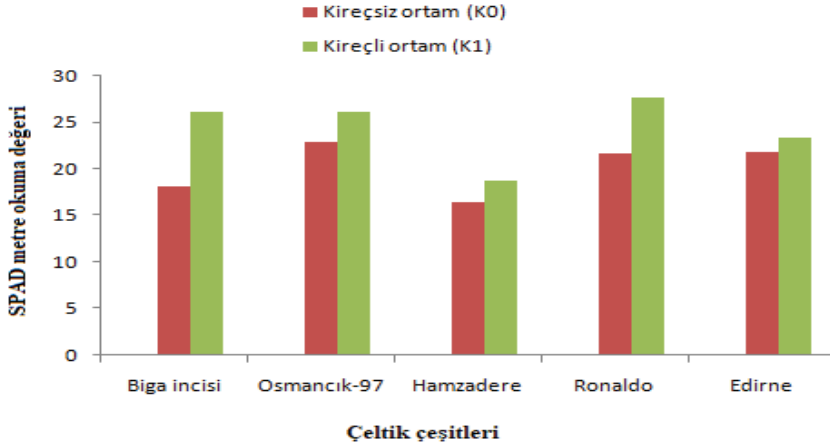
Çeltik Çeşidi	SPAD metre okuma değeri				Ortalama
	Kireçsiz ortam (K0)		Kireçli ortam (K1)		
	Fe 0 (Kontrol)	45 µM Fe	Fe 0 (Kontrol)	45 µM Fe	
Biga incisi	9.90	26.26	15.75	36.15	22.02C
Osmancık-97	15.58	29.95	16.72	35.33	24.40AB
Hamzadere	10.47	22.17	10.95	26.53	17.53D
Ronaldo	18.50	24.75	20.23	35.01	24.63A
Edirne	13.40	30.12	13.75	32.83	22.53BC
Ortalama	K0: 20.0		K1: 24.3		
	Fe0: 14.5		Fe45: 29.9		

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerine Fe-EDDHA dozunun, çeşidin, kireç dozunun etkileri $p < 0.01$ seviyesinde; çeşit×kireç dozu, çeşit×Fe-EDDHA dozu ve kireç dozu×Fe-EDDHA dozu interaksyonlarının etkileri ise $p < 0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna karşın, taze yaprakta belirlenen SPAD metre okuma değerine çeşit×kireç dozu×Fe-EDDHA dozu interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Fe-EDDHA içeren (45 µM Fe) tam besin çözeltisi uygulaması ve kireç uygulaması, kontrole göre SPAD metre okuma değerlerini önemli derecede arttırmıştır. Genel olarak, çeltik çeşitleri SPAD metre okuma değerleri bakımından farklılık göstermiştir. Çeltik çeşitleri taze yaprakta SPAD metre okuma değeri bakımından, Ronaldo > Osmancık-97 > Edirne > Biga incisi > Hamzadere şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 3).

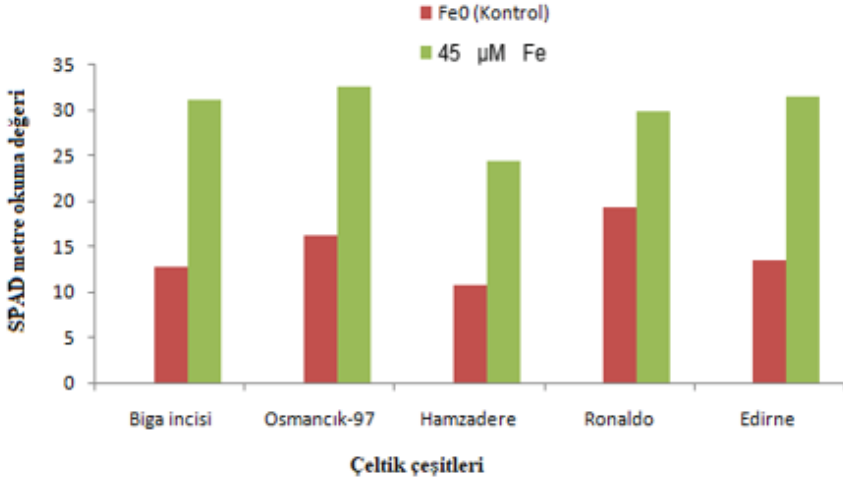
Kum ortamına kireç uygulamasının (% 4 CaCO₃) taze yaprakta SPAD metre okuma değerlerine etkisi çeltik çeşitlerine bağlı bulunmuştur (Şekil 4)



