ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİNDE ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER - I

EYLÜL/2021

EDİTÖRLER
PROF. DR. ALİ MUSA BOZDOĞAN
PROF. DR. NİGAR YARPUZ BOZDOĞAN

gece kitaplığı

İmtiyaz Sahibi / Publisher • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel
Kapak & İç T asarım / Cover & Interior Design • Gece Kitaplığı
Editörler / Editors • Prof. Dr. Ali Musa Bozdoğan
Prof. Dr. Nigar Yarpuz Bozdoğan
Birinci Basım / First Edition • © Eylül 2021
ISBN • 978-625-8002-19-5

© 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

ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİNDE ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER - I

Eylül 2021

EDİTÖRLER
PROF. DR. ALİ MUSA BOZDOĞAN
PROF. DR. NİGAR YARPUZ BOZDOĞAN

gece kitaplığı

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

TOPRAK KALİTESİ VE SAĞILIĞININ GÖSTERGELERİ (İNDİKATÖRLERİ)

İlyas BOLAT 1

Bölüm 2

BAZI ÇELTİK ÇEŞİTLERİNDE ÇİNKOLU GÜBREDEN YARARLANMA ORANI VE ÇİNKO TAŞINIMI

Güney AKINOĞLU & Ahmet KORKMAZ 19

Bölüm 3

KENEVİR BİTKİSİ VE EKONOMİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ayşe Esra HAKVERDİ & Ayhan AKYOL 35

Bölüm 4

TÜRKİYE'DE ORMANCILIK YÖNETİM VE ORGANİZASYON MODELLERİNİN İRDELENMESİ

Ufuk COŞGUN & Damla YILDIZ 53

Bölüm 5

BİYOYAKITLAR

Serdar ÜÇOK 87

Bölüm 6

TOPRAK VE HAVADA AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN GİDERİLMESİNDE; SÜS BİTKİLERİ VE FİTOEKSTRAKSİYON YÖNTEMİNİN ÖNEMİ

Sinem ÇOLAK & Şüheda Basire AKÇA 107

Bölüm 7

KURAKLIK VE KURAKLIK KOŞULLARINA UYGUN SULAMA VE TARIM TEKNİKLERİ

Muhammed ÇUHADAR 125

Bölüm 8

PEYZAJ TASARIM ÇALIŞMALARINDA ÇİME ALTERNATİF OLARAK BAZI YER ÖRTÜCÜ BİTKİ TÜRLERİNİN KULLANILABİLİRLİĞİ

Handan ÇAKAR 145

Bölüm 9

TARIMA DAYALI SANAYİ

Ahmet Semih UZUNDUMLU & Seval KURTOĞLU 171

Bölüm 10

TOPRAK VE BİTKİ SAĞLIĞINA YÖNELİK HASSAS TARIMDA KULLANILAN YENİLİKÇİ SENSÖRLER

Ufuk TÜRKER & Uğur YEGÜL & Maksut Barış EMİNOĞLU 189

Bölüm 1

TOPRAK KALİTESİ VE SAĞILIĞININ GÖSTERGELERİ (İNDİKATÖRLERİ)

İlyas BOLAT[1]

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

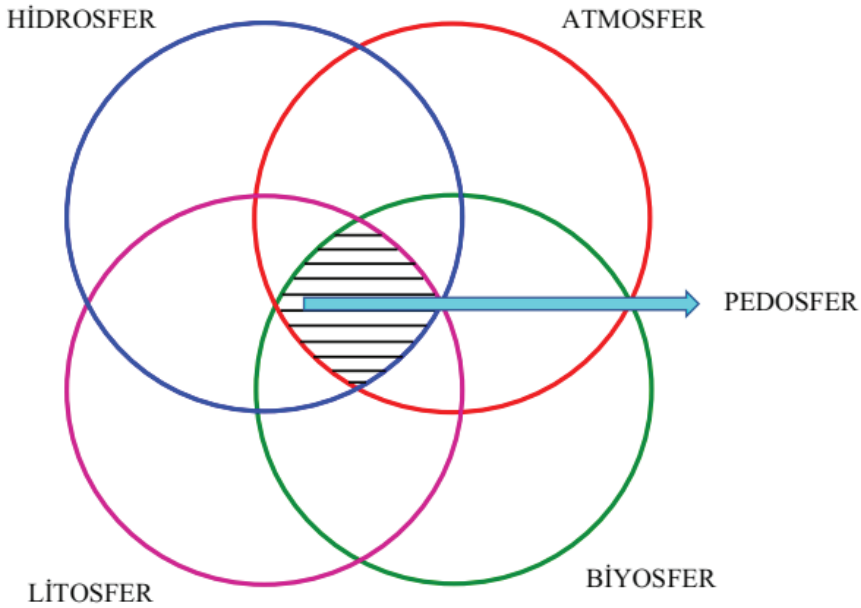
1. TOPRAK VE TOPRAĞIN GENEL YAPISI

Toprak, katı yer yüzünün gevşemiş ve humus teşekkülü ve kimyasal ayrışma ile değişmiş olan, humuslaşma ve kimyasal ayrışma ürünlerinin taşınması ile değiştirilmiş bulunan kısmıdır (Palmann 1948'e atfen Irmak, 1972). Başka bir tanımlamada toprak, üretken kalabilmek diğer bir ifade ile verimliliğini devam ettirebilmek için kendisine ait fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşenleri arasında benzersiz bir dengeye gereksinim duyan canlı ve dinamik bir varlıktır (Gupta ve Yeates, 1997). Toprağa ait bu tanımlamaları çeşitlendirmek ve elbette ki sayısını artırmak mümkündür. Nitekim toprağın çok çeşitli görünümler arz etmesi ve toprağı herkesin kendisinden beklediği yarara ve fonksiyona göre toprağın tanımlanmasından dolayı şimdiye kadar kırk çeşitten çok toprak tanımlaması yapılmıştır. Örneğin ilk toprak uzmanları toprağı şöyle tanımlamışlardır: Toprak kum, kil, kireç ve humusun karışımıdır. Jeologlara göre ise toprak, ayrışmış bitki ve hayvan artıklarını içeren minerallerin ayrışma ürünleridir. Toprak bilimi alanında çalışanların öncüleri tarafından toprak su, hava, organik madde ve yaşayan organizmaların etkisi ile değiştirilmiş bulunan gevşek yerkabuğu tababakasıdır şeklinde tanımlanmıştır. Diğer bir tanımlamada da toprak, sayısız öğeleri bulunan katı, sıvı ve gaz fazlarından oluşan heterojen bir sistemdir. Tanımlamaların hepsinde ortak nokta, toprak yapısının anorganik ve organik maddelerin karışımından meydana gelmesidir (Çepel, 1988).

Birisi canlıların artıklarından oluşan organik anamateryalin, diğer de anakayanın ufalanıp ayrışması ile oluşmuş anorganik anamateryalin fiziksel ve kimyasal ayrışmaları sonucunda toprak oluşur. Organik kökenli maddeler canlıların her türlü artıklarından oluşurlar. Bu artıklar biyolojik faaliyetin de sonucu olarak fiziksel parçalanma ve kimyasal ayrışma ile çürüntü haline, daha ileri safhada ise kolloid organik maddeler ve özellikle humusa dönüşürler. Anorganik kökenli maddeler tane boyutu büyüklüğü olarak kil, toz, kum ve taş olarak ayırt edilmişlerdir. Toprak tanecikleri killer, tozlar, kumlar ve kolloid organik maddeler birbirine yapışık durumda (kırıntılar ve diğer strüktür tipleri) bulunurlar. Bu toprak parçacıkları arasında önemli miktarda boşluk kalır (toprağın gözenekleri). Bu boşluklar su ve hava tarafından doldurulur. Bütün bunlardan dolayı toprak; sadece anorganik ve organik maddelerin bir karışımı olmayıp, toprakta yaşayan canlıların da katılması ile dinamik madde ve enerji değişimlerinin oluşup-geliştiği bir ekolojik sistemdir (Kantarcı, 2000).

Toprak, dört büyük sistemin (hidrosfer, atmosfer, biyosfer ve litosfer) ortaklaşa oluşturduğu doğal bir ünitedir. Toprağı oluşturan bu madde gruplarından toprak çözeltileri sular dünyası "hidrosfer" den, toprak havası da "atmosfer" den kaynaklanmaktadır. Organik katı madde gruplarını üreten canlı organizmalar dünyası "biyosfer"dir. Anorganik katı madde-

lerin kaynağı ise "litosfer" olarak isimlendirilen katı yerkabuğudur. Bu nedenle toprak dünyası, dört büyük ekosistemin arakesiti olarak düşünülebilir. Bu arakesite "pedosfer = toprak dünyası" denmektedir (Şekil 1) (Çepel, 1988). İlgili şeklin (Şekil 1) incelenmesinden pedosferin, atmosfer, litosfer, biyosfer ve hidrosfer ile etkileşime girdiği ve böylece karasal ekosistemlerdeki tüm biyotik faaliyeti desteklediği anlaşılmaktadır.



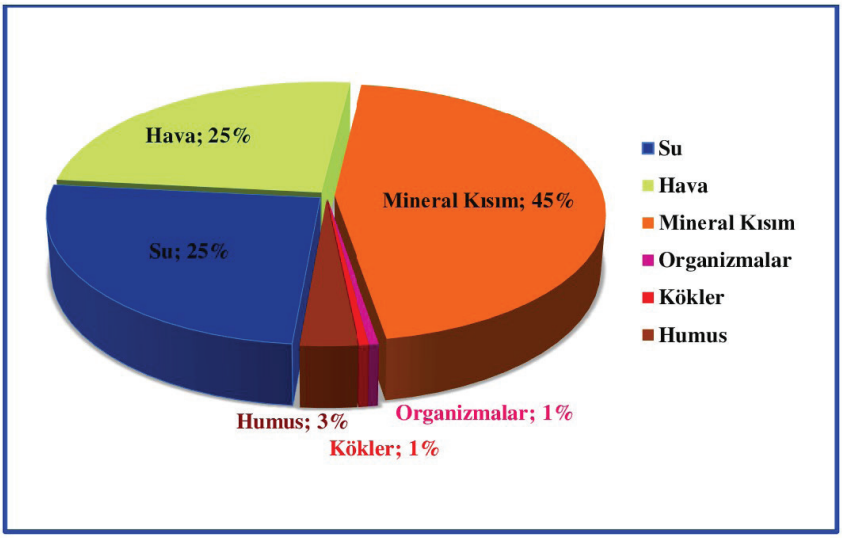
Şekil 1. *Pedosfer (taralı alan) adı verilen toprak dünyasını oluşturan büyük ekosistemler (Çepel, 1988'den değiştirilerek).*

Toprak, miktarı ve bileşimi zaman ve mekana göre belirgin bir şekilde değişim gösteren su (toprak suyu) ve gazlarla (toprak havası) çevrili farklı boyutlardaki katı (anorganik ve organik) parçacıklardan oluşmaktadır. Bitki gelişimi için bir yüzey balçık toprağın hacimsel dağılımının % 45 mineral kısım (anorganik kısım), % 25 toprak havası, % 25 toprak suyu ve % 5 organik kısım şeklinde olması gerektiği ifade edilmektedir (Şekil 2). Burada ifade edilen oranlara dikkat edilirse toprağın hacimsel olarak % 50 katı, % 50 boşluk kısımdan oluştuğu anlaşılmaktadır. Toprak içerisindeki su ve havanın oransal dağılımı hızlı ve aynı zamanda büyük bir değişkenlik gösterir. Nitekim, toprağın suya doygun olduğu durumlar dışında, su toprakta her zaman bulunmamaktadır. Bundan dolayı, susuz gözenek boşluğu hava ve diğer gazlar ve de uçucu maddelerle doludur. Diğer taraftan, toprakta fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerin aracılık ettiği katı, sıvı ve gaz fazları arasında sürekli bir molekül ve iyon değişi-

mi vardır. Bu süreçler, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşenleri arasında benzersiz bir dengeyi temsil eder. Bu dengenin sağlanması toprak kalitesi ve toprak sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır (Brady, 1990; Stotzky, 1997; Nilesen ve Winding, 2002).

Toprak bitkilerin büyüyüp gelişebilmesi ve biyolojik faaliyetlerin gerçekleşebilmesi için çok geniş bir ortam sağlanması, su akışını kısımlara ayırarak düzenlenmesi ve belirli ortamlarda suyun depolanmasının sağlanması, çevre için zararlı olan bileşiklerin imha edilmesi ve bu bileşiklerin zararsız hale gelmesi için yeniden şekillendirilmesinde tampon görevi görmek gibi fonksiyonları yerine getirir (Doran ve Safley, 1997). Toprağın önemli olan yukarıda ifade edilen fonksiyonları üç madde halinde de özetlenebilir (Doran ve Parkin, 1994). Toprak;

1. Bitkilerin büyüyüp gelişebildiği bir ortam,
2. Su akışını düzenlemesi ve depolama,
3. Çevresel bir tampon olarak görev yapar.



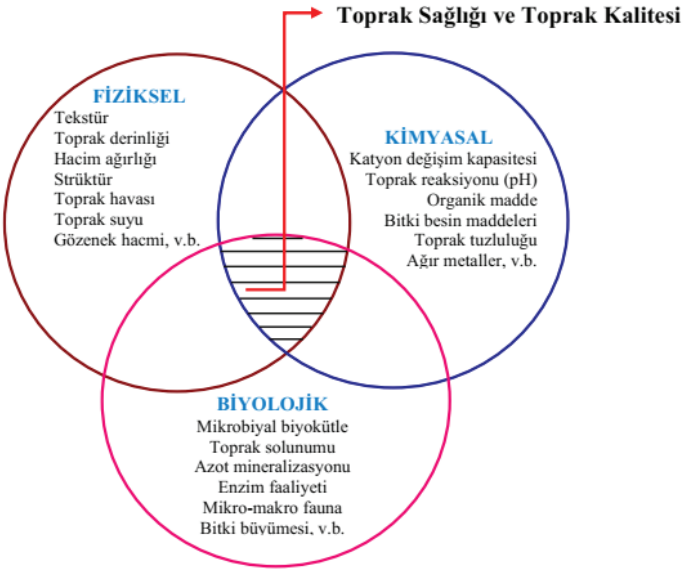
Şekil 2. *Toprağı oluşturan asıl unsurlar (parçalar) (Brady, 1990; Pidwirny, 2006'dan değiştirilerek).*

Ancak, toprağın yukarıda kısmen ve kısaca değinilen çok önemli olan işlevlerine rağmen, özellikle tarımda son yıllarda toprak kullanımının yoğunlaşması, toprak kalitesinin veya sağlığının uzun süreliğine veya geri döndürülemez bir biçimde değişime uğradığı/uğratıldığı korkusuna neden olmuştur. Bu bağlamda toprak verimliliğinin azalması açısından

gelecek yıllarda olumsuz bir değişiklik olacağı tahmin edilmektedir (Anderson, 2003). Fakat toprak, çeşitli ürün ve hizmetlerin kaynağı olan doğal bir varlık olduğu için hiç kuşkusuz toprak kaynaklarının daha etkin kullanılması ve verimliliklerinin arttırılması gerekmektedir. Ayrıca toprağın canlıların yaşamını sağlayan ve kendisinden sürekli olarak yararlanılan en önemli üretim faktörlerinden biri olduğu bilinmektedir. Gerçekten toprak, tüm bitkisel ürünlerin kaynağı, yeraltı servetlerinin ambarı, birçok organizmaların konutu, tüm canlı ve cansız varlıkların yaşam kaynağı veya barınağıdır. Bütün bunların dışında, insanların "Vatan" adı altında uğruna kanını döküp canını verdiği ulusal ve kutsal bir varlıktır (Çepel, 1988).

2. TOPRAK KALİTESİ VE TOPRAK SAĞLIĞI

Toprak kalitesi ve toprak sağlığı terimleri bilimsel literatürde çoğunlukla karıştırılmakta ve bu yüzden birbirinin yerine kullanılmaktadır. Bilim adamları "toprak kalitesi" terimini, üreticiler ise daha çok "toprak sağlığı" terimini kullanmaktadır (Harris ve Bezdicek, 1994). Toprak sağlığı terimini tercih edenler toprağı cansız kum, kil ve toz karışımından çok canlı ve değişken bir organizma olarak kabul etmektedir. Toprak kalitesi terimini kullananlar ise, toprağın kendisine özgü ölçülebilir fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirtmek için bu terimi tercih etmektedir (Şekil 3) (Doran ve Safley, 1997). İlgili literatürlerde her iki terim de iç içe geçmiştir. Ancak, burada sanki toprak kalitesinin toprak sağlığını kapsadığı hissedilmektedir (Anderson, 2003).



Şekil 3. *Toprak özellikleri ile toprak sağlığı ve toprak kalitesi arasındaki ilişki (taralı alan).*

Kalite (nitelik) terimi herhangi bir şeyin değer yargısını (mükemmellik derecesi) ifade etmek için kullanılmaktadır. Buradan yola çıkarak toprak kalitesi, toprağın bazı fonksiyonlarının ya da özelliklerinin (iyi-kötü, alçak-yüksek gibi) değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Toprak kalitesi çevreye hiçbir zarar vermeden ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemeden aynı zamanda verimliliği en uygun bir biçimde devam ettiren toprak kabiliyetini (yeteneğini) ifade etmektedir (Schjonning vd., 2004). Herhangi bir toprağın kalitesi, kısmen toprağın doğallığına ya da toprak oluşum faktörlerinin (anakaya, topografya, iklim vb.) bir fonksiyonu olan toprağın doğal oluşumuna (doğal toprak kalitesi) ve ayrıca insanların kullanımı ve yönetimi ile ilgili değişikliklere (dinamik toprak kalitesi) bağlıdır (Gregorich vd., 1994). Toprak kalitesi hakkında birçok araştırmacı tarafından farklı tanım yapılmış olmasına rağmen günümüzde büyük bir çoğunlukla Amerika Toprak Bilimi Topluluğu (SSSA) tarafından yapılan toprak kalitesi tanımı kullanılmaktadır. Bu topluluğa göre toprak kalitesi doğal ya da yönetilen (işlenen) ekosistem sınırları içerisinde bitki ve hayvan üretimini devam ettirmek ya da geliştirmek, su ve hava kalitesini sürdürmek ya da artırmak, insanların yaşam alanlarını ve sağlıklarını pekiştirmek ya da kuvvetlendirmek için toprağın fonksiyonlarını yerine getirebilme kapasitesidir (Karlen vd., 1997). Johnson vd. (1997) toprak kalitesini insanlarında dahil olduğu bir ya da daha fazla canlı türünün herhangi bir amaca ulaşmak için ihtiyaç duyduğu gereksinimlerle ilgili toprağın durumunun bir ölçüsü olarak tanımlamaktadır. Bazı araştırıcılar tarafından, genel olarak toprak kalitesi, çevresel kalitenin, gıda güvenliğinin ve ekonomik uygulanabilirliğin bütünleyici bir göstergesi olarak kabul edilmekte (Herrick, 2000) ve bu nedenle, toprak kalitesinin sürdürülebilir arazi yönetimini izlemek için iyi bir gösterge olarak hizmet etmeye devam edeceği vurgulanmaktadır (Sharma vd., 2010).

Toprak sağlığı, yaşam için gerekli ve yaşayan bir sistem olarak biyolojik verimliliğin ekosistem sınırları içerisinde devam ettirilmesi veya güçlendirilmesi, ekosistem içerisinde su ve hava kalitesinin düzenlenmesi veya yükseltilmesi, bitki, hayvan ve insan sağlığının korunması veya sürdürülmesi için toprağın hiç durmadan devam eden kapasitesine (kabiliyetine) denilmektedir (Doran ve Safley, 1997). Toprak sağlığı tanımında yer alan iki özellik, toprak sağlığını daha önce tanımı yapılan toprak kalitesinden (niteliğinden) ayırmaktadır. Bunlardan birincisi, bu tanımın zaman öğesini içermesidir. Tanımdaki hiç durmadan devam eden kapasite (zaman özelliği) zaman içinde bir fonksiyonun aynı şekilde devam edebilmesinin toprak için ne kadar önemli olduğunu ifade etmektedir. Diğer özellik olan yaşam için gerekli ve yaşayan bir sistem ise, toprağın fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için toprakta bulunan bitki ve hayvanların (toprak biyotası) önemini belirtmektedir (Pankhurst vd., 1997). Bu bağlamda toprak

kalitesinden farklı olarak toprak sağlığı toprak ekosisteminin canlı bileşenine son derece bağımlıdır. Sürekli olarak devam eden ayrışma ve koruma süreçlerinin net bir sonucu olan toprak sağlığı; bitki sağlığını, çevre sağlığını, gıda güvenliğini ve kalitesini etkilemektedir (Parr vd., 1992; Halvorson vd., 1997).