Şekil 4. Çeltik çeşitlerinde kum ortamına kireç uygulamasının taze yaprakta SPAD metre okuma değerine etkisi

Şekil 4'ün incelenmesinden anlaşılabacağı üzere, kireçsiz kum ortamında yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta ölçülen en yüksek SPAD okuma değeri Osmancık-97 çeltik çeşidinde tespit edilmiş; buna karşın, en düşük SPAD okuma değeri ise Hamzadere çeşidinde belirlenmiştir. Diğer yandan, kireçli kum kültürü ortamında yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta ölçülen en yüksek SPAD okuma değeri Ronaldo çeşidinde; buna karşın, en düşük SPAD okuma değeri ise Hamzadere çeltik çeşidinde belirlenmiştir. Kireçli kum ortamında yetiştirilen çeşitler arasında Ronaldo, Osmancık ve Biga incisi çeltik çeşitleri taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerleri bakımından birbirlerine benzer bulunurken, geri kalan iki çeltik çeşidi SPAD okuma değeri bakımından farklılık göstermiştir. Aynı şekilde, kireçsiz kum ortamında yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değeri yönünden Ronaldo ve Edirne çeşitleri birbirine benzer bulunurken; Biga incisi, Osmancık-97, Hamzadere çeşitleri birbirlerinden farklı bulunmuştur. Araştırmada incelenen çeltik çeşitlerinde kum ortamına kireç uygulaması taze yaprakta SPAD metre okuma değerlerini arttırmış; fakat bu artış Edirne çeltik çeşidinde diğer çeşitlere kıyasla daha düşük bulunmuştur.

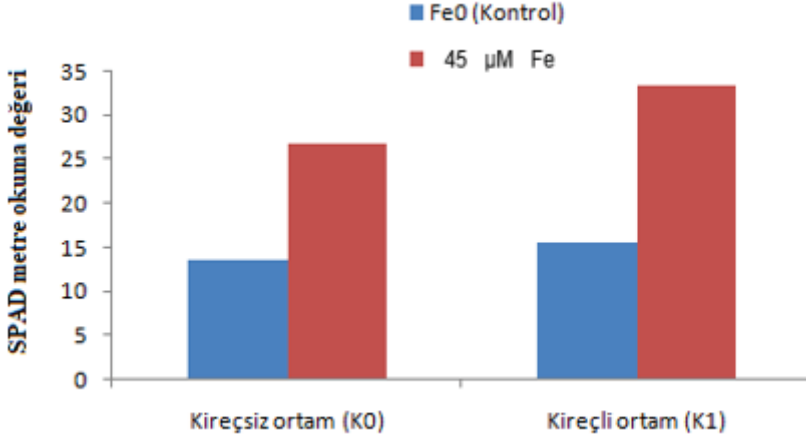
Fe-EDDHA içeren (45 μ M Fe) tam besin çözeltisi uygulamasının SPAD metre okuma değerlerine etkisi çeltik çeşitlerine bağlı bulunmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. Çeltik çeşitlerinde Fe-EDDHA içeren tam besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta SPAD metre okuma değerlerine etkisi