3. GÖSTERGE (İNDİKATÖR) VE GÖSTERGELERİN ÖZELLİKLERİ

Daha çok kimyada karşımıza çıkan ve iki madde arasındaki reaksiyonun tamamlandığı anı renk değişimi ile gösteren ilave maddeye indikatör (gösterici) denir (Hazer, 1997). Nitekim Erdik ve Sarıkaya 2004'e göre de çözeltilerde parçacık değiştirerek renk değişimine yol açan ve dolayısıyla tepkimenin sonlanmasını gösteren maddelere indikatör denir. Eğer değiştirilen parçacık proton ise pH indikatöründen, elektron ise redoks indikatöründen ve bir molekül ise adsorpsiyon indikatöründen söz edilir. Fransızca kökenli ve günlük yaşantımızda dilimizde sıklıkla karşımıza çıkan kelimeler arasında olan indikatörün (*Fr*: indicateur) Türk Dil Kurumu (TDK)'na göre anlamı "gösterge" demektir (Url 1). Bu kavram ormancılık çalışmalarında ise daha çok gösterge bitki (*İng*: indikator plant) olarak karşımıza çıkarken, bir yerde bulunuşu ile o yetişme yeri için bize kimi bilgileri veren tanıtıcı bitki anlamını taşır ve bir diğer adı ile "Müş'ir bitki" şeklinde de ifade edilir (Eler, 2004).

Toprak sağlığı ve kalitesinin doğrudan ölçümü mümkün değildir. Bu yüzden, toprak kirliliği, toprak bozulması, bitki verimliliği ve biyoçeşitliliğin korunması gibi çeşitli çevresel süreçlerin veya bu süreçlerin en son noktasındaki durumlarının izlenmesinde kullanılan ölçülebilir özelliklere gösterge (indikatör) denilmektedir. Başka bir ifade ile bu göstergeler toprak kalitesi veya sağlığının iyileştiğini, sabit kaldığını veya daha da kötüye giderek bozulmaya başlayıp başlamadığını belirlemek için kullanılır. İfade edilen faydalarından dolayı bu göstergelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte, toprak kalitesi ya da sağlığı konusunda yapılacak değerlendirmelerde tek bir gösterge yerine çok sayıda gösterge veya bütün göstergelerin dikkate alınması gerektiği konusuna yer verilmektedir (Elliott, 1997; Pankhurst vd., 1997; Singh ve Khera, 2009). Elbette ki indikatörlerin (göstergelerin) kendilerine ait birtakım özellikleri olması gerektiği bildirilmektedir. Örneğin, toprak göstergeleri basit ve ölçülmesi kolay olmalı, zamansal değişimler de dahil olmak üzere olası en büyük durumları (büyük toprak türleri-toprak tipleri) kapsamalı ve çevresel değişiklikler ile toprak yönetimine karşı oldukça hassas olmalıdır. Çünkü toprak kalitesi ve sağılığının göstergeleri sadece toprağın durumunu veya şartlarını değerlendirmek için yararlı değildir; ayrıca toprak ve arazi kullanım politikalarının şekillenmesine de yardımcı olabilirler (Saviozzi vd., 2001; Singh ve Khera, 2009; Muscolo vd., 2014).

Yukarıdaki şekilde (Şekil 3) görüldüğü gibi eşsiz bir fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşen dengesi, toprak sağlığı ve kalitesinin devam ettirilmesinde (sürdürülmesinde) mevcut olmalıdır. Dolayısıyla, toprak sağlığı ve kalitesinin değerlendirilmesi için geniş bir gösterge yelpazesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yüzden mevcut ve yeni göstergeler, bilimsel topluluk içindeki yöntemlerin sürekli geliştirilmesine dayanmalı ve daha kesin, ayrıntılı ve entegre sonuçlar sağlarken, güncel bir dinamik izleme programı vermelidir. Örneğin, toprak verimliliği toprağın ilgilenilen bir işlevi (fonksiyonu) ise, bir kalite göstergesi sahadan sahaya toprak verimliliğini ölçmeli ve bir sahada yönetimin neden olduğu değişiklikleri tespit etmelidir (Muscolo vd., 2014). Toprak kalitesi ve toprak sağlığını değerlendirmek için büyük çoğunlukla kullanılan yaklaşımlar "niteliksel" ve "niceliksel" olarak iki kısma ayrılmaktadır. Niteliksel göstergeler genellikle yetiştiriciler tarafından yapılan doğrudan gözlemlerle kaydedilen görünüm, koku, his ve tat gibi duyusal tanımlayıcılardır. Diğer gözlemler arasında toprak rengi, ürün verimindeki değişiklik (artış veya azalış), toprağın sürülebilmesinde veya çapalanmasında meydana gelen değişiklik ve bitki büyümesinin görsel hali (boyu, çapı vb.) ile seçilen yabani ot türleri ve solucan döküntüleri yer alır. Diğer taraftan toprak kalitesinin nicel değerlendirmeleri, daha gelişmiş ve karmaşık analitik yaklaşımları içerir. Bu yöntemler arasında toprak tesktürü, hacim ağırlığı, infiltrasyon, agregat stabilizasyonu, organik karbon, toprak reaksiyonu (pH), katyon değişim kapasitesi, elektriksel iletkenlik, azot mineralizasyonu, azot nitrifikasyonu, makro-mikro bitki besin maddeleri, toprak enzimleri ile toprak flora ve faunasının çeşitliliği, faaliyeti ve miktarı vb. yer almaktadır (Harris ve Bezdicek, 1994; Dang 2007; Sharma, 2010).

Konu ile ilgili yapılan başka çalışmalarda da benzer yönde bilgiler verilmektedir. Nitekim, yapılan bir çalışmada toprak kalitesi ve sağlığının, toprağın fonksiyonlarına (işlevlerine) katkı sağlayan fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özelliklerinin birleşimi olduğu ifade edilmiştir. Başka bir ifade ile toprak kalitesi ve sağlığı, gösterge görevi gören fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin kombinasyonu ile değerlendirilir ve toprak kalitesi ve sağlığını tanımlamak için niceliksel (sayısal) göstergeler olarak toprağın çok sayıda farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri kullanılmaktadır. Ancak, toprak kalitesi ve sağlığını belirlemek için seçilecek göstergeler belirlenirken çok dikkat edilmelidir. Örneğin bu göstergeler yönetim uygulamalarına duyarlı olmalı, ekosistem süreçlerini entegre etmeli ve mevcut ile erişilebilir veri tabanlarının bileşenleri olmalıdır. Unutulmamalıdır ki bu göstergeler, toprak kalitesinin iyileştirilmesini, sürdürülmesini veya bozulmasını belirlemek/tespit etmek amacıyla ölçülmektedir (Larson ve Pierce, 1994).

Ayrıca bu indikatörler (göstergeler) seçilirken uzun vadeli izleme yo-

luyla belirlenmesi yani güvenirlilik açısından bir geçmişinin olması, arazi yönetimi uygulamalarının etkileri ve ekosistemin bir parçası olan toprağın doğal ya da insan etkisinden kaynaklanan bozulması hakkında fikir sahibi olunmasına katkı sağlamasına da özen gösterilmelidir. Bununla birlikte, herhangi bir göstergede veya deneyde olduğu gibi, uygun bir başlangıç noktası veya referansın, göstergenin kullanışlılığı ve yorumlama için çok önemli olduğu ifade edilmektedir (Knoepp vd., 2000).

4. TOPRAK KALİTESİ VE SAĞLIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN BAZI GÖSTERGE ÇEŞİTLERİ

Toprak kalitesi ve sağlığı, genel olarak tekstür, organik madde, toprak reaksiyonu (pH), hacim ağırlığı ve köklenme derinliği (fizyolojik derinlik) gibi fiziksel ve kimyasal bazı toprak özellikleri kullanılarak değerlendirilebilmektedir. Ancak toprağın çok yönlü rolü nedeniyle, toprakta meydana gelen değişimlere ve amaca bağlı olarak farklı toprak özelliklerini incelemek ve değerlendirmek için farklı minimum veri setleri (minimum datasets) de gerekebilmektedir (Tablo 1) (Gregorich vd., 1994; Elliott, 1997). Bu veri setleri, toprak kalitesi veya sağlının tespitini sağlamak için gerekli olan toprak özelliklerinden meydana gelmektedir. Dolayısıyla veri kümesinin bileşenleri, toprak kalitesi ve sağlığının kimin (bilimsel çalışmalar için bilim adamları ya da üreticiler) tarafından hangi amaç veya amaçlar için değerlendirileceğine bağlı olarak değişecektir. Bu nedenle, veri kümelerinin bileşenleri topraktan beklenilen yarara ve fonksiyona göre farklılık göstereceğinden, toprak kalitesi ve sağlığını değerlendirecek kişilere göre de esneklik kazanacaktır. Bununla birlikte, minimum veri setleri (minimum datasets) olmadan da toprağın işlevsel rolü (toprağın analitik kısımlarının aksine) bir muamma olarak kalır. Bu açıdan minimum veri setleri önemlidir (Gregorich vd., 1994). Örneğin, toprağın bitki besin maddesi durumu veya depolaması incelenecek ise toplam organik C ve N, mikrobiyal biyokütle ve mineralize olan C ve N gibi parametrelerin incelemesi gerektiği ilgili tablonun (Tablo 1) değerlendirilmesinden anlaşılmaktadır.

Gregorich vd., (1994)'e göre, toprak organik maddesi, minimum veri setinin diğer özellikleri de dahil olmak üzere birçok farklı toprak özelliğini etkileyebileceğinden, toprak kalitesi ve sağlığı için özel bir öneme sahiptir. Toprak kalitesinin ve sağlığının korunması veya iyileştirilmesi, dünyadaki toprak kaynaklarının sürdürülmesinde kilit bir faktördür. Çünkü, yüksek kaliteli veya sağlıklı topraklar, sadece dünyanın artan nüfusu için daha iyi gıda ve lif üreticileri olmayacak, aynı zamanda doğal ekosistemlerin dengelenmesi ile hava ve su kalitesinin artırılmasında da önemli bir rol oynayacaktır.

Tablo 1. *Toprak kalitesi ve sağlığının farklı özelliklerini tahmin etmek için gereken minimum veri setleri (Gregorich vd., 1994; Elliott, 1997'den değiştirilerek).*

Toprak Özelliği	Gerekli olan minimum veriler (Minimum datasets)
Toprağın iç yapısının (strüktür) gelişimi	**Toplam organik C ve N** (Toplam organik C ve N ile mineralize olan C ve N arasında genellikle korelasyon vardır.)
	Mikrobiyal biyokütle (Mikrobiyal biyokütle toprağın bitki besin maddelerini depolama ve geri dönüştürme kabiliyeti veya yeteneğinin bir göstergesidir.)
	Karbonhidratlar [(Karbonhidratlar toprak organik maddesinde önemli bir yer teşkil etmektedir (yaklaşık olarak toprağın toplam organik C'un % 5-20'si). Toprakta karbonhidratlardan en fazla glikoz bulunur, ardından galaktoz, mannoz, arabinoz ve ksiloz gelir.)].
	Mantar (fungal) uzunluğu
Bitki besin maddesi depolama	**Toplam organik C ve N** (Toplam organik C ve N ile mineralize olan C ve N arasında genellikle korelasyon vardır.)
	Mikrobiyal biyokütle
	Mineralize olan C ve N (Bir topraktaki mineralize olabilen C ve N miktarı, büyüme mevsimi içinde besin dinamiklerini etkilediği için organik madde kalitesinin bir göstergesidir.)
	Organik maddenin çok küçük ve büyük parçaları (Çoğunlukla bitki artıklarından ancak, ayrışmanın ilerleyen aşamalarında hayvan ve mikroorganizma artıklarından oluşur.)
Biyolojik aktivite/faaliyet	**Mikrobiyal biyokütle**
	Enzimler (Toprak enzimleri, metabolizma sırasında bitkiler ve toprak organizmaları tarafından sentezlenen ve canlı organizmalarda (biyotik enzimler) veya mikrobiyal ve bitki dokularının ölü hücrelerinde (abiyotik enzimler) bulunan veya organik ve mineral kolloidlerle kompleks oluşturan proteinlerdir.)
	Mineralize olan C ve N

Toprağın, gıda ve kereste üretiminde (ağaçların büyüyüp gelişebilmeleri için gerekli olan bir ortam olmasından dolayı), biyolojik çeşitliliğin korunmasında, suyun süzülüp depolandığı bir rezervuar olarak ve de kirleticiler için tampon ve filtre olarak birçok hayati rolleri/görevleri vardır; bu nedenle toprağın korunması sürdürülebilirlik için çok önemlidir (Hornyb ve Bateman, 1997). Knoepp vd. (2000)'e göre ise toprak kalitesi ve sağlığına ilişkin göstergelerinin belirlenmesi ve izlenmesi toprağın fonksiyonun/fonksiyonlarının sürdürülmesini sağlamak için çok önemlidir. Bu süreç sadece mevcut arazi kullanımı için değil, aynı zamanda gelecekteki potansiyel kullanımlar için de fayda sağlayacaktır. Ancak toprak kalitesi ve sağlığı, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin birleşimiyle şekillendiğinden ya da meydana geldiğinden, çoklu kullanım alanları için uygun göstergeleri ve göstergelerin referans değerlerini belir-

lemedeki güçlükte kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Nitekim aynı araştırıcıların yaptıkları küçük çaplı örnek çalışma bile, toprağı kalite ve sağlık bakımından sıralamada/derecelendirmede toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik göstergelerini kullanmanın çok zor olduğunu göstermiştir.

Bununla birlikte, toprak kalitesi ve toprak sağlığını belirli ölçütlere göre birbirinden ayırmaya yarayan ve gösterge (indikatör) olarak kullanılan çok sayıda toprak özelliği vardır (Tablo 2) (Pankhurst vd. 1997). İşte ilgili tabloda (Tablo 2) ifade edilen toprak kalitesi ve sağlığı göstergeleri, saha verimliliğinin ve toprak fonksiyonunun korunmasına yardımcı olmaktadır (Knoepp vd., 2000).

Tablo 2. *Toprak kalitesi veya toprak sağlığını belirlemede gösterge olarak kullanılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özellikleri (Pankhurst vd. 1997'den değiştirilerek).*

Göstergeler	Toprak kalitesi	Toprak sağlığı	Göstergeler	Toprak kalitesi	Toprak sağlığı
Fiziksel Göstergeler			**Biyolojik Göstergeler**		
Mineral yapı	+	-	Mikrobiyal biyokütle	+	+
Tekstür	+	-	Toprak solunumu	+	+
Derinlik	+	-	Azot mineralizasyonu	+	+
Hacim ağırlığı	+	+	Enzim faaliyeti	+	+
Su tutma kapasitesi	+	+	Mikrofloranın varlığı	+	+
Gözeneklilik	+	+	Bitki biyoçeşitliliği	+	+
Kimyasal Göstergeler			**Kök hastalıkları**	**+**	**+**
pH	+	+	Toprak biyoçeşitliliği	-	+
Elektriksel iletkenlik	+	+	Besin zincirinin yapısı	-	+
Katyon değişim kapasitesi	+	+	Bitki büyümesi	+	+
Organik madde	+	+	Toprak faunasının varlığı	-	+
Makro besin elementleri	+	+			
Ağır metaller	+	+			

Not: - işareti toprak kalitesi ve sağlığını değerlendirmede kullanılmadığını, + işareti kullanıldığını göstermektedir.

Konunun girişinde ifade edildiği gibi pek çok gösterge, toprak kalitesinin ve sağlığının çok önemli bir bileşeni olan toprak organik maddesinin döngüsüyle ilgilidir (Gregorich vd., 1997). Toprak organik maddesi, toprak sağlığının ve kalitesinin önemli bir abiyotik göstergesidir. Toprak organik maddesi bitkiler, mikroorganizmalar ile hayvanların ve de sayısız abiyotik (ışık, rüzgâr ve nem vb.) faktörlerin toplu (kombine) biyolojik aktivitelerinin/faaliyetlerinin doğrudan bir ürünüdür. Toprak organik maddesi toprağın havalanması, bitki besin maddesi deposu olması, gözenekliliği ve dolaysıyla verimliliği gibi çok önemli fonksiyonlarından sorumludur (Elliott,1997). Bunlardan başka, toprak organik maddesinin, bitki besin

maddesi alınabilirliği, toprağın yapısı (strüktürü), toprak havası, toprak içinde suyun sızması (infiltrasyonu) veya suyun tutulması, erozyon ve kirletici maddelerin taşınması veya immobilizasyonu olaylarında çok önemli işlevleri vardır. Bu bağlamda, toprak kalitesinin birçok biyolojik göstergesi, toprak organik madde birikiminin ve mineralizasyonunun bileşenlerini (parçalarını) veya süreçlerini ölçer. Genellikle önerilen biyolojik göstergeler şunları içerir: azot mineralizasyonu (N_{min}), mikrobiyal biyokütle (C_{mic}, N_{mic}, ve P_{mic} vb.), mikrobiyal biyokütlenin toplam karbona oranı (C_{mic}/C_{org}), toprak solunumu, solunumun mikrobiyal biyokütleye oranı (qCO_2), fauna popülasyonları ve ölü örtü ayrışma oranlarıdır (Anderson, 1994; Duxbury and Nkambule, 1994; Linden et al., 1994; Rice and Garcia, 1994; Sparling, 1997; van Straalen, 1997). Bununla birlikte biyolojik parametreler arasında, toprak mikroorganizmaların ve mikroorganizmaların işlevlerinin (FDA; floresan diasetat, fosfataz, amidohidrolaz, azot mineralizasyonu, nitrifikasyon, gibi enzim aktiviteleri), ekosistem işleyişindeki önemli rolleri ile ekosistemde meydana gelen çevresel değişikliklere hızlı yanıt vermek gibi yetenekleri nedeniyle toprak kalitesi değerlendirmesinin ayrılmaz bir parçası olarak geniş çapta kabul gördükleri ifade edilmektedir. Ayrıca, toprak mikrobiyal biyokütlesi, toprak enzimleri ve bazal toprak solunumu en önemli biyolojik parametreler arasında yer alırken, toprak kalitesinin izlenmesinde de güçlü araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Sharma vd., 2010). Ancak, farklı muamelelere maruz kalan toprakların benzer mikrobiyal biyokütleye sahip olabileceği, bununla birlikte toprakların işlevlerinin önemli ölçüde farklı olabileceği bildirilmektedir. Dolayısıyla, biyolojik göstergeler farklı ekosistemlerdeki toprak kalitesinin farklı yönlerini gösterir (Elliott, 1997; Sharma vd., 2010). Sonuç olarak yukarıda ifade edilmeye çalışıldığı gibi toprak içerisinde toprak organik maddesinin çok yönlü fonksiyonları nedeniyle, toprakta meydana gelen (gerçekleşen) süreçleri değerlendirmede farklı minimum veri setleri gerekebilmektedir (Gregorich vd., 1994).

Knoepp vd. (2000) tarafından yukarıda ifade edilen biyolojik göstergeler dört grup haline indirgenerek bildirilmektedir. Bunlar;

1. Azot alınabilirliği (En yaygın toprak kalitesi ve sağlığı göstergesidir.),

2. Orman ölü örtüsünün özellikleri ve ölü örtü ayrışması (Vejetasyon ile mikro-makro fauna, mikrobiyal biyokütle ve bitki besin maddelerinin alınabilirliği arasındaki ilişkide kullanılır.).

3. Fauna popülasyonları (Eklembacaklılar ve omurgasızlar),

4. Karbon alınabilirliği (Karbonun (C) alınabilirliği/mevcudiyeti, besin döngüsü ve toprak biyolojik aktivitesinin kontrolünde önemlidir.) şeklindedir.

Aynı araştırıcılara göre, biyolojik göstergeler (indikatörler), toprağın ekosistemi oluşturan bitkiler, hayvanlar ve iklim ile nasıl bir etkileşime girdiğine dair bilgiler sunarlar. Bir ekosistem bağlamında, bitkiler, hayvanlar ve insanlardan oluşan tüm bileşenler toprakla farklı şekilde etkileşime girerek toprak kalitesi endekslerini değişken hale getirir. Bu etkileşimler, her bir ekosistemi benzersiz kılan biyolojik süreçlerin bir kombinasyonuyla sonuçlanır. Toprak bilimcileri, tarım arazileri ve orman plantasyonları gibi tek bir ana işleve sahip ekosistemler için hem kimyasal hem de biyolojik toprak kalitesi göstergelerini belirleyebilir ve ölçebilirler. Diğer taraftan, biyolojik çeşitliliği, estetiği, rekreasyonu, kereste üretimini ve su kalitesini sürdürmek gibi çoklu kullanımları veya hedefleri olan karmaşık ekosistemlerde bu endeksleri ölçmek veya belirlemek çok daha zordur (Knoepp vd., 2000).