Şekil 5'in incelenmesinden anlaşılabacağı üzere, kontrol (Fe0) uygulamasında ölçülen en yüksek SPAD metre okuma değeri Ronaldo çeşidinde görülmüş; buna karşın, en düşük okuma değeri ise Hamzadere çeltik çeşidinde tespit edilmiştir. Diğer yandan, Fe-EDDHA içeren besin çözeltisi uygulaması ile yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta ölçülen en yüksek SPAD metre okuma değerlerine sahip çeşitlerin Osmancık-97, Edirne ve Biga incisi çeltik çeşitleri olduğu görülmüş ve ayrıca bu çeşitlerin SPAD metre okuma değerleri birbirlerine yakın değerlerde bulunmuştur. Buna karşın, Fe-EDDHA içeren besin çözeltisi uygulaması sonucu taze yaprakta belirlenen en düşük SPAD metre okuma değeri Hamzadere çeltik çeşidinde görülmüştür. Araştırmada incelenen bütün çeltik çeşitlerinde Fe-EDDHA içeren besin çözeltisi uygulaması, kontrole kıyasla SPAD metre okuma değerlerini arttırmış olup, bu artış oranları Edirne, Osmancık-97 ve Biga incisi çeşitlerinde daha yüksek bulunmuştur.

Fe-EDDHA içeren besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta ölçülen SPAD metre okuma değerine etkisi ortamın kireç miktarına bağlı bulunmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. Kireçsiz ve kireçli kum kültürü ortamında Fe-EDDHA içeren tam besin çözeltisi uygulamasının taze yaprakta SPAD metre okuma değerine etkisi

Şekil 6'nın incelenmesinden anlaşılabileceği üzere, kireçsiz ve kireç ilaveli kum ortamına Fe-EDDHA içeren besin çözeltisi uygulaması taze yaprakta SPAD metre okuma değerlerini kontrole (Fe0) göre arttırmıştır. Ek olarak, kireç ilaveli kum ortamında Fe-EDDHA içeren besin çözeltisi uygulaması taze yaprakta SPAD metre okuma değerlerini, kireçsiz kum ortamında yetiştirilen bitkilerinkine göre daha fazla arttırmıştır.

Son on yılda, yaprak klorofil içeriğini hızlı ve tahribatsız bir şekilde değerlendirmek için çeşitli optik teknikler geliştirilmiştir (Markwell ve ark., 1995, Richardson ve ark., 2002). Bitkinin sağlam yaprakları tarafından, ışığın belirli dalga boylarının absorbansına veya yansımaya dayanan bu yöntemler, yakın bir zamanda geleneksel ıslak kimyasal ekstraksiyon yöntemlerinin yerini almıştır. Bununla birlikte, optik yöntemlerin performansını değerlendirmek amacıyla, karşılaştırmaya esas olması bakımından bu tür kimyasal ekstraksiyon teknikleri de gerekmektedir. Diğer yandan, SPAD metre, yaprakların nisbi klorofil içeriğini belirtmek için kullanılabilir olsa da yaprakların mutlak klorofil içeriği veya konsantrasyonunu belirtmez (Richardson ve ark., 2002). Hirai ve ark. (2007) tarafından yapılan bir araştırmada, arpa bitkisinin demir içeriğinin çeltik bitkisinden daha yüksek olmasa bile nispeten yüksek bir klorofil indeksi (SPAD) değerini demirce noksan koşullar altında koruduğunu bildirmiştir. Aynı araştırmacılar ayrıca, arpa bitkisinde genç klorotik yaprakların uzun süreli demir noksanlığı şartlarında dahi gelişebildiğini rapor etmişlerdir.

4. Sonuçlar

Genel olarak, taze yaprakta klorofil-a kapsamları bakımından çeltik çeşitleri, Osmancık-97 > Biga incisi ~ Ronaldo ~ Hamzadere > Edirne şeklinde sıralanmıştır. Demir noksanlığı şartlarında kireçsiz kum ortamında yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta klorofil-a kapsamı en yüksek olan çeşidin Osmancık-97 çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük olan çeşidin ise Edirne çeltik çeşidi olduğu; kireç ilaveli kum ortamında ise en yüksek olan çeşidin Ronaldo çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük olan çeşidin ise Hamzadere çeltik çeşidi olduğu görülmüştür.