Yukarıda ifade edilenlere rağmen, toprak sağlığı ve kalitesini izlemede kullanılacak temel göstergeler ile sonuçların yorumlanması ve değerlendirilmesinde (bir diğer adı ile hüküm verme) yer alacak ölçümlerin sayısı hala tartışma konusudur ve tartışılmaya da devam etmektedir. Bununla birlikte, ulusal ve uluslararası programlar halihazırda toprak sağlığının ve kalitesinin izlenmesine yönelik çalışmalarında çoğunlukla biyokütle ve solunum ölçümlerini kullanmakta, ancak aynı zamanda azot mineralizasyonu, mikrobiyal çeşitlilik ve toprak faunasının çeşitli gruplarını da ölçümlerine dahil etmektedirler. Her şeye rağmen, ekosistemlerde toprak göstergeleri olarak bir dizi abiyotik ve biyotik özelliği ve süreci dikkate almak gerekmektedir (Schloter, 2003).

Buraya kadar ifade edilenlerin ışığı altında, toprak kalitesi ve sağlığını değerlendirmeye yönelik olan çalışmalarda bütünsel bir yaklaşımın tercih edilmesi gerekmektedir. Kaliteli ve sağlıklı bir toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerden oluştuğu ve bu özelliklerin arasında eşsiz bir dengenin olduğu gözden uzak tutulmamalıdır. Örneğin bir toprağın bitki büyümesini sürdürmeye uygunluğu sadece biyolojik aktivitenin değil, aynı zamanda toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin de bir fonksiyonudur.

KAYNAKLAR

Anderson, T. H. (2003). Microbial eco-physiological indicators to asses soil quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 98*, 285–293. doi:10.1016/S0167-8809(03)00088-4.

Anderson, T. H. (1994). Physiological analysis of microbial communities in soil: applications and limitations. In: *Beyond the Biomass,* Ritz, K., Dighton, J., Giller, K. E. (Eds.), , Wiley Sayce, Chichester, UK. pp. 67–76.

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

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

Dang, M. V. (2007). Qualitative and quantitative soil quality assessments of tea enterprises in Northern Vietnam. *African Journal of Agricultural Research, 2*, 455–462

Doran, J. W., Safley, M. (1997). Defining and assessing soil health and sustainable productivity. In: *Biological Indicators of Soil Health*, Pankhurst C. E., Doube, B. M., Gupta, V. V. S. R. (Eds). CAB International, pp. 1–28

Doran, J. W., Parkin, T. B. (1994). Defining and assessing soil quality. In: *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment,* Doran, J. W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F., Stewart, B. A. (Eds.), Soil Science Society of America, Inc., Madison, WI, pp. 3–22.

Duxbury, J. M., Nkambule, S. V. (1994). Assessment and significance of biologically active soil organic nitrogen. In: *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment,* Doran, J. W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F., Stewart, B. A. (Eds.), Soil Science Society of America, Inc., Madison, WI. pp. 125–148.

Eler, Ü. (1991). *İngilizce-Türkçe Ormancılık Sözcük ve Deyimleri*, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 48, SDÜ Basımevi, Isparta, 600 sayfa.

Elliott, E. T. (1997). Rationale for developing bioindicators of soil health. In: *Biological Indicators of Soil Health*, Pankhurst C. E., Doube, B. M., Gupta, V. V. S. R. (Eds). CAB International, New York, pp. 49–78.

Erdik, E., Sarıkaya, Y. (2004). Temel Üniversite Kimyası, Gazi Kitapevi Tic. Ltd. Şti. Baskı: Fersa Matbaacılık Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.,16. Baskı, ISBN: 975-7313-01-7, Ankara, 1185 sayfa.

Gregorich, E. G., Carter, M. R, Angers, D. A., Monreal, C. M., Ellert, B. H. (1994). Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science, 74*, 367–385.

Gupta, V. V. S. R., Yeates, G. W. (1997). Soil microfauna as indicators of soil health. In: *Biological Indicators of Soil Health*, Pankhurst C. E., Doube, B. M., Gupta, V. V. S. R. (Eds), CAB International, New York, pp 201–233.

Halvorson, J. J, Smith, J. L., Papendick, R. I. (1997). Issues of scale for evaluating soil quality. *Journal of Soil and Water Conservation, 52*, 26–30.

Harris, R. F., Bezdicek, D. F. (1994). Descriptive aspects of soil quality/health. In: *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment,* Doran, J. W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F., Stewart, B. A. (Eds.), Soil Science Society of America Special Publication 35, adison, WI, pp. 23–35.

Hazer, B. (1991). *Genel Kimya*, Akademi Ltd. Şti Yayınları No: 5, 4. Baskı, Trabzon: K.T.Ü. Basımevi, 569 sayfa.

He, Z. L., Yang, X. E., Baligar, V. C., Calvert, D. V. (2003). Microbiological and biochemical indexing systems for assessing quality of acid soils. *Advences in Agronomy, 78*, 89–138.

Herrick, J. E. (2000). Soil quality: an indicator of sustainable management? *Appllied Soil Ecology, 15*, 75–83.

Hornby, D., Bateman, G. L. (1997). Potential use of plant root pathogens as bioindicators of soil health, In: *Biological Indicators of Soil Health*, Pankhurst C. E., Doube, B. M., Gupta, V. V. S. R. (Eds), CAB International, Wallingford, UK (1997), pp. 179–200.

Irmak, A. (1972). *Toprak İlmi*. İkinci baskı, İÜ Yayın No: 1268, Orman Fakültesi Yayın No: 121, Taş Matbaası, İstanbul, 299 sayfa.

Johnson, D. L., Ambrose, S. H., Bassett, T. J., Bowen, M. L., Crummey, D. E., Isaacson, J. S., Johnson, D. N., Lamb, P., Saul, M., Winter-Nelson, A. E. (1997). Meanings of environmental terms. *Journal of Environmental Quality, 26*, 581–589.

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

Karlen, D. L., Mausbach, M. J., Doran, J. W., Cline, R. G., Harris, R. F., Schuman, G. E. (1997). Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal, 61*, 4–10.

Knoepp, J. D., Coleman, D. C., Crossley, D. A., Clark, J. S. (2000). Biological indices of soil quality: An ecosystem case study of their use. *Forest Ecology and Management, 138*, 357–368.

Larson, W. E., Pierce, F. J. (1994). The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment,* Doran, J. W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F., Stewart, B. A. (Eds.), Soil Science Society of America, Inc., Madison, WI, pp. 37–52.

Linden, D. R., Hendrix, P. P., Coleman, D. C., van Vliet, P. C. J. (1994). Faunal indicators of soil quality. In: *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment,* Doran, J. W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F., Stewart, B. A. (Eds.), Soil Science Society of America, Inc., Madison, WI, pp. 91–106.

Muscolo, A., Panuccio, M. R., Mallamaci, C., Sidari, M. (2014). Biological indicators to assess short-term soil quality changes in forest ecosystems. *Ecological Indicators, 45*, 416–423.

Nielsen, M. N., Winding, A. (2002). *Microorganisms as Indicators of soil Health*. Technical Report 388 National Environmental Research Institute, Denmark, 1–85 p.

Pankhurst, C. E., Doube, B. M., Gupta, V. V. S. R. (1997). Biological indicators of soil health: Synthesis. In: *Biological Indicators of Soil Health*, Pankhurst C. E., Doube, B. M., Gupta, V. V. S. R. (Eds), CAB International, pp. 419–435.

Parr, J. F., Papendick, R. I., Hornick, S. B., Meyer, R. E. (1992). Soil quality: Attributes and relationship to alternative and sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture, 7*, 5–11.

Pidwirny, M. (2006). "Introduction to Soils". Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition. http://www.physicalgeography.net/fundamentals/10t.html (14.12.2010).

Rice, C. W., Garcia, P. O. (1994). Biologically active pools of carbon and nitrogen in tallgrass prairie soil. In: *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment,* Doran, J. W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F., Stewart, B. A. (Eds.), Soil Science Society of America, Inc., Madison, WI, pp. 201–208.

Saviozzi, A., Levi-Minzi, R., Cardelli, R., Riffaldi, R. (2001). A comparison of soil quality in adjacent cultivated, forest and native grassland soils. *Plant and Soil, 233*, 251–259.

Schjonning, P., Elmholt, S., Christensen, B. T. (2004). Soil quality management–concepts and terms. In: *Managing soil quality challenges in modern agriculture*, Schjonning, P., Elmholt, S., Christensen, B. T. (Eds.), CABI Publishing. UK, pp. 1–16.

Schloter, M., Dilly, O., Munch, J. C. (2003). Indicators for evaluating soil quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 98*, 255–262.

Sharma, S. K., Ramesh, A., Sharma, M. P., Joshi, O. P., Govaerts, B., Steenwerth, K. L., Karlen, D. L. (2010). Microbial community structure and diversity as indicators for evaluating soil quality. In: *Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture*, Lichtfouse, E. (Ed.), Vol 5. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp 317–358.

Singh, M. J., Khera, K. L. (2009). Physical Indicators of Soil Quality in Relation to Soil Erodibility Under Different Land Uses. *Arid Land Research and Management, 23(2)*, 1,52-167, DOI: 10.1080/15324980902817147

Sparling, G. P. (1997). Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators. In: *Biological Indicators of Soil Health*, Pankhurst C. E., Doube, B. M., Gupta, V. V. S. R. (Eds), CAB International, New York. pp. 97–120.

Stotzky, G. (1997). Soil as an environment for microbial life. In: *Modern Soil Microbiology*. van Elsas, J. D., Trevors, J. T., and Wellington, E. M. H. (eds.). Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 1–20.

van Straalen, N. M. (1997). Community structure of soil arthropods as a bioindicator of soil health. In: *Biological Indicators of Soil Health*, Pankhurst C. E., Doube, B. M., Gupta, V. V. S. R. (Eds), CAB International, New York, pp. 235–264.

Faydalanılan İnternet Sitesi

Url 1: https://sozluk.gov.tr/, erişim tarihi 15.06.2021 (Türk Dil Kurumu, 2021).

Güney AKINOĞLU[1]
Ahmet KORKMAZ[2]

1 Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye, guney_akinoglu@ymail.com
ORCİD ID Dr. Güney AKINOĞLU: 0000-0003-4624-2876
2 ORCİD ID Prof. Dr. Ahmet KORKMAZ: 0000-0001-5595-0618
• Bu çalışma Güney Akınoğlu'nun doktora tezinden üretilmiştir.
• Doktora tezi: Bazı çeltik (Oryza sativa L.) çeşitlerinin çinko ve demir noksanlığı ile demir toksisitesine toleranslarının belirlenmesi
• Danışman: Prof. Dr. Ahmet Korkmaz
• Enstitü: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
• Doktora Tez Savunma Tarihi: Temmuz, 2020

1. Giriş

Çinkonun (Zn) hücresel süreçlerde oynadığı rollerin çeşitliliği, metal iyonlarının çeşitli biyolojik faydalarına iyi bir örnektir. Zn; protein, nükleik asit, karbonhidrat ve lipit metabolizmasında rol oynar. Ek olarak Zn, gen transkripsiyonunun kontrolü ve DNA bağlayıcı Zn-finger motifleri (Rhodes ve Klug, 1993), RING parmakları ve LIM domainleri (Vallee ve Falchuk, 1993) içeren proteinler tarafından düzenlenen diğer biyolojik işlemlerin koordinasyonu için de kritiktir. DNA ve RNA sentezi ile ilişkili birkaç molekül de, RNA polimerazlar, ters transkriptazlar ve transkripsiyon faktörleri gibi Zn metalo-enzimleridir. Zn, redoksça-aktif olmayan bir iyondur ve bu nedenle, hüre içi görevler için redoks-aktif metal iyonlarının kullanılması radikal reaksiyonlara ve nükleik asit hasarına yol açabileceğinden dolayı; çinko elementi, DNA metabolizmasında rol alan transkripsiyon faktörlerini ve diğer enzimleri hedefler (Wu ve Wu, 1989; Wu ve ark., 1992).

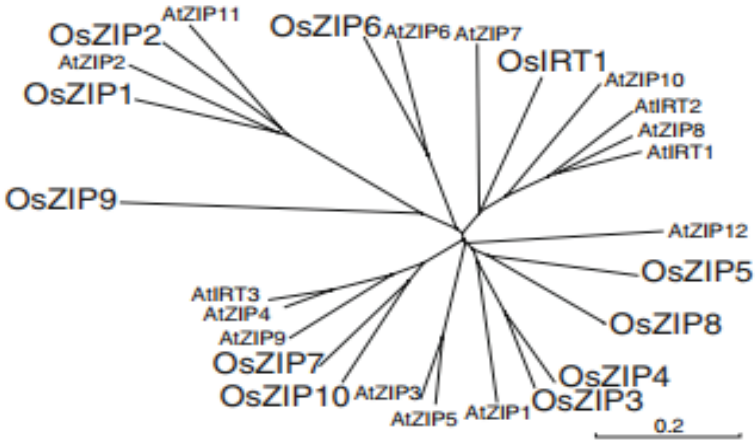
Yüksek yapılı bitkiler, rizosferden çinkoyu taşıyıcılar vasıtası ile alırlar. Aslında bu olayın yönleri yeni yeni açıklığa kavuşturuluyor. *Arabidopsis thaliana*'daki genomda, potansiyel olarak metal iyonu homeostazında rol alan çok sayıda katyon taşıyıcısı tespit edilmiştir (Maser ve ark., 2001).

Demiri regüle eden taşıyıcı protein (ZIP) gen ailesi içerisinde Zn regüle eden taşıyıcıların birkaç üyesinin, bitkilerde metal alımında ve taşınmasında rol aldığı belirtilmiştir (Guerinot 2000; Connolly ve ark., 2002).

ZIP proteinlerinin, plazma membranının dış yüzeyinde yer alan amino ve karboksil terminal sonlarda sekiz transmembran alana sahip oldukları tahmin edilmektedir (Guerinot, 2000). Bu proteinler, aralarındaki değişken bölgeye bağlı olarak genel uzunluk bakımından önemli ölçüde değişmektedir. Sitoplazmik tarafta olduğu tahmin edilen transmembran alanları (TM) TM-3 ve TM-4, histidin kalıntıları bakımından zengin bir potansiyel metal bağlama bölgesi sağlar. Bu proteinlerin en korunmuş bölgesi, taşımada yer alan bir intramembranöz metal bağlama bölgesinin bir parçasını oluşturabilen tamamen korunmuş bir histidin içeren bir amfipatik sarmal oluşturmak için tahmin edilen değişken bir bölgede bulunur (Guerinot, 2000). Muhafazalı histidinler veya belirli bitişik kalıntılar mutasyonla değiştirildiği zaman taşıma fonksiyonu devre dışı bırakılır (Rogers ve ark., 2000). Arabidopsis'ten elde edilen ZIP1, ZIP3 ve ZIP4, mayada (*Saccharomyces cerevisiae*) çinko alımını restore eder. Zn alım mutantları olan Δzrt1Δzrt2'in Zn taşınımında çok önemli bir rol oynadığı rapor edilmiştir. (Grotz ve ark., 1998; Guerinot, 2000).

Çeltik (*Oryza sativa*) bitkilerinde OsIRT1, OsIRT2, OsZIP1, OsZIP3, OsZIP4 ve OsZIP5 gibi bazı ZIP taşıyıcı genleri rapor edilmiştir (Şekil 1). OszIP1, OsZIP3, OsZIP4 ve OsZIP5'in Zn eksikliği ile çeltikte tetiklenen

Zn taşıyıcıları olduğu tespit edilmiştir (Lee ve ark., 2010). OsZIP1, OsZIP3 ve OsZIP4 sürgünlerdeki vasküler demetlerde ile köklerdeki vasküler demetlerde ve epidermal hücrelerde eksprese edilir (Ishimaru ve ark., 2006).



Şekil 1. *Çeltik bitkileri ve Arabidopsis thaliana'daki ZIP taşıyıcı proteinleri arasındaki ilişkiyi vurgulayan filogenik dallanma (Ishimaru ve ark., 2006)*

Çeltik bitkisinde topraktan köklere, köklerden de sürgünlere çinko taşınımı genetik ve fizyolojik faktörlerin etkisi altında olduğu belirtilmiştir (Ishimaru ve ark., 2011). Çeltik genotiplerinin çinko kullanım etkinlikleri oldukça farklılık gösterir. Çeltik genotipleri arasındaki bu farklılık danenin çinko kapsamı yönünden de söz konusudur (Nagarathna ve ark., 2010).

Çeltik bitkilerinde su altında kalma sonucu çinko noksanlığının arttığına dair bulgular mevcuttur. Bu durum muhtemelen suda bulunan bikarbonattan (HCO_3^-) kaynaklanmaktadır. Çeltik bitkisi tarafından çinko alımı pH düzeyi ne olursa olsun anaerobik koşullarda daima düşük düzeyde gerçekleşmektedir. Söz konusu koşullarda çinko elverişliliğindeki azalmanın çinko-kükürt çökelmesi ya da muhtemelen organik çinko kompleksleri oluşumundan ileri geldiği ileri sürülmüştür (Ponnnamperuma, 1972).

Su altında kalan topraklara selüloz ilavesi çinko noksanlığını daha da şiddetlendirmektedir. Organik madde ilavesi topraktaki redüksiyon koşullarını arttırmakta ve fazla miktarda Fe^{+2} oluşmakta, bu ise çinko alımını engellemektedir. Ayrıca, organik maddenin parçalanması sonucu çeltik tavalarındaki suda HCO_3^- konsantrasyonu artış göstermekte ve böylece çeltik bitkilerinde çinkonun köklerden uç kısımlara taşınması olumsuz yönde etkilenmektedir. Çinko noksanlığı genellikle çeltik topraklarında ortaya

çıkmakta, yüksek pH, elverişli çinko düzeyinin düşük oluşu ve yüksek organik madde kapsamına bağlı olarak yaygınlaşmaktadır. Kolay ayrışabilir organik maddenin çeltik bitkisinde çinko noksanlığını şiddetlendirdiği saptanmıştır. Organik maddenin parçalanması sonucu açığa çıkan yüksek HCO_3^- konsantrasyonu çeltik bitkisinin kök civarında çinkoyu immobilize etmekte ve sürgünlere taşınmasını engellemektedir. Organik maddenin anaerobik parçalanması sonucu üretilen organik asitler ve mikrobiyal metabolizma ürünleri de söz konusu çinko noksanlık problemlerine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca kil ve organik madde kapsamı yüksek toprakların, organik maddece fakir kumlu topraklara göre daha yüksek bir adsorpsiyon kapasitesi ve çinko bağlama enerjisine sahip olduğunu bildirilmiştir (Brohi ve ark., 1994).

Suya boğulu topraklarda çeltik bitkisinin çinko alımının oldukça yetersiz olduğu çok sayıda araştırıcı tarafından vurgulanmış, bu nedenle çeltiğe mutlaka çinko sülfat gübrelemesi yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Çeltikte çinko eksikliği nedeniyle bitki verimlerinde görülen azalmaların çeşitlere göre farklılık gösterdiği bildirilmiştir. (Forno ve ark., 1975).

Topraktaki çinkonun alınabilirliğini etkileyen en önemli etmenler; toprak tekstürü, toprak pH'sı, fosforun varlığı ve miktarı ve iklim koşullarıdır. Tekstür; kumlu, kumlu tınlı ve organik topraklar siltli ve killi topraklara göre daha çok çinko eksikliği gösterirler. Toprağın kompozisyonu çinko alınabilirliğini etkilenmektedir. pH; çinko alınabilirliğini en çok toprak asitliği etkilemektedir. pH'nın değişimi ile tüm elementlerde olduğu gibi çinkonun da çözünürlüğü etkilenmektedir. Fosfor; yüksek miktarlardaki fosfor, çinkonun alınımını olumsuz etkiler ve eksiklik yaratır. Fosfor gübrelemesi yapılırken çinko göz ardı edilmemeli, çiftlik gübresi ile birlikte kompoze halde toprağa uygulanmasında çinkonun alımını olumlu etkilediği görülmüştür. İklim; çinko eksikliği semptomları serin ve nemli geçen sezonlarda daha yaygın görülmektedir. Bu şartlar altında bitki topraktan daha az çinko absorbe etmektedir (Gül, 2006).

Bu çalışmanın amacı, inaktif kum ortamında yetiştirilen bazı çeltik çeşitlerinin çinkolu gübreden yararlanma oranlarını ve kökten üst kısma çinko taşınımını incelemektir.

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'lık (v/v) sodyum hipoklorit çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilerek, tohumların sterilizasyonu sağlanmıştır. Daha sonra çeltik tohumları deiyonize su ile yıkanıp nemli bez torbalarda çimlendirildi. Çimlenen tohumlar içerisinde perlit bulunan 40x25x5 cm boyutundaki

beyaz plastik küvetlere aktarılarak 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 2 µM Zn dozlarında çinko sülfat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) içeren aşağıdaki bitki besin çözeltisi verilmiştir:

500 µM NH_4NO_3; 60 µM $NH_4H_2PO_4$; 230 µM K_2SO_4; 210 µM $CaCl_2$; 160 µM $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; 2.5 µM $MnCl_2$; 0.75 µM $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$; 3.2 µM H_3BO_3; 0.1 µM $CuSO_4$, 45 µM Fe-EDDHA

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 5×2×2 (çeşit × kireç dozu × çinko dozu) faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü yürütülmüştür. Deneme süresi 50 gündür. Deneme süresi sonunda her bir saksıya eşit miktarda kullanılan, 0 ve 2 µM çinko içeren ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) besin çözeltisi miktarı her çeltik çeşidi için 1950 mL'dir. Bu hacim üzerinden her çeltik çeşidine ya da her saksıya verilen toplam çinko miktarı hesap edilmiştir.

Deneme süresi bitiminde çeltik bitkisinin kök ve toprak üstü aksamı hasat edilip, taze kök ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır. Çeltik çeşitleri kök ve toprak üstü aksamı şeklinde ayrılarak, etüvde 65 ºC'de kurutulmuştur. Kurutulan kök ve toprak üstü aksamının kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Ardından bitki kök ve toprak üstü aksamı, paslanmaz çelikten yapılmış bıçaklara sahip bir öğütücüde öğütülerek analize hazır duruma getirilmiştir.

Kök ve sapta toplam çinko, atomik absorpsiyon spektrofotometre (AAS) cihazı ile Kacar ve İnal (2008)'a göre belirlenmiştir.

Çeltik çeşitlerinin sapta veya kökte çinko alımı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Sapta veya kökte Zn alımı (µg Zn / saksı) = Sapta veya kökte Zn kapsamı (ppm) x Sap veya kök kuru madde ağırlığı (g)

Çeltik çeşitlerinin çinko sülfattan yararlanma oranı (%) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesap edilmiştir.

Çinko sülfattan yararlanma oranı, % = [(C-D) / E] × 100

Burada;

C = 2 µM Zn uygulanan çeşidin sap çinko alımı, µg/saksı

D = Kontrolde (Zn0) çeşidin çinko alımı, µg/saksı

E = Çeşide verilen toplam çinko miktarı, µg/saksı

Çeltik çeşitlerinin sapına taşınan çinko oranı (%) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesap edilmiştir.

Bitki sapına taşınan çinko oranı (%) = (X / Y) × 100

Burada;

X = Bitki sapında çinko alımı, µg Zn / saksı

Y = Bitki sap + kök çinko alımı, µg Zn / saksı

Çeltik çeşitlerinin kökünde kalan çinko oranı (%) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesap edilmiştir.

Bitki kökünde kalan çinko oranı (%) = (A / B) × 100

Burada;

A = Bitki kökünde çinko alımı, µg Zn / saksı

B = Bitki sap + kök çinko alımı, µg Zn /saksı

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

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Çeltiğin çinko sülfat gübresinden yararlanma oranına çeşit ve kirecin etkileri

Çeltiğin çinko sülfat gübresinden yararlanma oranına çeşit ve kirecin etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. *Çeltik çeşitlerinin çinko sülfat gübresinden yararlanma oranına kireç uygulamasının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları*

Varyasyon kaynakları							
Çeşit		Kireç dozu		Çeşit× Kireç dozu interaksiyonu		Hata	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
4	26.77	1	3.54	4	102.31*	20	35.63

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

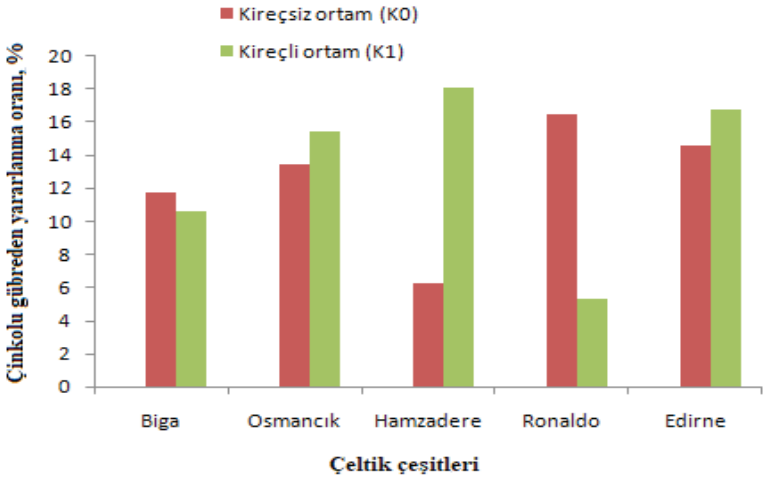
Çeltiğin çinko sülfat gübresinden yararlanma oranına çeşit ve kirecin etkilerine ilişkin değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. *Çeltik çeşitlerinin çinko sülfat gübresinden yararlanma oranına kireç uygulamasının etkisi*

Çeltik çeşidi	Çinkodan yararlanma oranı (%)		
	Kireçsiz ortam	Kireçli ortam	Ortalama
Biga incisi	11.77ab	10.60ab	11.15
Osmancık-97	13.50ab	15.43ab	14.45
Hamzadere	6.30b	18.07a	12.15
Ronaldo	16.53ab	5.27b	10.85
Edirne	14.63ab	16.80ab	15.7
Ortalama	12.52	13.2	

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Çizelge 1 ve 2'nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, çinkodan yararlanma oranına çeşit × kireç interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuş, kirecin çinko sülfattan yararlanma oranına etkisi çeltik çeşitlerine bağlı bulunmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. *Çeltik çeşitlerinin çinko sülfat gübresinden yararlanma oranına kireç uygulamasının etkisi*

Şekil 2'nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere kireçsiz ortamda çinko sülfattan yararlanma oranı en yüksek çeşit Ronaldo (%16,53); en düşük çeşit ise Hamzadere (%6,30) bulunmuştur. Diğer yandan, kireçli ortamda ise çinko sülfattan yararlanma oranı en yüksek çeşit Hamzadere (%18,07); en düşük çeşit Ronaldo (%5,27) bulunmuştur. Zira Hamzadere çeltik çeşidinde çinkolu gübreden yararlanma oranı, ortama kireç ilave edilmesi ile önemli derecede artış göstermiştir. Buna karşın, Ronaldo çeltik çeşidinde

çinkolu gübreden yararlanma oranı, ortama kireç ilavesi ile azalmış; fakat bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte, Biga incisi, Osmancık-97 ve Edirne çeltik çeşitlerinde kireç uygulamasının çinkodan yararlanma oranına etkisi önemsiz bulunmuştur.

3.2. Çeltikte sap kısmına taşınan çinko oranı üzerine çeşidin, kireç ve çinko dozlarının etkisi

Bitki sapına taşınan çinko oranına çeşidin, kireç dozunun, çinko dozunun, ikili ve üçlü interaksiyonların etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. *Çeltik bitkisinde sapa taşınan çinko oranına çeşidin, kireç dozunun, çinko dozunun, ikili ve üçlü interaksiyonların etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları*

Varyasyon Kaynakları							
Çinko sülfat dozu		Çeşit		Kireç dozu		Çeşit×kireç dozu	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
1	26.00	4	98.99**	1	15.48	4	15.87

Varyasyon Kaynakları							
Çeşit×çinko sülfat dozu		Kireç dozu×çinko sülfat dozu		Çeşit×kireç dozu×çinko sülfat dozu		Hata	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
4	28.57	1	388.83**	4	21.44	40	17.45

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

Çizelge 3'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere çeşidin, kireç dozu×Zn dozu interaksiyonunun bitki sapına taşınan çinko oranına etkisi p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuş; fakat Zn dozunun, kireç dozunun, çeşit×kireç dozu, çeşit ×Zn dozu ve çeşit×kireç dozu×Zn dozu interaksiyonlarının etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çeltik çeşitlerinde kireçsiz ve kireç ilaveli kum ortamına çinko sülfat içeren tam besin çözeltisi uygulamasının bitki sapına taşınan çinko oranına etkisine ilişkin değerler Çizelge 4'te verilmiştir.

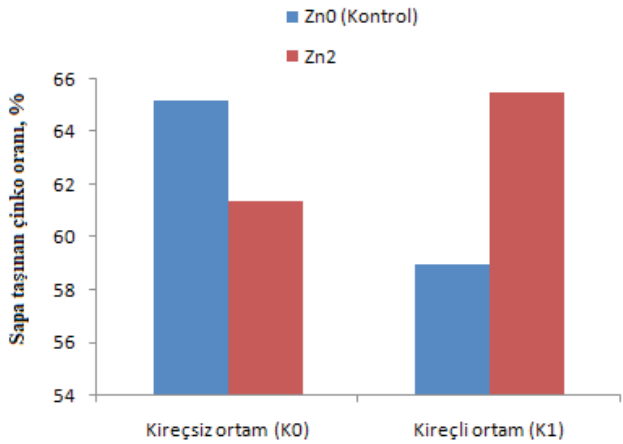
Çizelge 4. *Çeltik bitkisinde sapa taşınan çinko oranına çeşidin, kireç dozunun, çinko dozunun etkisi*

Çeltik Çeşidi	Bitki sapına taşınan çinko oranı (%)				Ortalama
	Kireçsiz ortam (K0)		Kireçli ortam (K1)		
	Zn 0 (Kontrol)	2.0 µM Zn	Zn 0 (Kontrol)	2.0 µM Zn	
Biga incisi	67.4	60.4	64.9	65.7	64.62A
Osmancık-97	64.4	56.4	57.0	65.1	60.77BC
Hamzadere	62.0	65.0	60.0	66.4	63.41AB
Ronaldo	61.2	60.8	53.2	61.2	59.12C
Edirne	70.9	64.5	60.3	69.0	66.22A
Ortalama	K0: 63.3		K1: 62.28		
	Zn0: 62.1		Zn2: 63.4		

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Genel ortalamalar dikkate alındığında, çeşitler arasında bitki sapına taşınan çinko oranı en yüksek çeltik çeşidinin Edirne (%66,22) çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük çeltik çeşidinin ise Ronaldo (%59,12) çeltik çeşidi olduğu görülmektedir. Ek olarak, Edirne ve Biga incisi çeltik çeşitlerinde sapa taşınan çinko oranı ile Ronaldo çeşidinde sapa taşınan çinko oranı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4).

Kontrol (Zn0) ve çinko sülfat formunda 2.0 µM Zn konsantrasyonlarında çinko içeren besin çözeltisi uygulaması durumunda, bitki sapına taşınan çinko oranı üzerine kirecin etkisi önemli bulunmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. *Kontrol (Zn0) ve 2 µM Zn (Zn2) konsantrasyonlarında çinko içeren besin çözeltisi verilerek yetiştirilen çeltikte bitki sapına taşınan çinko oranı üzerine kirecin etkisi*

Şekil 3'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere, kontrolde (Zn0) çeltik sapına taşınan çinko oranı kirecin etkisiyle önemli derecede azalma göstermiştir. Buna karşın, 2 µM çinko uygulaması durumunda çeltik sapına taşınan çinko oranı kirecin etkisiyle önemli derecede artış göstermiştir.

3.3. Çeltikte kökte kalan çinko oranı üzerine çeşidin, kireç ve çinko dozlarının etkisi

Çeltik bitkisinde kontrol (Zn0) ve 2 µM Zn içeren tam besin çözeltisi uygulaması durumunda, bitki kökünde kalan çinko oranına çeşit farkının, kirecin ve çinko dozlarının etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5. *Çeltik bitkisinde kökte kalan çinko oranına çeşidin, kireç dozunun, çinko dozunun, ikili ve üçlü interaksiyonların etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları*

Varyasyon Kaynakları							
Çinko sülfat dozu		Çeşit		Kireç dozu		Çeşit×kireç dozu	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
1	26.00	4	98.99**	1	15.48	4	15.87

Varyasyon Kaynakları							
Çeşit×çinko sülfat dozu		Kireç dozu×çinko sülfat dozu		Çeşit×kireç dozu×çinko sülfat dozu		Hata	
SD	KO	SD	KO	SD	KO	SD	KO
4	28.57	1	388.83**	4	21.44	40	17.45

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

Çizelge 5'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere çeşidin, kireç dozu×Zn dozu interaksiyonunun bitki kökünde kalan çinko oranına etkisi p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuş; fakat Zn dozunun, kireç dozunun, çeşit×kireç dozu, çeşit ×Zn dozu ve çeşit×kireç dozu×Zn dozu interaksiyonlarının etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çeltik çeşitlerinde kireçsiz ve kireç ilaveli kum ortamına çinko sülfat içeren tam besin çözeltisi uygulamasının bitki kökünde kalan çinko oranına etkisine ilişkin değerler Çizelge 6'da gösterilmiştir.

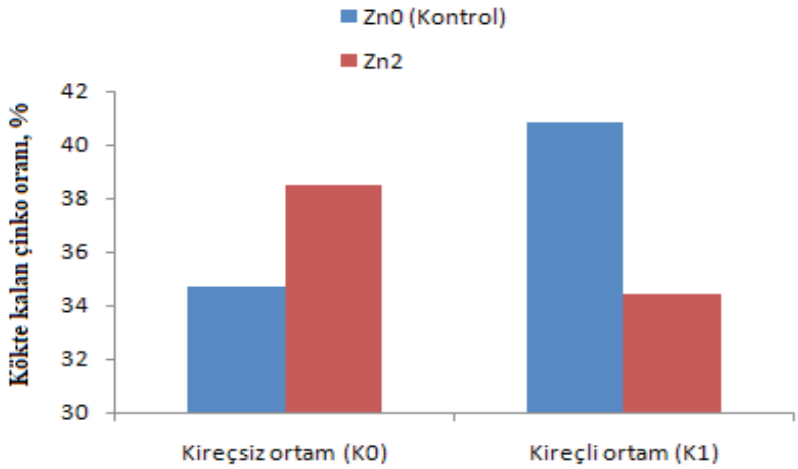
Çizelge 6. *Çeltik bitkisinde kökte kalan çinko oranına çeşidin, kireç dozunun, çinko dozunun etkisi*

	Bitki kökünde kalan çinko oranı (%)				
	Kireçsiz ortam (K0)		Kireçli ortam (K1)		
Çeltik Çeşidi	Zn0 (Kontrol)	2.0 µM Zn	Zn0 (Kontrol)	2.0 µM Zn	Ortalama
Biga incisi	32.5	39.6	35.0	34.2	35.38C
Osmancık-97	35.5	43.5	43.0	34.8	39.23AB
Hamzadere	37.9	34.9	39.9	33.5	36.59BC
Ronaldo	38.7	39.1	46.7	38.8	40.88A
Edirne	29.0	35.4	39.6	30.9	33.78C
Ortalama	K0: 36.6		K1: 37.6		
	Zn0: 37.8		Zn2: 36.4		

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında % 5 düzeyinde fark yoktur

Genel ortalamalar dikkate alındığında, çeşitler arasında bitki kökünde kalan çinko oranı en yüksek çeltik çeşidinin Ronaldo çeşidi (%40.88) olduğu; buna karşın, en düşük çeltik çeşidinin ise Edirne çeltik çeşidi (%33.78) olduğu görülmektedir. Ek olarak, Edirne ve Biga incisi çeltik çeşitlerinde bitki kökünde kalan çinko oranı ile Ronaldo çeşidinde bitki kökünde kalan çinko oranı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 6).

Çinko sülfat içeren (2.0 µM Zn) besin çözeltisi uygulamasının bitki kökünde kalan çinko oranına etkisi ortamın kireç miktarına bağlı bulunmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. *Kontrol (Zn0) ve 2 µM Zn (Zn2) konsantrasyonlarında çinko içeren besin çözeltisi verilerek yetiştirilen çeltikte kökte kalan çinko oranı üzerine kirecin etkisi*

Şekil 4'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere, kontrolde (Zn0) çeltik kökünde kalan çinko oranı kirecin etkisiyle önemli derecede artış göstermiştir. Buna karşın, 2 µM çinko uygulaması durumunda çeltik kökünde kalan çinko oranı kirecin etkisiyle önemli derecede azalma göstermiştir.

Çinko noksanlığına toleranslı çeltik çeşitleri daha düşük Zn gereksinimine sahiptir veya dayanıklı çeşitlerin köklerinden sürgünlere nispeten daha fazla Zn transloke olabilir. (Cayton ve ark., 1985). Yapılan bir çalışmada, Zn eksikliğine toleranslı genotiplerde daha yüksek organik asit atılım oranları tespit edilmiştir (Hoffland ve ark., 2006). Zn eksikliğine toleransı kontrol eden mekanizmalar üzerinde birçok belirsizlik var gibi görünmektedir. Büyük olasılıkla, herhangi bir ürün türünde tek bir mekanizma mevcut değildir. Buğday, çavdar, arpa, tritikale ve yulaf da dahil olmak üzere tahıllarda çinkonun sürgünlere alım ve translokasyon kapasitesinin artışı ve yaprak dokularında daha fazla miktarlarda fizyolojik olarak aktif Zn ile ilişkiliydi (Çakmak ve ark., 1998).

4. Sonuçlar

Genel ortalamalar dikkate alındığında, çeşitler arasında bitki sapına taşınan çinko oranı en yüksek çeltik çeşitlerinin Edirne çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük çeltik çeşidinin ise Ronaldo çeltik çeşidi olduğu görülmektedir.

Kireçsiz kum ortamında yetiştirilen çeşitler arasında çinkolu gübreden yararlanma oranı en yüksek çeşidin Ronaldo çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük çeşidin ise Hamzadere çeltik çeşidi olduğu görülmektedir. Kireç ilaveli kum ortamında ise çinkolu gübreden yararlanma oranı en yüksek çeşidin Hamzadere çeşidi olduğu; buna karşın, en düşük çeşidin ise Ronaldo çeltik çeşidi olduğu görülmektedir.

Hamzadere çeltik çeşidinde çinkolu gübreden yararlanma oranı, ortama kireç ilave edilmesi ile önemli derecede artış göstermiştir. Buna karşın, Ronaldo çeltik çeşidinde çinkolu gübreden yararlanma oranı, ortama kireç ilavesi ile azalmış; fakat bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Kontrolde (Zn0) çeltik sapına taşınan çinko oranı kirecin etkisiyle önemli derecede azalma göstermiştir. Buna karşın, 2 µM çinko uygulaması durumunda çeltik sapına taşınan çinko oranı kirecin etkisiyle önemli derecede artış göstermiştir.

Kontrolde (Zn0) çeltik kökünde kalan çinko oranı kirecin etkisiyle önemli derecede artış göstermiştir. Buna karşın, 2 µM çinko uygulaması durumunda çeltik kökünde kalan çinko oranı kirecin etkisiyle önemli derecede azalma göstermiştir.

Bu çalışmada çinkodan yararlanma oranı ve taşınımındaki farklılıklar; çeşitlerin genetik farklılıklarından ve yetiştirme ortamındaki kireç ve çinko dozundan ileri gelmiştir.

KAYNAKLAR

Brohi, A.R., Aydeniz, A., Karaman, M. R., & Erşahin, S. (1994). Bitki Besleme. Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayın No:4, 105-106, Tokat.

Cayton, M.T.C., Reyes, E.D., & Neue, H.U. (1985). Effect of zinc fertilization on the mineral nutrition of rices differing in tolerance to zinc deficiency. *Plant and Soil*, 87: 319-327.

Connolly, E.L., Fett, J.P., & Guerinot, M.L. (2002). Expression of the IRT1 metal transporter is controlled by metals at the levels of transcript and protein accumulation. The Plant Cell, 14: 1347-1357.

Çakmak, I., Torun, B., Erenoglu, B., Ozturk, B., Marschner, H., Kalayci, M., Ekiz, H., & Yilmaz, A. (1998). Morphological and physiological differences in the response of cereals to zinc deficiency. *Euphytica*, 100: 349-357.

Forno, D.A., Yoshida, S., & Asher, C.J. (1975). Zinc deficiency in rice I. Soil factors associated with the deficiency. *Plant and Soil*, 42: 537-550.

Grotz, N., Fox, T., Connolly, E., Park, W., Guerinot, M., & Eide, D. (1998). Identification of a family of zinc transporter genes from Arabidopsis that respond to zinc deficiency. Proc Natl Acad Sci USA. 95:7220-4

Guerinot, M.L. (2000). The ZIP family of metal transporters. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1465: 190-8.

Gül, M. (2006). Gap Bölgesi'ne ait bir toprakta sera koşullarında yetiştirilen mısır genotiplerinin fosfor ve çinko gübrelemelerine tepkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.50. Adana, Türkiye.

Hoffland, E., Wei, C., & Wissuwa, M. (2006). Organic anion exudation by lowland rice (*Oryza sativa* L.) at zinc and phosphorus deficiency. *Plant and Soil*, 283: 155-162.