Genel olarak, taze yaprakta klorofil-b kapsamları bakımından çeltik çeşitleri, Biga incisi ~ Osmancık-97 > Ronaldo ~ Hamzadere > Edirne şeklinde sıralanmıştır. Demir noksanlığı şartlarında kireçsiz kum ortamında yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta klorofil-b kapsamı en yüksek olan çeşidin Biga incisi çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük olan çeşidin ise Edirne çeşidi olduğu; kireç ilaveli (% 4 CaCO₃) kum ortamında ise en yüksek olan çeşidin Osmancık-97 çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük olan çeşidin ise Hamzadere çeltik çeşidi olduğu görülmüştür.

Genel olarak, çeltik çeşitleri SPAD metre okuma değerleri bakımından farklılık göstermiştir. Çeltik çeşitleri taze yaprakta SPAD metre okuma değeri bakımından, Ronaldo > Osmancık-97 > Edirne > Biga incisi > Hamzadere şeklinde sıralanmıştır. Kontrol (Fe0) uygulamasında ölçülen en yüksek SPAD metre okuma değeri Ronaldo çeşidinde görülmüş; buna karşın, en düşük okuma değeri ise Hamzadere çeltik çeşidinde tespit edilmiştir. Diğer yandan, Fe-EDDHA içeren besin çözültisi uygulaması ile yetiştirilen çeşitler arasında taze yaprakta ölçülen en yüksek SPAD metre okuma değerlerine sahip çeşitlerin Osmancık-97, Edirne ve Biga incisi çeltik çeşitleri olduğu görülmüş ve ayrıca bu çeşitlerin SPAD metre okuma değerleri birbirlerine yakın değerlerde bulunmuştur. Kireçsiz ve kireç ilaveli kum ortamına Fe-EDDHA içeren besin çözültisi uygulaması taze yaprakta SPAD metre okuma değerlerini kontrole (Fe0) göre arttırmıştır.

REFERANSLAR

- Arnon, D. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. *Plant Physiology*, 24, 1-12.
- Briat, J.F. (2007). Iron dynamics in plants. In *Advances in Botanical Research* Vol. 46: 399 Incorporating Advances in Plant Pathology. Eds. JC Kader and M Delseny. 400 Academic Press, London, UK, 138-169. ISBN: 9780123737052.
- Fernandez, V., & Ebert, G. (2005). Foliar iron fertilization: a critical review. *Journal of Plant Nutrition*, 28, 2113-2124.
- Fernandez, V., Del Rio, V., Abadia, J., & Abadia, A. (2006). Foliar iron fertilization of Peach (*Prunus persica* (L.) Batsch): effects of iron compounds, surfactants and other adjuvants. *Plant and Soil*, 289, 239-252.
- Gáborčík, N. (2006). Koncentrácia minerálnych živín chlorofylu a+b (SPAD hodnoty) v listoch tokajských odrôd viniča. *Vinič Vín*, 3, 2-4.
- Goos, R.Y., & Johnson, B.E. (2000). A comparison of three methods for reducing iron-deficiency chlorosis in soybean. *Agronomy Journal*, 92(6), 1135-1139.
- Gregorczyk, A., & Raczyńska, A. (1997). Badania korelacji między metodą Arnona a pomiarami zawartości chlorofilu za pomocą chlorofilometru. *Zesz. Nauk. AR Szczec. Rol.*, 68, 119-123.
- Gris, E. (1843). Memoir relatif a l'a action des composés solubles ferrugineux sur la vegetation [Report concerning the action of soluble ferrous compounds in plants]. *Compte Rendu de l'Academie des Sciences*, 17: 679.
- Hirai, M., Higuchi, K., Sasaki, H., Suzuki, T., Maruyama, T., Yoshida, M., & Tadano, T. (2007). Contribution of iron associated with high-molecular-weight substances to the maintenance of the SPAD value of young leaves of barley under iron-deficient conditions. *Soil Science and Plant Nutrition*, 53(5), 612-620.
- Ishimaru, Y., Suzuki, M., Tsukamoto, T., Suzuki, K., Nakazono, M., Kobayashi, T., Wada, Y., Watanabe, S., Matsushashi, S., Takahashi, M., Nakanishi, H., Mori, S., & Nishizawa, N.K. (2006). Rice plants take up iron as an Fe³⁺-phytosiderophore and as Fe²⁺. *Plant Journal*, 45, 335-346.
- Jelali, N., Dell'Orto, M., Rabhi, M., Zocchi, G., Abdelly, C., & Gharsalli, M. (2010). Physiological and biochemical responses for two cultivars of *Pisum sativum* ("Merveille de Kelvedon" and "Lincoln") to iron deficiency conditions. *Scientia Horticulturae*, 124, 116-121.
- Kumar, R., Sahi, G.K., Kaur, R., Khanna, R., Choudhary O.P., Mangat, G.S., & Singh, K. (2013). Tolerance response of wild and cultivated *Oryza* species under iron deficiency condition. *Journal of Crop Improvement*, 40(2), 168-172.