Ishimaru, Y., Kakei, Y., Shimo, H., Bashir, K., Sato, Y., Sato, Y., Uozumi, N., Nakanishi, H., & Nishizawa, N.K. (2011). A rice phenolic efflux transporter is essential for solubilizing precipitated apoplasmic iron in the plant stele. *Journal of Biological Chemistry*, 286: 24649-24655.

Ishimaru Y, Suzuki M, Tsukamoto T, Suzuki K, Nakazono M, Kobayashi T, et al. (2006). Rice plants take up iron as an Fe^{3+}–phytosiderophore and as Fe^{2+}. *The Plant Journal*, 45: 335-346.

Kacar, B. ve İnal, A. (2008). Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, Türkiye.

Lee, S., Jeong, H.J., Kim, S.A., Lee, J., Guerinot, M.L., & An, G. (2010). OsZIP5 is a plasma membrane zinc transporter in rice. *Plant Molecular Biology*, 73: 507-517.

Maser, P., Thomine, S., Schroeder, J.I., Ward, J.M., Hirschi, K., Sze, H., et al. (2001). Phylogenetic relationships within cation transporter families of Arabidopsis. Plant Physiology, 126: 1646-1667.

Nagarathna, T.K., Shankar, A.G., & Udayakumar, M. (2010). Assessment of genetic variation in zinc acquisition and transport to seed in diversified germplasm lines of rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Agricultural Technology, 6: 171-8.

Ponnamperuma, F.N. (1972). The chemistry of submerged soils. *Advances in Agronomy*, 24: 29-96.

Rhodes, D., & Klug, A.(1993). Zinc fingers. *Scientific American*, 268: 56-65.

Rogers, E.E., Eide, D.J., Guerinot, M.L. (2000). Altered selectivity in an Arabidopsis metal transporter. Proc Natl Acad Sci USA. 97: 12356-60

Vallee, B.L., Falchuk, & K.H. (1993). The biochemical basis of zinc physiology. *Physiological Reviews*, 73: 79-118.

Wu, Y.F., Huang, J.W., Sinclair, B.R., & Powers, L. (1992). The structure of the zinc sites of Escherichia coli DNA-dependent RNA polymerase. *Journal of Biological. Chemistry*, 267: 25560-7.

Wu, Y.F., & Wu, W.C. (1989). Zinc in DNA replication and transcription. Annual Review of Nutrition, 7: 251-72.

Ayşe Esra HAKVERDİ[1]
Ayhan AKYOL[2]

1 Ayşe Esra HAKVERDİ, Orman Yüksek Mühendisi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

100/2000 YÖK Doktora Bursiyeri, Isparta, Türkiye. ORCİD: 0000-0002-1783-6475
2 Doç. Dr. Ayhan AKYOL, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, İzmir, Türkiye. ORCİD: 0000-0001-6442-0256

1. Giriş

Kenevir (Cannabis), Cannabaceae familyasına ait tek yıllık bitki olup, insanlık tarihinin en eski bitkisel hammadde kaynaklarından birisidir. İnsanlık tarihi boyunca kenevir, tohum ve lifleri için yetiştirilen kültür bitkilerinden ilki olarak kabul edilmektedir (Cherney ve Small, 2016). Dünyanın çeşitli bölgelerine yayılan bu bitki, ilk olarak Asya ve Hindistan'da ortaya çıkmıştır. Yapılan arkeolojik çalışmalar sonucunda M.Ö. 8000'li yılına ait kenevirden yapılmış kumaş kalıntılarına rastlanılmış, Anadolu'da M.Ö. 1500'lü yıllarda kenevir üretiminin yapıldığı rapor edilmiştir (Gizlenci vd., 2019). Osmanlı Devleti döneminde özelikle donanma ihtiyacı için halat, urgan vb. malzemeler kenevirden üretilmiştir. Sonuç olarak Osmanlı donanması için vazgeçilmez bir ihtiyaç haline gelen kenevirin üretimi zamanla artmıştır (Akpınar ve Nizamoğlu, 2019).

Son yıllarda üzerinde fazlasıyla araştırma yapılan bitkilerden biri haline gelen kenevir, bilimsel açıdan da dünyanın odak noktası haline gelmiştir. Gıda, tıbbi gibi kullanımlarının yanında tekstilde de kullanılmasıyla uzun süredir tarımı yapılan bitkilerden biridir (Pellati vd., 2018). Teknolojik gelişmelerle beraber 20. yüzyılın başlarında, pamuk lifinin kullanılmasıyla birlikte ince iplikler üretilmiş, bununla beraber daha hafif elbiseler üretilmiştir. Fakat 1930'lu yıllarda ise esrar karşıtı yasalarla kenevir üretimi büyük ölçüde azalmaya başlamış ve kenevirden elde edilen tekstil ürünleri de önemini yitirmeye başlamıştır. Ülkemizde ise; İzmir, Kastamonu, Samsun, Amasya, Kayseri, Sivas ve Kütahya illerinde kenevir tarımı yapılmıştır (Acar ve Dönmez, 2016).

Günümüzde nüfus artışı, ormansızlaşma ve iklim değişikliği gibi sorunlar neticesinde ortaya çıkan yaşanılabilir bir çevre anlayışı ile birlikte sürdürülebilirlik, karbon ayak izi, yaşam döngüsü değerlendirmesi, sürdürülebilir tasarım gibi yeni kavramlar önem kazanmaya başlamıştır (İşmal ve Yıldırım, 2012; Dirlik ve Eser, 2021). Yaşanılan çevre sorunlarıyla birlikte çevre dostu yaklaşımlar artmış, yeşil ve sağlıklı tekstil ürünleri büyük ilgi görmüş ve yaygın bir biçimde kullanılmaya başlamıştır (Kurtuldu ve İşmal, 2019). Kenevir bitkisi bu bağlamda lifi, sapı, çiçeği, tohumu ve yaprağından faydalanılan çok yönlü bir bitkidir ve biyoyakıt, ilaç, kozmetik, kumaş, otomotiv, kağıt gibi birçok sektörde kullanılmaktadır (Grabowska vd., 2009; Aytac, 2018). Özellikle fosil yakıtların çevreye olan zararlarına karşı alternatif bir yakıt kaynağı olarak kenevir tohumundan elde edilen yağlar, biyodizel yakıt olarak bu alanda kullanılmaya başlanmıştır (Altun ve Gür, 2005).

Ülkemizde kenevir ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar genellikle; kenevir üretimi (Aytaç vd., 2017a; Aytaç vd., 2017b; Arslanoğlu vd., 2017; Kaya vd., 2017; Aytaç vd., 2018; Kurtuldu ve İsmail, 2019; Nizamoğlu,

2019; Kaya ve Öner, 2020; Göre ve Kurt, 2021), çeşitli alanlarda kenevir liflerinin kullanılması (Satana, 2002; Gedik vd., 2010; Aydoğdu vd., 2017; Serin vd., 2018; Acar ve Dönmez, 2019; Saleh, 2019; Yıldırım ve Çalışkan, 2020), kenevir kimyası (Karabulut vd., 2020; Kılınç vd., 2020) ve kenevir politikası ile ilgili (Başer ve Bozoğlu, 2020) çalışmalar bulunmaktadır. Kenevir ekonomisiyle ilgili yapılan en belirgin çalışmalardan birisi ise Aydoğan vd., (2020) tarafından yapılan bilimsel çalışmadır.

Çalışmada, ülkemizde üretimi yapılan ve çeşitli sektörlerde kullanılan kenevirin, ülkemiz ekonomisi açısından bir değerlendirilmesi yapılmaya çalışılmıştır.

2. Kenevir Bitkisi Özellikleri

Urticales takımı, Cannabaceae familyasından *Cannabis* cinsi içerisinde yer alan kenevir, tek yıllık bitki türüdür (Aytaç vd., 2017b). Uzun bir gövdeye sahiptir. Erkek ve dişi bireylere bağlı olarak az ya da çok dallanabilmektedir. Kazık kök yapısına sahip olan kenevir, 3-4 metre derinliğe ulaşabilen köklere sahiptir. 20 cm derinlikte ise ağ şeklinde yan köklerden oluşmaktadır. 50 cm'den 6 metreye kadar boylanabilmektedir. Yaprak yapısı el ayası şeklinde ve parçalı olup, 3-11 yaprakçıktan oluşmaktadır (Ekiz vd., 1989).

Kenevirin lif uzunluğu 40-45 mm civarındadır. Bitki uzunluğuna göre 2 m kadar ulaşabilmektedir (Başer, 2002). Lif kalınlığı ise gövdeden aşağı doğru inildikçe artmaktadır. Kenevirde bulunan boğumlar arasındaki mesafe ise lif uzunluklarını belirlemektedir (Gedik vd., 2010). Tohumu ise; yuvarlak, sert kabuklu ve grimsidir (Ekiz vd., 1989). Bileşiminde %25-35 yağ, %20-30 karbonhidrat, %20-25 protein, %10-15 çözünmeyen lif ve çeşitli mineraller bulunmaktadır. Çoklu doymamış yağ içeriği nedeniyle temizlik malzemesi sanayinde kullanılmaktadır (Oomah, 2002).

Kenevirin değişik kimyasal guruplardan olmak üzere, 750'nin üzerinde kimyasal bileşik içerdiği çeşitli bilimsel araştırmalarla belirlenmiştir (Harstel vd., 2016). Kimyasalların birbirleriyle olan etkileşiminden dolayı karmaşık bir kimyasal yapıya sahiptir. Hidrokarbon, karbonhidrat, aminoasit, steroit, azot içeren bileşik, flavanoit ve seskiterpenler olmak üzere; çeşitli kimyasal bileşik sınıflarından bileşenler içermekte (ElSohly ve Slade, 2005) ve bu sayede endüstriyel ve tıbbi kullanımlar için cazip hale gelmektedir (Kılınç vd., 2020).

3. Kenevirin Türkiye ve Dünya'daki durumu

Ülkemizde Kastamonu başta olmak üzere, çeşitli illerde kenevir üretimi yapılmaktadır. Kamu tarafından yapılan yatırımlar ilk olarak Kastamonu'ya, 1946 yılında Sümerbank tarafından desteklenen Taşköprü Kendir Fabrikasına gerçekleşmiştir. Ancak çeşitli nedenlerden dolayı 1951 yılında

fabrikanın faaliyetine son verilmiştir (ZMO, 2019).

Ülkemizde 2004 yılına kadar kenevir üretimi; Kastamonu, Kütahya, Çorum ve Samsun illerinde gerçekleşmiştir. Ekim alanları her geçen gün azalmış ve 2008 yılından sonra ise Samsun ilinde sınırlı alanda üretilmeye devam edilmiştir. Ülkemizde 2018 yılında kenevir üretimi tekrar gündeme gelmiş ve bu konuda ıslah, tescil ve alt yapı çalışmaları başlatılmıştır (Aydoğan vd., 2020). Yapılan yasal düzenlemeler sonucunda ise; 19 il için kenevir yetiştiriciliğine izin verilmiştir (Şekil 1).

Şekil 1. Türkiye'de Kenevir Yetiştiriciliğine İzin Verilen İller (URL-1, 2021)

Ülkemizde kenevir lifi ve kenevir tohumu üretimi illere ve yıllara göre değişiklik göstermektedir. Çizelge 1 incelendiğinde; son üç yılın verilerine göre, kenevir ekim alanında bir artış söz konusudur. Fakat kenevir lifi ekim alanı 2020 yılında azalmıştır. Kenevir tohumu hasat edilen alanlar en fazla 2020 yılında 4241 dekar olarak görülmektedir. Kenevir lifi hasat edilen alanlar incelendiğinde ise; 2019 yılında 151 dekar iken, 2020 yılında 96 dekara düştüğü görülmektedir. Kenevir tohumundan elde edilen verim, en yüksek 2020 yılında 364 kg olarak, kenevir lifi verimi ise 546 kg olarak kayıtlara geçmiştir. Kenevir tohumu üretimi bakımından 2020 yılına ait üretim miktarı 273 tonla en yüksek düzeyde olup, kenevir lifi üretim miktarı ise 2019 yılında 19 ton iken 2020 yılında 10 ton gerileyerek 9 tona düşmüştür. Yine Çizelge 1 incelendiğinde; ekilen, hasat edilen, verim ve üretim miktarları açısından kenevir tohumu ve kenevir lifinin en verimli olarak üretildiği ilin Samsun olarak kayıtlara geçtiği görülmektedir.

Çizelge 1. Kenevir Tohumu (KT) ve Kenevir Lifi (KL) Üretim Verileri (TUIK, 2021)

		Amasya	Bartın	Burdur	Karabük	Kastamonu	Kayseri	Kütahya	Malatya	Ordu	Samsun	Yozgat	Toplam
Ekilen Alan (KT) -Dekar	2010										221		221
	2011										140		140
	2012										64		64
	2013										7		7
	2014										10		10
	2015										10		10
	2016										25		25
	2017										24		24
	2018										59		59
	2019					85	32	100	4	3	297	15	536
	2020	1433				61	113			3	2633	9	4252
Ekilen Alan (KL) - Dekar	2010										221		221
	2011										157		157
	2012										63		63
	2013										12		12
	2014										10		10
	2015										10		10
	2016										45		45
	2017										46		46
	2018										55		55
	2019					9	10				141		160
	2020		49	16	6	16					14		101
Hasat Edilen Alan (KT) Dekar	2010										221		221
	2011										140		140
	2012										64		64
	2013										7		7
	2014										10		10
	2015										10		10
	2016										25		25
	2017										24		24
	2018										59		59
	2019					56	32	75	4	1	297	15	480
	2020	1428				57	113			1	2633	9	4241

Hasat Edilen Alan (KL) Dekar	2010										221		221
	2011										157		157
	2012										63		63
	2013										12		12
	2014										10		10
	2015										10		10
	2016										45		45
	2017										46		46
	2018										55		55
	2019					0	10				141		151
	2020		49	11	6	16					14		96
Verim (KT) kg/Dekar	2010										32		32
	2011										57		57
	2012										63		63
	2013										143		143
	2014										100		100
	2015										100		100
	2016										50		50
	2017										42		42
	2018										51		51
	2019					18	63	13	0	0	51	67	212
	2020	69				35	88			0	61	111	364
Verim (KL) - Kg/Dekar	2010										45		45
	2011										102		102
	2012										95		95
	2013										83		83
	2014										100		100
	2015										100		100
	2016										156		156
	2017										152		152
	2018										127		127
	2019						100				128		228
	2020		82	91	167	63					143		546
Üretim Miktarı (KT) - Ton	2010										7		7
	2011										8		8
	2012										4		4
	2013										1		1
	2014										1		1
	2015										1		1
	2016										1		1
	2017										1		1
	2018										3		3
	2019					1	2	1	0	0	15	1	20
	2020	99				2	10			0	161	1	273

Üretim Miktarı (KL) - Ton	2010										10		10
	2011										16		16
	2012										6		6
	2013										1		1
	2014										1		1
	2015										1		1
	2016										7		7
	2017										7		7
	2018										7		7
	2019					0	1				18		19
	2020		4	1	1	1					2		9

Çizelge 2 incelendiğinde; ülkemize en yüksek kenevir tohumu ihracatı 2014 yılında toplam 65.408 kg olarak yapılmış ve en fazla tohum miktarı 33.440 kg ile Ürdün'e ihraç edilmiştir. Yıllara göre toplam ihracatta farklılıklar söz konusu olup, 2018 yılında toplam 1.900 kg kenevir tohumu ihracatı kayıtlara geçmiştir.

Çizelge 2. Türkiye Kenevir Tohumu İhracatı (TUIK, 2021)

	2014		2015		2016		2017		2018	
	Miktar (kg)	Değer ($)	Miktar (kg)	Değer ($)	Miktar (kg)	Değer ($)	Miktar (kg)	Değer ($)	Miktar (kg)	Değer ($)
KKTC			3.045	5.847	600	1.196	4.500	7.711	900	1.357
Libya									1.000	1.629
Mersin S. B.	27.008	38.562			2.000	5.080	640	1.288		
Suriye	5.000	5.750								
Ürdün	33.440	49.098								
Toplam	65.408	93.410	3.045	5.847	2.600	6.276	5.140	8.999	1.900	2.956

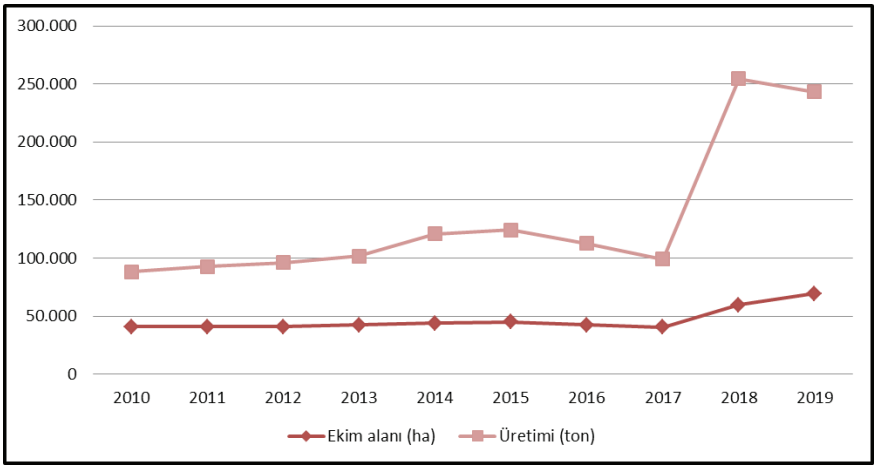
Çizelge 3 incelendiğinde; kenevir tohum ithalatının en fazla yapıldığı yıl 2017 yılıdır ve toplamda 1.921.012 kg tohum ithal edilmiştir. Kenevir ithalatı yapılan ülkeler incelendiğinde ise, en yüksek ithalat 2015 yılında 931.350 kg kenevir tohumu ile Çin'den gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. Türkiye Kenevir Tohumu İthalatı (TUIK, 2021)

	2014		2015		2016		2017		2018	
	Miktar (kg)	Değer ($)	Miktar (kg)	Değer ($)	Miktar (kg)	Değer ($)	Miktar (kg)	Değer ($)	Miktar (kg)	Değer ($)
Afganistan					570.908	764.046	885.052	1.002.788	48.513	65.084
Almanya					435	635				
Belçika			22.050	29.414	53.625	92.755				
Çin	640.725	788.170	931.350	1.315.396	92.350	157.370	689.275	905.855		
Fransa	27.860	31.700	129.351	171.339	30.000	41.456	6.000	10.135	150	1.664
İran							21.700	6.510		
Kanada			25.000	32.574	303.000	509.813	182.000	249.197		

Pakistan			5.822	6.750			93.080	121.004		
Ukrayna					116.580	194.487	43.905	76.834		
Ürdün	34.160	47.509								
Toplam	702.745	867.379	1.113.573	1.555.473	1.166.898	1.760.562	1.921.012	2.372.323	48.663	66.748

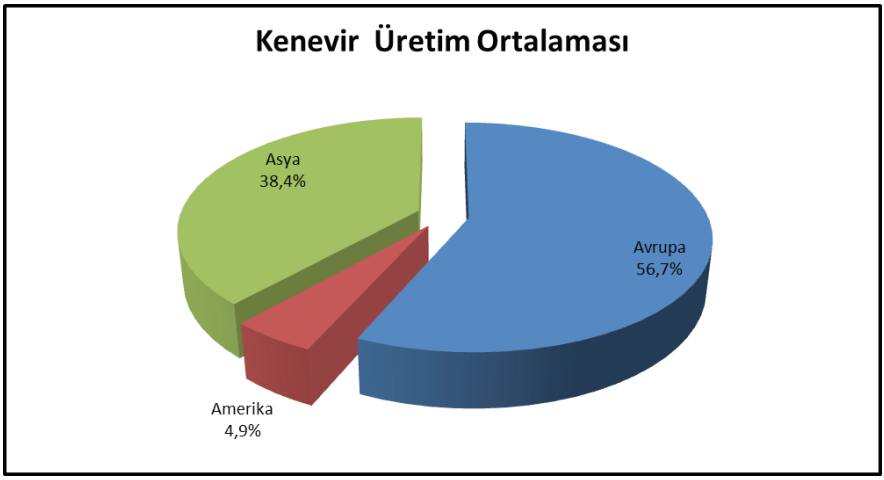
Dünyada 2010-2019 yılları arası kenevir ekim ve üretim değerleri incelendiğinde; 2010-2016 yılları arasında düzenli bir artış yaşanmıştır. 2017 yılında ise üretim düşmüş, 2018 yılında tekrar yükselişe geçmiş ve toplamda 194.880 ton kenevir üretimi gerçekleşmiştir. 2019 yılına gelindiğinde ise; kenevir üretiminde bir azalma yaşanmış ve 2018 yılına göre 20.853 ton gerileyerek 174.027 ton üretim ile kayıtlara geçmiştir. Kenevir ekim alanlarında 2010-2017 yılları arasında büyük bir değişiklik olmamış fakat 2018 yılında kenevir ekim alanları bir önceki yıla göre yaklaşık 20.000 ha artmıştır. 2019 yılında ise 2018 yılına göre yaklaşık 10.000 ha bir artış dikkati çekmektedir (Şekil 2).



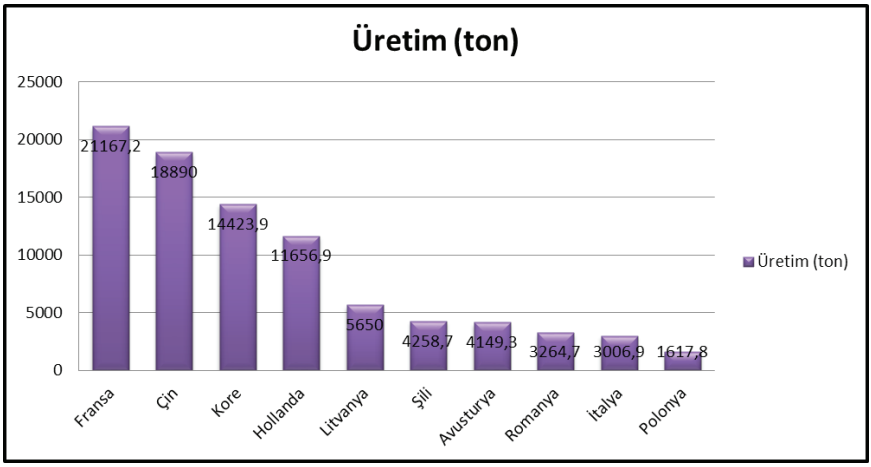
Şekil 2. 2010-2019 Yılları Dünya Kenevir Ekim Alanı ve Üretim Değerleri (FAOSTAT, 2021)

2010-2019 yılları arasındaki 10 yıllık veriler incelendiğinde kıtalara göre kenevir üretim ortalaması Şekil 3'te verilmiştir. Değerlendirmelere göre ise; %56,7 Avrupa'da, %38,4 Asya'da ve %4,9 ile Amerika'da gerçekleşmiştir.

Dünya kenevir üretiminde ise ülkeler incelendiğinde; ilk sırayı 21.167,2 ton üretim ile Fransa almaktadır. Fransa'yı takiben 18.890 ton ile Çin ve 14.423,9 ile de Kore gelmektedir. On ülke sıralamasında ise geriye kalan ülkeler sırasıyla; Hollanda, Litvanya, Şili, Avusturya, Romanya, İtalya ve Polonya'dır (Şekil 4).



Şekil 3. 2010-2019 Yılları Arası Kenevir Üretiminin Kıtalara Göre Dağılımı (FAOSTAT, 2021)



Şekil 4. Kenevir Üretiminde İlk 10 Ülke (2010-2019) (FAOSTAT, 2021)

4. Kenevir Hakkında Yasal Düzenlemeler

Ülkemizdeki yasal düzenlemelerden "Kenevir Ekimi ve Kontrolü Hakkında Yönetmelik" 21 Ekim 1990 tarih ve 20672 sayılı resmi gazetede yayımlanmıştır. Yönetmelikteki düzenlemeler kenevir ekimi yapılacak olan alanların tespit edilmesi, izne bağlanması ve gerekli kontrollerin yapılması ve yine izinsiz ekim yapanlar için gerekli usul ve esasları belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Yapılacak olan kenevir ekiminin hangi illerde yapılacağı da bu yönetmelikte belirlenmiştir. Yönetmelik kapsamı gereği; Amasya, Antalya, Burdur, Çorum, İzmir, Kastamonu, Kayseri, Kütahya, Malatya, Ordu, Samsun, Sinop, Tokat, Uşak, Urfa, Yozgat, Rize, Zonguldak, Bartın ve Karabük illeri ve ilçelerinde kenevir ekimine

izin verilmiştir. Bu iller dışında kenevir ekimi yasaklanmıştır. Yönetmelik hükümleri, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanı tarafından yürütülmüştür (Resmi Gazete, 2016).

29 Eylül 2016 tarih ve 29842 sayılı resmi gazetede; 'Kenevir Yetiştiriciliği ve Kontrolü Hakkında Yönetmelik' yayımlanmış ve bu yönetmelikle beraber 'Kenevir Ekimi ve Kontrolü Hakkında Yönetmelik' yürürlükten kalkmıştır. Bir önceki yönetmelikte ekimine izin verilen iller ve ilçeleri aynen geçerli olmuştur. Yönetmelik Gıda Tarım ve Hayvancılık bakanlığı tarafından yürütülmüştür. Yönetmelikte bilimsel amaçlı yapılacak olan kenevir ekim ve üretim izni; üniversiteler için bakanlık araştırma enstitüleri ve araştırma izni bulunan kuruluşlardan, bilimsel araştırmalar için ise yetiştiricilik yapmak istedikleri ilin en büyük mülki amirliğine müracaat etmeleri karara bağlanmıştır (Resmi Gazete, 2016). Bu kapsam gereği, Yozgat Bozok Üniversitesi, Kenevir Araştırma Enstitüsünü kurarak, Yüksek Öğretim Kurulu Bölgesel Kalkınma Odaklı Misyon Farklılaşması ve İhtisaslaşma Programı Kapsamında 23 Ocak 2020 tarihinde Yüksek Öğretim Kurulu tarafından "Endüstriyel Kenevir" alanında Bölgesel Kalkınma Odaklı İhtisaslaşan üniversite olarak ilan edilmiştir.

Yönetmelik kapsamında, kenevir yetiştirilmesi izni verilen il veya ilçelerde ekimden hasat edilinceye kadar teknik personel tarafından kontrol sağlanmakta ve her yıl ocak ayında ise rapor bildirilmektedir. İzinsiz yetiştiricilik yapanlarda ise; yönetmeliğin 10. madde hükümleri uygulanmaktadır (Resmi Gazete, 2016).

5. Kenevir Ekonomisi

Bilinen en eski ham madde kaynaklarından birisi kenevirdir (Andre vd., 2016; Dingha vd., 2019). Gövdesinden lif ve tohumundan ise yağ elde edilen bitkilerden biridir. Kenevirin tohumundan elde edilen doymamış yağ asitleri genellikle; gıda, endüstri ve kozmetik sanayisinde kullanılmaktadır (Kara, 2013; Anwar vd., 2006).

Ülkemizde çiftçilerimizin üretim yapmasını sağlayacak her türlü girişim önemli olmaktadır. Ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacak olan kenevir üretiminin geliştirilmesi sağlanmalıdır. Dünya ticaretindeki payının sınırlı olması da göz önüne alınacak bir konudur. Ancak, kenevir üretiminin geliştirilmesi ve çeşitlendirilmesinin yanında alternatif üretimlere yönelerek ülke ihtiyacının yerli üretimlerle karşılanması da önemlidir (ZMO, 2019). Ekonomik olarak kenevir üretiminin yapılabilmesi ve üreticilerin yönlendirilmesi için, kenevir tohum ve lifinin öncelikli olarak birim maliyetinin belirlenmesi gerekmektedir (Gündüz, 2020). Aydoğan vd. (2020) yapmış oldukları çalışmalarında; kenevirin 1 kg tohum maliyetinin 30 TL ve 1 kg lif maliyetinin ise 22.8 TL olarak hesaplamışlardır. 1 kg soyulmamış sap maliyetinin ortalama 1.8 TL olduğunu tespit etmişlerdir.

Üretimde yapılan masrafların ise %90.6'sının değişken ve %9.42ünün ise sabit masraflardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Gelişmiş makinelerle yapılan kenevir lifi üretim maliyetinin kilogramda %34.6'lık oranla daha az maliyetle 14.9 TL olarak hesaplanmıştır. Ulaş (2018) yapmış olduğu çalışmada, havuzlama işlemi sonunda 50 kg kenevir sapından, 15-25 kg arasında kurutulmuş kenevir sapı elde edildiğini ve bu saplardan da 3 kg uzun lif, 5-6 kg ise kısa lif elde edilebileceğini belirtmiştir. Dekar başına ülkemizde lif verimi ortalamasını ise 150 kg olarak hesaplamıştır.

Farklı ekoloji, coğrafya, yetişme teknikleri ve kültürün ürün maliyeti üzerine önemli etkisi vardır (Gündüz, 2020). Breukelman vd. (2020), Colorado'da bir ilçe olan Alamosa'da su kullanımında azaltmaya gidildiği bu nedenle çiftçilerin alternatif bir ürün aradıkları belirtilmiştir. Çiftçilerin bu nedenle kenevir bitkisini denemeye yöneldiği ve 2019 yılı itibariyle kenevir bitkisi üretiminde büyük bir artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. 11-20 ha'lık bir alanda yaklaşık 3-4 ton balyalanmış kenevir üretildiği ve bunların büyümesinin 70-90 gün arasında değişmekte olduğu ifade edilmektedir. Ham kenevir tohumu yağının 1,737 ABD doları ve rafine kenevir yağının ise 4,973 ABD doları olarak fiyatlandığı belirtilmektedir. Bu sayede kenevir pazarına önemli bir katkı sağlamış ve kenevirden elde edilen pazarın 2020'de 516 milyondan 2025'e kadar 2,9 milyara büyüyeceği tahmin edilmiştir.

Kenevir tohumu işleyen sanayinin temel ihtiyacı tohumdur. Tohumun diğer tohumlarla rekabetini arttırabilmek için yüksek verimli çeşitlerinin geliştirilmesinin gerekliliği çeşitli çalışmalarla ifade edilmektedir. Üretimde amacın ne olduğu ise temel sorunlardan birisidir. Aynı alanda hem lif hem de tohum üretimi yapılabilmektedir. Büyük alanlara nazaran küçük alanlarda genellikle karma üretim tercih edilmektedir. (Aydoğan vd., 2020). Kenevir üretimi yıllık olarak ta değişebilmektedir ve kar zarar oranı da bu nedenle değişmektedir (Shumsky, 2018). Ontario Tarım ve Gıda İşleri Bakanlığı (OMAFRA), kenevir lifi için dönüm başına 510 Kanada doları, tohumu için dönüm başına 400 Kanada doları verdiği fakat hem lif hem de kenevir tohum üretimi için dönüm başına 580 Kanada doları vermektedir (Baxter ve Gordon, 2016). Amerika'da tahmini rakamlara bakıldığında karma üretimin daha karlı olduğu görülmektedir.

Ülkemizde kenevir tarımıyla ilgili temel problemin insan gücüne dayalı olması ve tedarik zincirinin oluşmamasıdır. Türkiye'de kenevir eğer lif amaçlı üretilecekse; bunun organik tarım kapsamında yapılması durumunda organik tekstil ürünleri pazarında potansiyelinin yüksek olacağı ifade edilmektedir. Ülkemizde alternatif temiz enerji kaynağı olarak yüksek enerji değeri ile kenevir saplarının değerlendirilebileceği, bünyesinde barındırdığı kannabinoidler sayesinde ise eczacılık ve kozmetik alanlarında kullanılabileceği ve liflerden üretilecek biyokompozitlerle otomotiv sektö-

ründe kullanılabileceği vb. gelişmeye açık alanlar bulunmaktadır (Aydoğan vd., 2020). Buradan hareketle karar alıcılar tarafından gerekli politikaların belirlenmesi ekonomik açıdan önem taşmaktadır (Gündüz, 2020).

Geliştirilecek olan politikaların, kenevir üretimini karlı bir üretim haline getirilmesi ön planda olmalıdır. Ancak, ülkemizde kenevir üretimi karlı bir iş olmadığı için çiftçiler tarafından tercih edilmemektedir. Bu kapsamda diğer önemli bir nokta kenevirin farklı kullanım alanlarıyla ilgili tesislerin kurulmuş olmasının gerekliliğidir. Geliştirilecek politikalar da bu hususunda yer alması önemli bir konudur. Bu sayede hem tesisler keneviri hammadde olarak kullanacak hem de kenevire olan talebin artması sağlanacaktır (ZMO, 2019).

7. Tartışma ve Sonuç

Dünyada uzun yıllardır kenevir üretimi yapılmaktadır. Tohumu, çiçeği ve sapının kullanım alanları çeşitlenmekte olup özellikle tekstil, kozmetik ve kâğıt ürünleri yapımında kullanımı fazladır. Fakat çeşitli olumsuzluklar ülkemizdeki kenevir üretimini bitirme noktasına getirmiştir. Hem ilgili sektörlerin hammadde ihtiyacının karşılanması hem de doğaya faydalı özellikleri nedeniyle kenevir üretiminin arttırılması, ülke ekonomisine önemli katkı sağlayacaktır (Başer ve Bozoğlu, 2020).

Günümüzde Amerika ve Avrupa ülkelerinde özellikle kenevir bitkisiyle ilgili birçok çalışma yürütülmektedir. Küçük işletmeler ve yerel üreticiler tarafından organik, ekolojik ve sürdürülebilirlik gibi kavramlarla bağdaşan ürünler tasarlanıp üretilmektedir. Bu ülkelerde çevreci yaklaşımlar doğrultusunda farkındalığın daha fazla olduğu bilinmektedir. Ülkemizde de bu yaklaşımlarla birlikte kenevirin yeniden daha fazla ekilmesi ve üretiminin artması beklenmektedir (Kurtuldu ve İşmal, 2019). Tüketicilerin zevk ve tercihlerinde çevre dostu ürünlere yönelmesi, kenevir tarımına olan ilginin tekrar artmasına yardımcı olacaktır (Aydoğan vd., 2020). Ayrıca, ülkemiz iklim ve toprak özellikleri ekolojik olarak kenevir tarımına elverişlidir. Bu sayede piyasa rekabetinde diğer üretici ülkelere karşı üstünlük sağlanabilir. Dünya kenevir üretiminin düşük olmasının yarattığı fırsatı değerlendirerek üretim alanlarımızı ve miktarını artırma kararları bir an önce alınarak avantajlı konuma geçilebilir (Gündüz, 2020).

Kenevir, döngüsel ekonomi için fazlasıyla uygun bir bitki türüdür. Hem kaynak, üretim, kullanım, geri dönüşüm hem de bertaraf anlamında bu ekonomiye rol model olarak gösterilebilecek endüstriyel bir bitkidir (Karahan Toprakçı, 2019). Aynı zamanda endüstriyel kenevir, ürün rotasyonlarında toprak koşullarını iyileştirerek çiftçilere ekonomik fayda da sağlar (Chen vd., 2020). Ek olarak, bitkiyi üretime dahil ederek arazilerin biyoçeşitliliğini artırmak, bitkilerde daha fazla karbon tutmak, yeraltı sularının nitrat seviyelerini azaltmak ve diğer ürünlerdeki hastalık ve zararlıları

azaltmak gibi birçok faydalara sahip olabilmektedir (Donfouet vd., 2017). Benzer şekilde kenevirin sera gazlarını azaltmada etkili olduğu (Finnan ve Styles, 2013) ve ormansızlaşmayı kısmen azalttığı da bilinmektedir (Casas ve Pons, 2005). Aynı zamanda fosil yakıtların biyokütle ile değiştirilmesine katkı sağlayarak, biyokütle kullanımını teşvik edecek faydaya sahiptir(McKendry, 2002).

Dünya endüstriyel kenevir pazarı 2017 yılında 4 milyar ABD doları civarındadır ve 2025 yılında ise 11 milyar ABD doları olması beklenmektedir. Bu nedenle kenevir bitkisinin ulusal kalkınma politikası çerçevesinde ele alınması ülke ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır. Toplumsal farkındalığın oluşturulmasıyla birlikte geniş kitlelerin desteğiyle kenevir tarımının başlatılması, aynı zamanda köye dönüş projelerine sağlam bir temel oluşturacaktır. Bu bağlamda göç olgusu ile birlikte kentlerde yaşanan işsizlik gibi birçok sosyo-ekonomik odaklı sorunun çözümüne de katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Merkezi bir tarım politikası ile kenevir üretiminin artırılması ve devamında kenevirin hammadde olarak kullanılabileceği endüstriyel yatırımların hazırlanması ülke ekonomisine büyük katkı sağlayacaktır (Aydın, 2019).

Kaynaklar

1. Acar, M., Dönmez, A., 2016. Kenevire Farklı Bir Bakış. 2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 27-30 Eylül, 2016, Samsun, Türkiye, 265-270.
2. Acar, M., Dönmez, A., 2019. "Kenevire Farklı Bir Bakış", 2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Samsun: 27-30 Eylül 2016, s.265-270.
3. Akpınar, D., Nizamoğlu, A., 2019. Osmanlı'dan Cumhuriyet'e Kenevir Üretimi. Turkish Studies - Social Sciences, 14(4): 1223-1236.
4. Altun, Ş., Gür, M.A., 2005. Bitkisel yağların alternatif yakıt olarak dizel motorlarında kullanılması. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(3), 35-42.
5. Andre, C.M., Hausman, J.F., Guerriero, G., 2016. *Cannabis sativa*: The plant of the thousand and one molecules. Frontiers in Plant Science, 7(19): 1-17.
6. Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., 2006. Analytical characterization of hemp (*Cannabis sativa*) seed oil from different agro-ecological zones of Pakistan. Journal of the American Oil Chemists' Society, 83(4), 323-329.
7. Arslanoğlu, Ş.F., Aytaç, S., Ayan, A.K., 2017. Keten. In: Ayan, A.K., Aytaç, S., Arslanoğlu, Ş.F., Şahin, H.A. (Eds). Karadeniz'in Lif Bitkileri Çalıştayı Keten-Kenevir-Isırgan. 5-6 Mayıs, Samsun.
8. Aydın, M., 2019. Kenevir Mucizesi-Kenevir Ekimine Geri Dönüş. Endüstriyel Kenevir Forumu I-II (Birinci Baskı). İstanbul Aydın Üniversitesi, Küçükçekmece, İstanbul.
9. Aydoğan, M., Terzi, Y.E., Gizlenci, Ş., Acar, M., Esen, A., Meral, H. 2020. Türkiye'de kenevir yetiştiriciliğinin ekonomik olarak yapılabilirliği: Samsun ili Vezirköprü ilçesi örneği. Anadolu Tarım Bilim. Derg. Ss: 35-50.
10. Aydoğdu, M., Döğer, R., Akgür, S. A., 2017. Türkiye pazarında yeni bir ürün: kenevir özütlü soğuk içecekler. Adli Tıp Bülteni, 22(2), 97-100.
11. Aytac, S., 2018. An environmentally friendly plant in terms of oxygen supply: Hemp. ICOEST 4th International Conference on Environmental Science and Technology, September 19-23, Ukraine, pp. 31- 34.
12. Aytaç, S., Arslanoğlu, Ş. F., Ayan, A. K., 2018. High temperature inhibition of seed germination of hemp cannabis sp. Fresenius Environmental Bulletin, 27(12), 8200–82041.
13. Aytaç, S., Arslanoğlu, Ş.F., Ayan, A.K., 2017b. Endüstriyel tip kenevir yetiştiriciliği. In: Ayan, A.K., Aytaç, S., Arslanoğlu, Ş.F., Şahin, H.A. (Eds). Karadenizin Lif Bitkileri Çalıştayı Keten-Kenevir-Isırgan. sf 27:35, 5-6 Mayıs, Samsun.

14. Aytaç, S., Ayan, A.K., Arslanoğlu, Ş.F., Gizlenci, Ş., Çelik, A.E., 2017a. Kenevir populasyonlarından THC oranı düşük genotiplerin geliştirilmesi. ARGE projesi TÜBİTAK. Basılmamış, Samsun.

15. Başer, İ., 2002. Doğal Lifler. Lif Bilgisi 2. Bölüm, Marmara Üniversitesi Döner Sermaye İşletmesi Teknik Eğitim Fakültesi Matbaa Birimi, 53-54.

16. Başer, U., Bozoğlu, M., 2020. Türkiye'nin Kenevir Politikası ve Piyasasına Bir Bakış. Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi, 6(2): 127-135.

17. Baxter, W.J., Gordon, S., 2016. "Growing industrial hemp in Ontario," growing industrial hemp in Ontario. http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/00-067.htm#economics, Erişim tarihi: 04.05.2021.

18. Bay Karabulut, A., Gündüz, K., Yanardağ, H.İ., 2020. Kenevirin Fitokimyasalları. Kenevir (Cannabis sativa L.) Kitabı. Palme yayınları, ss: 175-193, Ankara.

19. Breukelman, J., Moss, R., Story, A., Weiler, S., 2020. Expansion of Hemp Production and Processing.

20. Casas, X.A., Rieradevall i Pons, J., 2005. Environmental analysis of the energy use of hemp–analysis of the comparative life cycle: diesel oil vs. hemp–diesel. International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology, 4(2): 133-139.

21. Chen, J., Lærke, P.E., Jørgensen, U., 2020. Optimized crop rotations increase biomass production without significantly changing soil carbon and nitrogen stock. Ecological Indicators, 117: 106669.