- Markwell, J., Osterman, J., & Mitchell, J. (1995). Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Photosynthesis Research*, 46(3), 467-472.
- Marschner, H. (1995). Function of mineral nutrients: Micronutrients, Mineral Nutrition of Higher Plants, 313-324, Academic Press, London.
- Ortiz, R., Trethowan, R. M., Ortiz Ferrara, G., Iwanaga, M., Dodds, J.H., Crouch, J. H., Crossa, J., & Braun, H.J. (2007). High yield potential, shuttle breeding, genetic diversity, and a new international wheat improvement strategy. *Euphytica*, 157, 365-384.
- Pareek, S., Sagar, N.A., Sharma, S., Kumar, V., Agarwal, T., González-Aguilar, G.A., & Yahia, E.M. (2017). Chlorophylls: Chemistry and Biological Functions. Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry and Human Health, Volume I, Second Edition. Edited by Elhadi M. Yahia. John Wiley & Sons Ltd.
- Pestana, M., Varennes, A., Abadía, J., & Faria, E.A. (2005). Differential tolerance to iron deficiency of rootstocks grown in nutrient solution. *Scientia*, 104, 25-36.
- Rajalakshmi, K., & Banu, N. (2015). Extraction and estimation of chlorophyll from medicinal plants. *Intern. J. Sci. Res.*, 4, 209-212
- Reddy, C.K., & Prasad, G.V.S. (1986). Varietal response to iron chlorosis in upland rice. *Plant and Soil*, 94, 289-292.
- Richardson, A. D., Duigan, S. P., & Berlyn, G. P. (2002). An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. In: *New Phytologist*, 153(1), 185-194.
- Selzer, L.J., & Busso, C.A. (2016). Pigments and photosynthesis of understory grasses: Light irradiance and soil moisture effects. *Russian Journal of Plant Physiology*, 63, 224-234.
- Takahashi, M. (2003). Overcoming Fe deficiency by a transgenic approach in rice. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 72, 211-220.
- Vernon, L.P., & Seely, G.R. (1966). The Chlorophylls, p. 9. Academic Press: New York., USA.
- Witham, F.H., Blaydes, D. F., & Devlin, R.M. (1971). Experiments in plant physiology. Van Nostrend Reinhold Company, New York.
- Zielewicz, W., & Kozłowski, S. (2007). Żywotność *Sorghum saccharatum* (L.) Pers. w aspekcie możliwości jego uprawy w Polsce. *Fragm. Flor. Geobot. Polon.*, 9, 173-181.
- Zielewicz, W., Wrobel, B., & Niedbała, G. (2020). Quantification of chlorophyll and carotene pigments content in mountain Melick (*Melica nutans* L.) in relation to edaphic variables. *Forests*, 11(11), doi.org/10.3390/f11111197