22. Cherney, J.H., Small, E., 2016. Industrial hemp in North America: production, politics and potential. Agronomy, 6(4): 1-24.

23. Dingha, B., Sandler, L., Bhowmik, A., Akotsen-Mensah, C., Jackai, L., Gibson, K., Turco, R., 2019. Industrial hemp knowledge and interest among North Carolina organic farmers in the United States. Sustainability, 11(9): 1-17.

24. Dirlik, S., Eser, Y., 2021. *Crataegus monogyna* ve *Crataegus azarolus* türlerinde morfolojik fidan özellikleri. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 22(1): 103-108.

25. Donfouet, H.P.P., Barczak, A., Détang-Dessendre, C., Maigné, E., 2017. Crop production and crop diversity in France: a spatial analysis. Ecological Economics, 134: 29-39.

26. Ekiz, E., Er, C., Arslan, N., Kolsarıcı, Ö., Bayraktar, N., Sümer, H., 1989. Kenevir Tarımı ve Mevzuatı. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara.

27. Elsohly, M.A., Slade, D., 2005. Chemical constituents of marijuana: the complex mixture of natural cannabinoids. Life Sciences, 78: 539-548.

28. FAOSTAT, 2021. Food and Agriculture Organization of Hemp Cultivation and Production Statistical Data, http://www.fao.org/faostat/, Erişim tarihi: 27.05.2021.

29. Finnan, J., Styles, D., 2013. Hemp: a more sustainable annual energy crop for climate and energy policy. Energy Policy, 58: 152-162.

30. Gedik, G., Avinç, O. O., Yavaş, A., 2010. Kenevir lifinin özellikleri ve tekstil endüstrisinde kullanımıyla sağladığı avantajlar. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(3): 39-48.

31. Gizlenci, Ş., Acar, M., Yiğen, Ç., Aytaç, S., 2019. Kenevir Tarımı. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) Yayınları, Ankara.

32. Göre, M., Kurt, O., 2021. Bitkisel Üretimde Yeni Bir Trend: Kenevir. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 4(1): 138-157.

33. Grabowska, L., Rębarz, M., Chudy, M., 2009. Breeding and cultivation of industrial hemp in Poland. Herba Polonica, 55(3): 328-334.

34. Gündüz, O., 2020. Kenevir Tarımının Ekonomik Yönü ve Etkili Faktörler. Kenevir (*Cannabis sativa* L.) Kitabı. Palme yayınları, ss: 339- 351.

35. Harstel, J.A., Eades, J., Hickory, B., Makriyannis, A., 2016. *Cannabis sativa* and hemp. In: RAMESH, C.G. 2016. Nutraceuticals: efficacy, safety and toxicity, Amsterdam: Elsevier.

36. İşmal, E., Yıldırım, L., 2012. "Tekstil Tasarımında Çevre Dostu Yaklaşımlar", Akdeniz Sanat Dergisi, I. Uluslararası Moda ve Tekstil Sempozyumu Bildirileri, Özel Sayı II, s.9-13.

37. Karahan Toprakçı, H.A., 2019. Kenevirden Elde Edilecek Biyopolimerin Türkiye Ekonomisine Katkısı. Endüstriyel Kenevir Forumu I-II (Birinci Baskı). İstanbul Aydın Üniversitesi, Küçükçekmece, İstanbul.

38. Kaya, A.R., Eryiğit, T., Karayağlı, H., Eskikılıç, A., Aydın, İ.S., Abdurrahmanoğulları, A., Abdurrahmanoğulları, Ö., 2017. Tekstil Endüstrisinde Kullanılan Bitkisel Liflerin Üretimi, Kalite ve Ekonomik Durumu. 12.Tarla Bitkileri Kongresi, Kahramanmaraş, Elektronik Kongre Kitabı.

39. Kaya, S., Öner, E., 2020. Kenevir Liflerinin Eldesi, Karakteristik Özellikleri ve Tekstil Endüstrisindeki Uygulamaları. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(1): 108-123.

40. Kara, K., 2013. Lif Bitkileri Yetiştiriciliği ve Islahı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.

41. Kılınç, E., Özdemir, S., Keskin, C., 2020. Kenevirin Kimyası. Kenevir (*Cannabis sativa* L.) Kitabı. Palme yayınları, ss: 161-174, Ankara.

42. Kurtuldu, E., İşmal, E., 2019. Sürdürülebilir Tekstil Üretim ve Tasarımında Yeniden Değer Kazanan Lif: Kenevir. Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi, Aralık, Cilt:12 Sayı:24.

43. McKendry, P,. 2002. Energy production from biomass: overview of biomass. Bioresource Technology, 83(1): 55-63.

44. Oomah, D., Busson, M., Godfrey, D.V., Drover, J.C.G., 2002. Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil, Food Chemistry, p 33-43.

45. Pellati, F., Brighenti, V., Sperlea, J., Marchetti, L., Bertelli, D., Benvenuti, S., 2018. New methods for the comprehensive analysis of bioactive compounds in *Cannabis sativa* L. (hemp). Molecules, 23, 2639. Pertwee Ed. Oxford University Press, Oxford UK. Pp: 3-22.

46. Saleh, A., 2019. Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üretiminde kenevir tohumu yağının (*Cannabis sativa*) immunostimulant potansiyelinin belirlenmesi. Doktora tezi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

47. Satana, A., 2002. Türkiye ve Trakya'da bitkisel yağ üretimi. Marmara Coğrafya Dergisi, 5: 201-224.

48. Serin, S., Macit, M. E., Çınar, E. C., Çelik, S., 2018. Doğal kenevir lifi kullanımının asfalt beton karışımlara etkisi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6 (4): 732-744.

49. Shumsky, M., 2018. Innovation and healthy living propel growth in certain other crops. Statistics Canada.

50. TUIK, 2021. https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr, Erişim tarihi: 02.06.2021

51. Ulaş, E., 2018. Gerçek Köye Dönüş Projesi: Kenevir. Hatice Bahtiyar (Editör), Hiperlink Yayınları, İstanbul.

52. URL-1, 2021. https://interaktif.trthaber.com/2019/kenevir/, Erişim tarihi: 02.07.2021.

53. Yıldırım, S., Koca Çalışkan, U., 2020. Kenevir ve Sağlık Alanında Kullanımı. Ankara Ecz. Fak. Derg. 44(1): 112-136.

54. ZMO, 2019. Kenevir ve Üretimi Üzerine Bir Değerlendirme. https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30847, Erişim tarihi: 04.06.2021.

Ufuk COŞGUN[1]
Damla YILDIZ[2]

1 Doç. Dr., Karabük üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Karabük. ORCID ID: ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4738-6636. ufukcosgun@karabuk.edu.tr.
2 Dr. Öğrt. Üyesi, Karabük üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Karabük. ORCID ID: ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6809-0538. damlayildiz@karabuk.edu.tr.

1. GİRİŞ

Genel anlamda yönetim, bir toplumda mal ve hizmet üretiminde yer alan organizasyonların faaliyetlerinin düzenlenmesi şeklinde ifade edilebilir (Doğan, 2014). Diğer yandan yönetim, kaynakları daha verimli kullanabilmek amacıyla yönetim işlevleri olan planlama, örgütleme, kadrolama, yöneltme ve denetleme faaliyetlerinin yerine getirilmesidir (Genç, 2017). Yönetimin bir başka tanımı ise söylediğimizde bir amaca ulaşmak için başkalarıyla iş birliği yapmak veya yaptırmaktır (Ertürk, 1998). Yönetim bir başka tanıma göre toplumsal hayat içerisinde biçimsel niteliğe sahip olan veya olmayan tüm gruplarca belirli amaçları gerçekleştirebilmek için yürütülen faaliyetler bütünüdür (Özer ve ark., 2019). Yönetim bilimi merkezi ve yerel politik makamların kararlarını hazırlamak, yürütmek veya uygulamakla görevli insanların çalışmalarını değerlendirilen sosyal bilimlerin bir koludur (Tortop ve ark., 2017). Bir süreç olarak yönetim; bir grup insanı belirlenmiş amaçlara doğru yöneltme, aralarındaki iş birliği ile koordinasyonu sağlama çabalarının tümü şeklinde ifade edilebilir (Budak ve Budak, 2013). Bir başka tanımda yönetim ise işletme ve kuruluşların amaçlarını gerçekleştirebilmeleri için yapılması gerekli etkinliklerin planlanması, örgütlenmesi, yürütülmesi ve denetlenme sürecidir (Özdönmez ve ark., 1998).

Yönetim deyimi iki anlama gelmektedir. Birincisi bir faaliyeti yönetme, sevk ve idare etmek anlamındadır. İkincisi bir faaliyeti yürüten örgütü, onun personel ve bürolarını ifade etmektedir. Yönetim; belirli bir amacın gerçekleştirilmesi için ekonomik planlama ve düzenlemelerin gerektirdiği sorumlulukları yüklenmek şeklinde de tanımlanmaktadır (Gülen ve Özdönmez, 1980; 1987). Bu tanımlardan da anlaşılacağı gibi yönetimi; "*Toplumun ihtiyaç duyduğu ürün ve hizmetlerin üretiminde yer alan tüm birimlerin yönetim işlevleri doğrultusunda (planlama, örgütleme, yöneltme, denetim ve koordinasyon) aynı amaca yönelik olarak bir arada çalışmalarının sağlanmasıdır*" şeklinde tanımlayabiriz.

Yönetimin tarihsel süreci irdelendiğinde; i) Klasik düşünce yönetim sistemi, ii) Neo-klasik düşünce yönetim sistemi, iii) Modern yönetim düşünce sistemi ve iv) Post-Modern yönetim düşünce sistemi şeklinde dört temel aşamadan geçtiği görülmektedir (Budak ve Budak, 2013; Doğan, 2014; Ertürk, 1998; Özdönmez ve ark., 1998; Özer ve ark., 2019).

Önemli bir yönetim alanını ise kamu birimi oluşturmaktadır. Bu anlamda kamu yönetimi; devletin kamu iktisadi teşebbüsleri ve diğer kamu tüzel kişilerin yürütmekle yükümlü oldukları kamu hizmetlerinin gerektirdiği asli ve sürekli görevleri, memurlar ve diğer kamu görevlileri eliyle yerine getiren yönetim şeklidir. Devlet aygıtının yasama ve yargı dışında kalan kısmıdır (Özer ve ark., 2019). Ana hatlarıyla kamu yönetimini *"Top-*

lumun beklenti ve çıkarlarını karşılayacak mal ve hizmetlerin üretimi ile dağıtımını devletin sahip olduğu organları vasıtasıyla gerçekleştirebilmek için bu süreçlerde yer alan birimlerin belirlenen amaçlar doğrultusunda yönlendirilmesidir." şeklinde tanımlayabiliriz.

Kamu yönetiminin temel dört yönü bulunmaktadır. Bunlar "İşlevsel", "Yapısal", "Akademik disiplin" ve "Meslek" yönleridir. İşlevsel bir kavram olarak kamu yönetimi, genel kuralları (yasaları) ve kamu politikası kararlarını uygulama sürecidir. Yapısal bir kavram olarak kamu yönetimi ise, devletin yürütmeye ilişkin kolunun örgütsel görünümünü yansıtır. Akademik bir disiplin olarak kamu yönetimi, disiplinler arası köprü görevi yapan ve böylece çeşitli disiplinlerden gerekli olan kısımları alan ve bunları kamusal sorunları çözmeye yönelik olarak değerlendirilen bir disiplindir. Meslek olarak kamu yönetimi ise sistematik bilgi ya da teori üzerine kurulan bir iş veya uğraş olarak tanımlanmaktadır (özer ve ark., 2019). Özer ve ark. (2019)'a göre, kamu yönetiminin örgütlenmesinde merkezden yönetim ve yerinden yönetim en temel iki ilke olarak dikkat çektiği ifade edilmektedir. Özer ve ark. (2019), Şahin (2010)'a atfen *"Merkezden yönetimi, her türlü yetkinin tek bir yerde, merkezde toplandığı yönetim anlayışıdır. Bu ilkeye göre kurulmuş olan birimler arasındaki ilişki hiyerarşik bir ilişkidir."* şeklinde belirtmektedir. Yine Özer ve ark. (2019), Karakılıç (2013)'a atfen *"Merkezden yönetim, yönetim yetkisinin merkezde toplanmasını ve merkez dışı hizmet birimlerinin onun devamı şeklinde hareket etmesini ve hiyerarşik bir denetim sistemini gerektirir. Ancak, yetki genişliği veya takdir genişliği gibi uygulamalar merkezi yönetimin daha yumuşak uygulanmasını sağlar." şeklinde merkezi yönetimin çalışma esaslarını ifade etmektedir.*

Örgütlemenin de çeşitli tanımının yapıldığı bilinmektedir. Bir tanıma göre örgütlenme insan ilişkilerinin oluşturduğu bir ağdır (Genç, 2017). Bir başka tanıma göre örgütlenme, amaca ulaşabilmek için gerekli olan araç ve olanakları bir düzeyde toplamaktır (Tortop ve ark., 2017). Dar anlamda örgütlenme bir kuruluşun amaca ulaşabilmesi için yapılması gerekli işlerin belirli kişilere verilecek bir biçimde bölünmesi ve bu kişiler arasındaki ilişkilerin saptanmasıdır. Geniş anlamda örgütlenme ise, bir kuruluştaki kişiler ile her nevi fiziksel varlıkların (binalar, araç ve gereçler) kuruluşun amacını gerçekleştirecek biçimde düzenlenmesidir (Özdönmez ve ark., 1998). Örgütlenme, işletmenin amaçlarına ulaşabilmesi için hangi işlevlerin yapılması gerektiği ve bu işlevleri yapacak kısımların birbirleriyle ahenkli çalışacak biçimde oluşturulması, bu organlarda çalıştırılmak üzere gerekli olan maddi ve insan kaynaklarının tedarik edilerek uyumlu hale getirilmesidir (Eren, 2001). Örgütlenme; yapılacak işleri tanımlama ve gruplama, yetki ve sorumluluğu tanımlama ve devretme ve amaçlara ulaşmak için bireylerin bir arada etkin çalışmaları için ilişkileri belirlemektir (Özalp, 1995).

Örgütlenme terimi genellikle iki anlama gelmektedir. Birisi örgütleme işlemi, ikinci ise bu işlem sonucu meydana gelen yapıdır (Gülen ve Özdönmez, 1980; 1987). Genel anlamıyla örgütlenme, *"Toplumun gereksinim duyduğu ürün ve hizmetlerin üretilmesi ve sunumunu sağlamak amacıyla bilinçli bir şekilde biraraya getirilen süreçlerin düzenlenmesidir."* şeklinde tanımlanabilir.

Yukarıda sunulan tanımlarla yönetim ve örgütlenmeye yönelik genel anlayışlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yönetim ve örgütlenmeyi ortaya koyan tanımlamalar hem özel sektör hem de kamu sektörü için geçerlidir. Ormancılığımızın verimli ve etkin bir şekilde yönetilmesi ise iyi bir organizasyon/örgüt yapısına kavuşturulmasıyla mümkündür. Ormancılığın örgüt yapısının tarihsel süreci çeşitli bilimsel çalışmalarla tartışılmıştır (Kutluk, 1948-1967; Bingöl, 1990; Gümüş, 2004; Çağlar, 2012; Coşgun, 2016; Gümüş, 2016; Gümüş, 2018; Gümüş ve Ayaz, 2020; Yurdakul Erol, 2020). Diğer yandan yönetimin işleyişini oluşturan örgütlenme modelleri üzerine çalışmalar daha kısıtlı bulunmaktadır.

Özellikle 1980 sonrası Orman Bakanlığı'nın kapatılarak Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı haline getirilerek ormancılık örgütünün küçültülmesi hem merkezde hem de taşrada çalışmaların etkin yürütülmesini olumsuz yönde etkilemiştir. 1991 yılında Orman Bakanlığı'nın tekrar kurulması ile dört Genel Müdürlük ve taşra teşkilatının oluşturulması gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde genel müdürlükler taşrada bölge müdürlükleri şeklinde örgütlenmiştir. Bu süreç için en dikkat çekici unsur taşra birimleri arasındaki koordinasyon yetersizliğidir. Taşradaki bölge müdürlükleri arasında iletişim ve koordinasyon eksikliği yönetsel etkinliği önemli ölçüde olumsuz yönde etkilemiştir. 2003 yılına gelindiğinde Orman Bakanlığı tekrar bir organizasyon değişikliğine uğrayarak Çevre ve Orman Bakanlığı şeklinde örgütlenmiştir. Bu örgütlenme yapısında ormancılıkla ilgili önceki genel müdürlüklerin taşra örgütleri Çevre ve Orman İl Müdürlüğü şeklinde yer almış, Orman Genel Müdürlüğü ise taşra örgütlenme yapısını korumuştur. Bu yeni örgütlenme şekliyle de AGM, ORKÖY ve MP Genel Müdürlüklerinin taşradaki iş ve işlemlerinin beklendiği düzeyde verimli olmadığı görülmüştür. 2011 yılından günümüze kadarki Orman Bakanlığı örgütlenme yapısındaki değişiklikler 1991-2003 dönemi örgütlenme anlayışından farklı gelişmiştir. Sözü edilen bu dönemde bakanlık taşra örgütlenme yapısı çalışmalardaki verimliliği ve etkinliği ortaya koyamamıştır. Bu nedenle de Orman Bakanlığı'nın yönetimi ve organizasyon yapısına yönelik çeşitli değerlendirmelerle birlikte yeni örgütlenme düzenlemeleri tartışılmaktadır. Orman Bakanlığı'nın OGM taşra örgüt yapısı dışındaki diğer genel müdürlükleri taşra organizasyonu bir türlü beklenen etkinliğe ulaşamamıştır. Bu çalışma yeni bir Orman Bakanlığı merkez ve taşra örgütü oluşumuna iki farklı bakış açısıyla yaklaşmıştır. Bunlardan ilkin-

de; Orman Bakanlığında daha önce yer almış ormancılıkla ilgili birimlerin dışında diğer ilgili birimlerin de genel müdürlükler şeklinde organize edildiği görülecektir. İkincisinde ise sadece ormancılıkla ilgili birimlerin bakanlık düzeyinde ve taşra örgütlenmesi şeklinde organizasyonuna yoğunlaşılmıştır.

Bu çalışmanın amacı; ormancılık örgüt yapısına farklı bir bakış açısıyla yaklaşarak yeni bir ormancılık örgütlenme modelini tartışmaktır. Çalışma, günümüze kadar ormancılık sektörüyle ilgili örgütlenme yapısına yönelik gerçekleştirilen araştırmaları ele alarak ve sentezleyerek yeni bir örgütlenme modeli ortaya koymayı kapsamaktadır. Çalışmanın materyalini konuyla ilgili yapılmış araştırmaların dayandığı literatür taraması ve meslek deneyimine sahip konuyla ilgili uzmanlarla yapılan odak grup toplantılarından elde edilen görüşler oluşturmuştur. Ormancılık sektörünün daha etkin ve etkili bir yönetime sahip olabilmesinin önemli unsurlarından birisini taşra örgüt yapısı oluşturmaktadır. Taşrada yaygın ve etkin bir örgütlenme merkezi yönetimin de etkinliğini sağlayacaktır. Bu nedenle taşranın temel birimi olan orman işletme şefliklerinin kendine özgü muhasebe sistemine sahip olmasıyla kararların tabandan alındığı bir örgütlenme amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın temel iki materyali bulunmaktadır. Bunlardan ilkini konuyla ilgili yapılmış araştırma çalışmaları ve diğer bilimsel yayınlar kapsamaktadır. İkinci materyali ise; ormancılık konusunda deneyimli, çeşitli örgütlenme modelleri üzerinde çalışmalar gerçekleştirmiş orman mühendisleri ile oluşturulan odak grup toplantıları sonucu elde edilen verilerin ve görüşme gözlemlerinin değerlendirilmesi oluşturmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde ülkemiz ormancılığının yönetim ve organizasyon/örgütlenme tarihsel süreci ile ormancılık örgütlenme yapısı modellerine ilişkin değerlendirmeler ve farklı bir ormancılık örgütlenme modeli tartışılmaktadır.

3.1. Ormancılıkta Yönetim ve Organizasyonun Tarihsel Süreci

Ormancılıkta yönetim ve organizasyon yapısının tarihsel gelişimi incelendiğinde; Osmanlı Dönemi ve Cumhuriyet Dönemi'nden günümüze kadar ormancılığın nasıl bir yönetim ve organizasyon yapısı sürecinden geçtiği görülmektedir. Bu bağlamda; Cumhuriyet öncesi ve Cumhuriyet sonrası olmak üzere iki ana başlık altında bu süreç değerlendirilebilir. Ormancılık çalışmalarının başlangıç tarihi 1839 (18 Şubat 1256) "Orman Müdürlüğü'nün" kuruluşu olarak kabul edilmektedir (Kutluk, 1948-1967; Bingöl, 1990). Ormancılık çalışmalarına yönelik iş ve işlemler bu tarihten

itibaren Ticaret Bakanlığı'na bağlı olarak yürütülmeye başlamıştır. Osmanlı Dönemi Ormancılık Örgütünün bağlı olduğu birimler;

- 1839-1869 Ticaret Bakanlığı,
- 1869-1872 Maliye Bakanlığı,
- 1872 Orman ve Maden Bakanlığı,
- 1873-1877 Maliye Bakanlığı,
- 1878 Orman ve Maden Bakanlığı,
- 1879-1886 Ticaret ve Tarım Bakanlığı,
- 1887-1892 Maliye Bakanlığı,
- 1893-1908 Orman, Maden ve Tarım Bakanlığı,
- 1909-1920 Ticaret ve Tarım Bakanlığı,
- 1920-1923 İktisat Bakanlığı

şeklinde görülmektedir. Ormancılık teşkilatı, kuruluşundan 1923 yılına kadar geçen yaklaşık 84 yıllık süreçte 10 farklı örgütlenme yapısına sahip olmuştur. Dönemlerin sosyal ve ekonomik dalgalanmaları örgütlenme şekilleri üzerinde de etkilidir. Örgütlenme modeli her 8,4 yılda bir değişikliğe uğramıştır. Cumhuriyet Dönemi Ormancılık Örgütünün bağlı olduğu birimler;

- 1923-1924 İktisat Bakanlığı,
- 1925-1928 Tarım Bakanlığı,
- 1928-1931 İktisat Bakanlığı,
- 1931-1969 Tarım Bakanlığı,
- 1969-1981 Orman Bakanlığı,
- 1981-1983 Tarım ve Orman Bakanlığı,
- 1983-1991 Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı,
- 1991-2003 Orman Bakanlığı,
- 2003-2011 Çevre ve Orman Bakanlığı,
- 2011- Çevre, Orman ve Şehircilik Bakanlığı (26 gün),
- 2011-2018 Orman ve Su İşleri Bakanlığı,
- 2018 – Tarım ve Orman Bakanlığı

şeklinde yürütülmüştür. 95 yıllık Cumhuriyet döneminde de 12 değişik örgütlenme modeli ortaya çıkmıştır. Ortalama 8 yılda bir farklı bir örgütlenme modeli oluştuğu görülmektedir. 1923-2003 yıllarını kapsayan 80

yıllık süreçte ortalama 9 yılda bir 9 farklı örgütlenme modeli oluşmuşken; 2003-2018 yıllarını kapsayan 15 yıllık süreçte ortalama 4 yılda bir 4 farklı örgütlenme modeli ortaya çıkmıştır.

Ormancılık örgüt yapısının Bakanlıklar düzeyinde yaşadığı bu değişiklikler, ormancılık çalışmalarının taşra örgütlenmesini de etkilemiştir. Bu nedenle de değişik bakanlıklar bünyesinde örgütlenme yapısı oluşurken aslında taşra örgütlenmesi olan "Genel Müdürlükler Örgütlenmesi" üzerinde daha çok durulmalıdır (Coşgun, 2019).

3.2. Ormancılıkta Örgütlenme Modellerine Yönelik Yaklaşımların Değerlendirilmesi

Ülkemizde kamu birimlerinin kuruluşu ve örgütlenmesine ilişkin yasal altyapı Anayasa ile sağlam bir temele oturtulmuştur. Bununla birlikte; Anayasanın dördüncü bölümünü oluşturan "İdare" ana başlığı altında "C-İdarenin Kuruluşu" bölümündeki "1- Merkezi İdare" başlığı altında *"Madde 126 – Türkiye, merkezi idare kuruluşu bakımından, coğrafya durumuna, ekonomik şartlara ve kamu hizmetlerinin gereklerine göre, illere; iller de diğer kademeli bölümlere ayırılır. İllerin idaresi yetki genişliği esasına dayanır. Kamu hizmetlerinin görülmesinde verim ve uyum sağlamak amacıyla, birden çok ili içine alan merkezi idare teşkilatı kurulabilir. Bu teşkilatın görev ve yetkileri kanunla düzenlenir."* şeklinde merkezi yönetimin taşra örgütü oluşturulmasının yasal altlığı sağlanmıştır (URL-1, 2021).

Ormancılık örgütlenme tarihsel süreci incelendiğinde; gerçekleşen Bakanlık değişiklikleri yönetim anlayışında ve örgütlenme yapısındaki değişimleri de beraberinde getirmiştir. Örgütlenme yapısının nasıl olması gerektiğine yönelik çalışmalar özellikle 1980 yılından sonra ağırlık kazanmıştır. Bu döneme kadar olan örgütlenme yapısındaki değişikliklerden elde edilen deneyimler ışığı altında 1980 sonrası örgütlenme yapısıyla ilgili çeşitli çalışmaların yapıldığı görülmektedir (Yomralıoğlu, 1985; 1986; 1987; Yazıcı, 1988; Sağkaya, 1988; Bilgin, 1988; Geray, 1993; Çağlar, 1993; 1995).

Orman Bakanlığının 1991 yılında tekrar kurulmasıyla birlikte yönetim ve örgütlenme anlayışına yönelik yaklaşımlar yeniden gündeme gelmiştir. 2003 yılı ve sonrasındaki Orman Bakanlığı yönetim ve örgütlenme yapısındaki değişiklikler, alternatif yönetim ve organizasyon şekillerinin tartışmalarını başlatmıştır (Daşdemir, 1998; 1999; 2016; 2020; Köse ve ark., 2018a; 2018b; Özden, 2020; Ok, 2020; Nasırlı, 2020; Kantarcı, 2020).

3.3. Bakanlık Yönetim ve Organizasyon Modelleri

Yukarıda da vurgulandığı gibi, tarihsel süreç boyunca ormancılık çalışmaları çeşitli organizasyonlar yoluyla yönetilmiştir. Günümüze kadar gelen bu değişiklikler farklı ormancılık organizasyon ve yönetim şekille-

rinin tartışılmasına neden olmuştur. Bu bağlamda çalışma kapsamında; iki farklı örgütlenme ve yönetim düzenlenmesi taslağı oluşturulmuştur. Bunlardan birisi; "Doğal Kaynaklar Bakanlığı" merkez ve taşra örgütlenme yapısı, diğeri ise "Orman Bakanlığı" merkez ve taşra örgütlenmesidir.

3.3.1. Doğal Kaynaklar Bakanlığı Yönetim ve Organizasyon Yapısı

Doğal Kaynaklar Bakanlığı merkezde bakanlığa bağlı danışma ve destek birimleri, özel kalem müdürlüğü ile dört müsteşardan oluşmaktadır. Bakanlığa bağlı 13 genel müdürlük tasarlanmıştır (Ek-1). Bunlar;

1. Personel İşleri Genel Müdürlüğü,
2. Doğal Kaynaklar Araştırma Genel Müdürlüğü,
3. Çevre ve Etki Değerlendirme Yönetimi Genel Müdürlüğü,
4. Avrupa Birliği (AB) Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü,
5. Eğitim-Yayım ve İletişim Genel Müdürlüğü,
6. Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü,
7. Orman ve Köy İlişkiler (ORKÖY) Genel Müdürlüğü (Bağlı kuruluş),
8. Ağaçlandırma ve Erozyonla Mücadele (AGM) Genel Müdürlüğü (Bağlı kuruluş),
9. Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü (Bağlı kuruluş),
10. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (Bağlı kuruluş),
11. Orman Genel Müdürlüğü (OGM) (Bağlı kuruluş),
12. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü,
13. Doğa Koruma (DK) Genel Müdürlüğü (Bağlı kuruluş)

şeklindedir (Ek-1). Çalışmada her bir genel müdürlük için merkez ve taşra organizasyon şemasına yer verilmiştir. Personel İşleri, Doğal Kaynaklar Araştırma, Çevre ve Etki Değerlendirme Yönetimi, Dış İlişkiler ve AB, Eğitim-Yayım ve İletişim, Su Yönetimi Genel Müdürlükleri "Hizmet Birimleri" şeklinde, diğer genel müdürlükler ise "Bağlı Kuruluş" olarak planlanmıştır. Genel müdürlükler merkez teşkilatı, "grup başkanlıkları" ve bunlara bağlı "birim başkanlıkları" şeklindedir (Ek-1).

Eğitim-Yayım ve İletişim Genel Müdürlüğü, Dış İlişkiler ve AB Genel Müdürlüğü, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü ile Personel İşleri Genel Müdürlüğü sadece merkez birimlerine sahip olup taşra için ayrı bir örgütlenme öngörülmemiştir (Ek-1).

Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, Doğal Kaynaklar Araştırma Genel Müdürlüğü ile Çevre ve Etki Değerlendirme Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün merkez yapısında yer alan grup başkanlıklarının benzeri şekilde taşrada korunmuştur. Çevre ve Etki Değerlendirme ile Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlükleri taşrada; "Çevre ve Etki Değerlendirme Yönetimi Bölge Müdürlüğü" ile "Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Müdürlüğü" şeklinde planlanmıştır (Ek-1). Bu sistem içerisinde bölge müdürlükleri;

1. Kıyı Ege Bölgesi: **İzmir**, Manisa, Aydın, Muğla,

2. İç Ege Bölgesi: **Denizli,** Uşak, Afyonkarahisar, **Kütahya,**

3. Batı Akdeniz Bölgesi: **Antalya**, Burdur, **Isparta**,

4. Doğu Akdeniz Bölgesi: **Mersin**, **Adana**, Kilis, Osmaniye, **Kahramanmaraş**,

5. Batı Marmara Bölgesi: Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, **Çanakkale**, **Balıkesir**,

6. Doğu Marmara Bölgesi: **İstanbul**, İzmit, **Adapazarı**, **Bursa**, Bilecik, Yalova,

7. Batı Karadeniz Bölgesi: Düzce, **Bolu**, **Zonguldak**, Bartın, Karabük, **Kastamonu**,

8. Orta Karadeniz Bölgesi: Samsun, **Sinop**, Ordu, Çorum, **Amasya**, Tokat,

9. Doğu Karadeniz Bölgesi: **Giresun**, **Trabzon**, Rize, Gümüşhane, Bayburt, **Artvin**,

10. İç Anadolu (Kuzey) Bölgesi: **Ankara**, Çankırı, Kırıkkale, **Eskişehir**, Yozgat, Sivas,

11. İç Anadolu (Güney) Bölgesi: **Kayseri**, Kırşehir, Nevşehir, Niğde, Aksaray, Karaman, **Konya**,

12. Güneydoğu Anadolu (Batı) Bölgesi: Gaziantep, **Şanlıurfa**, Adıyaman, Diyarbakır, Mardin,

13. Güneydoğu Anadolu (Doğu) Bölgesi: Batman, Siirt, Bitlis, Şırnak, Hakkâri, **Van**,

14. Doğu Anadolu (Güney) Bölgesi: **Elâzığ**, Tunceli, Malatya, Bingöl, Muş,

15. Doğu Anadolu (Kuzey) Bölgesi: Erzincan, **Erzurum**, Kars, Ardahan, Iğdır, Ağrı

illerinden oluşacak şekilde 15 bölge müdürlüğü olarak tasarlanmış-

tır (Ek-1). “Çevre ve Etki Değerlendirme Yönetimi” ve “Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma” Bölge Müdürlükleri için oluşturulan 15 bölgedeki örgütlenmede bölge müdürlük merkezlerinin illerin sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyleri vb özellikleri dikkate alınarak farklı illerde konuşlanması planlanmıştır (Ek-1).

DSİ Genel Müdürlüğü ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün ise güncel yapılarındaki taşra örgütlenme şekli korunmuştur (Ek-1).

Doğal Kaynaklar Araştırma Genel Müdürlüğü, dört genel müdür yardımcılığı, destek (yardımcı) ve danışma birimleri ile birlikte 20 grup başkanlığı şeklinde oluşturulmuştur. Merkezdeki grup başkanlıklarının yapısı Doğal Kaynaklar Araştırma Bölge Müdürlüğü olarak planlanmıştır. Bu genel müdürlüğün taşra yapısı ise; güncel olarak yer alan 12 bölgesel ormancılık araştırma enstitülerinin isimleri düzenlenerek yapılarına 6 “Doğal Kaynaklar Araştırma Bölge Müdürlüğü” (Afyonkarahisar, Çanakkale, Samsun, Aksaray, Batman, Diyarbakır) eklenerek taşra yapısı kurgulanmıştır. Doğal Kaynaklar Araştırma Bölge Müdürlüğü’nün taşra yapısı, Doğal Kaynaklar Bakanlığı’nın kuruluşunda yer almış olan genel müdürlükleri kapsayacak düzeyde 20 bölüm baş mühendisliği ve bunlara bağlı mühendislikler şeklinde oluşturulmuştur (Ek-1). Bu nedenle söz konusu diğer genel müdürlükler için merkezde ayrıca bir araştırma birimi öngörülmemiştir.

ORKÖY, Ağaçlandırma, Orman ve Doğa Koruma Genel Müdürlüklerinin taşra teşkilatlanmasının organizasyonu ise; Doğal Kaynaklar Yönetim Bölge Müdürlüğü (DKYBM) ve bağlı doğal kaynaklar yönetim ve işletme müdürlükleri şeklinde planlanmıştır.

Söz konusu bu dört genel müdürlüğün taşra oluşumu Doğal Kaynaklar Yönetim Bölge Müdürlüğü, şeklinde tek bir bölge müdürlüğüdür.

ORKÖY, Ağaçlandırma, Orman ve Doğa Koruma Genel Müdürlüklerinde yer alan grup başkanlıkları taşradaki Doğal Kaynaklar Yönetim Bölge Müdürlüğü’nde “Başmühendislikler” (16 başmühendislik) ve bağlı mühendislikler olacak şekilde düzenlenmiştir.

Doğal kaynaklar bölge müdürlüğü 30 bölge müdürlüğünden oluşacak şekilde planlanarak aşağıda (Koyu ve renkli bir şeklide) sunulmaktadır.

1. Kıyı Ege Bölgesi: **İzmir**, Manisa, Aydın**, Muğla,**
2. İç Ege Bölgesi: **Denizli**, Uşak, Afyonkarahisar, **Kütahya**,
3. Batı Akdeniz Bölgesi: **Antalya**, Burdur, **Isparta**,
4. Doğu Akdeniz Bölgesi: **Mersin**, **Adana**, Kilis, Osmaniye, **Kahramanmaraş**,

5. Batı Marmara Bölgesi: Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, **Çanakkale**, **Balıkesir**,

6. Doğu Marmara Bölgesi: **İstanbul**, İzmit, **Adapazarı**, **Bursa**, Bilecik, Yalova,

7. Batı Karadeniz Bölgesi: Düzce, **Bolu**, **Zonguldak**, Bartın, Karabük, **Kastamonu**,

8. Orta Karadeniz Bölgesi: Samsun, **Sinop**, Ordu, Çorum, **Amasya**, Tokat,

9. Doğu Karadeniz Bölgesi: **Giresun**, **Trabzon**, Rize, Gümüşhane, Bayburt, **Artvin**,

10. İç Anadolu (Kuzey) Bölgesi: **Ankara**, Çankırı, Kırıkkale, **Eskişehir**, Yozgat, Sivas,

11. İç Anadolu (Güney) Bölgesi: **Kayseri**, Kırşehir, Nevşehir, Niğde, Aksaray, Karaman, **Konya**,

12. Güneydoğu Anadolu (Batı) Bölgesi: Gaziantep, **Şanlıurfa**, Adıyaman, Diyarbakır, Mardin,

13. Güneydoğu Anadolu (Doğu) Bölgesi: Batman, Siirt, Bitlis, Şırnak, Hakkâri, **Van**,

14. Doğu Anadolu (Güney) Bölgesi: **Elâzığ**, Tunceli, Malatya, Bingöl, Muş,

15. Doğu Anadolu (Kuzey) Bölgesi: Erzincan, **Erzurum**, Kars, Ardahan, Iğdır, Ağrı

Ayrıca Doğal Kaynaklar Yönetim Bölge Müdürlüğü'nün alt taşra birimleri; "Doğal Kaynaklar Yönetim ve İşletme Müdürlükleri (DKYİM)" şeklinde organize edilmiştir. Doğal Kaynaklar Yönetim ve İşletme Müdürlükleri 1 işletme müdür ve bağlı danışma ve destek (yardımcı) birimi ile birlikte 6 DKYİM yardımcısından oluşmaktadır.

Doğal Kaynaklar Yönetim Bölge Müdürlüğü'ne bağlı oluşturulan DKYİM bünyesinde; 16 Birim mühendisliği (DKYBM'deki başmühendisliklerin temsilcilikleri) ile yeterli sayıda DKYİ şefliği ve iki DKYİ depo şefliği kurulmuştur. DKYİM'ndeki 6 müdür yardımcılığının ikisinin görevi DKYİ şefliklerinin çalışmaları ile sınırlıdır. Diğer dört müdür yardımcılarının görevleri ise AGM, OGM ve ORKÖY çalışmalarının yürütülmesiyle ilgilidir.

3.3.2. Orman Bakanlığı Yönetim ve Organizasyon Yapısı

Orman Bakanlığı merkezde; 1 özel kalem, 3 müsteşar, danışma ve destek (yardımcı) birimleri ile Ar-Ge ve İnovasyon, AB Dış İlişkiler ve

Personel İşleri Bölüm Başkanlığı olacak şekilde örgütlenmesi planlanmıştır (Ek-2).

Orman Bakanlığı bünyesinde;

1. DSİ Genel Müdürlüğü
2. Meteoroloji Genel Müdürlüğü
3. ORKÖY Genel Müdürlüğü
4. AGM Genel Müdürlüğü
5. OGM Genel Müdürlüğü
6. Doğa Koruma Genel Müdürlüğü

şeklinde 6 bağlı kuruluş öngörülmüştür (Ek-2). Bunlardan DSİ ve Meteoroloji Genel Müdürlüklerinin merkez ve taşra teşkilat yapılarının güncel durumu korunmuştur.

ORKÖY Genel Müdürlüğü, merkezde iki genel müdür yardımcısı, danışma destek (yardımcı) birimleri ile birlikte 4 grup başkanlıkları şeklinde planlamıştır. Bunlar;

1. Ferdi Krediler Destekleme Grp. Bşk.
2. Kooperatif Kredileri Destekleme Grp. Bşk.
3. İzleme-Değerlendirme ve Koordinasyon Sistemleri Grp. Bşk.
4. Proje Planlama Grp. Bşk.

şeklindedir.

AGM, merkezde iki genel müdür yardımcısı, danışma destek (yardımcı) birimleri ile birlikte 5 grup başkanlıkları şeklinde planlamıştır. Bunlar;

1. Fidanlık ve Ulusal-Uluslararası Tohum Bankacılığı Grp. Bşk.
2. Ağaçlandırma Grp. Bşk.
3. Toprak Koruma ve Erozyonla Mücadele Grp. Bşk.
4. Havza Planlama ve Islahı Grp. Bşk.
5. Çölleşme ile Mücadele Grp. Bşk.

şeklindedir.

OGM, merkezde üç genel müdür yardımcısı, danışma destek (yardımcı) birimleri ile birlikte 9 grup başkanlıkları şeklinde planlamıştır. Bunlar;

1. Orman İdaresi ve Planlama Grp. Bşk.

2. İşletme ve Pazarlama Grp. Bşk.
3. Silvikültür Grp. Bşk.
4. Orman Yangını Grp. Bşk.
5. Orman Koruma ve Orman Zararlılarıyla Mücadele Grp. Bşk.
6. Odun Dışı Orman Ürün ve Hizmetleri Grp. Bşk.
7. İzin ve İrtifak Grp. Bşk.
8. Kadastro ve Mülkiyet Grp. Bşk.
9. İnşaat ve İkmal Grp. Bşk.

şeklindedir.

DKGM, merkezde iki genel müdür yardımcısı, danışma destek (yardımcı) birimleri ile birlikte 4 grup başkanlıkları şeklinde planlamıştır. Bunlar;

1. Milli Parklar Grp. Bşk.
2. Biyolojik Çeşitlilik Grp. Bşk.
3. Av ve Yaban Hayatı Grp. Bşk.
4. Doğa Koruma ve Hassas Alanlar Grp. Bşk.

şeklindedir.

Orman Bakanlığı'nın yukarıdaki birimlere yönelik taşra teşkilatlanmasında, bölge müdürlükleri kaldırılarak "Orman Yönetim ve İşletme Müdürlükleri" oluşturulmuştur. Bu yapı çerçevesinde güncelde yer alan orman işletme müdürlüklerine diğer genel müdürlüklerin grup başkanlıkları "Başmühendislik" şeklinde eklenmiştir. Böylece orman işletme müdürlükleri orman yönetim ve işletme müdürlükleri adıyla yeni bir yapı olarak planlanmıştır. Önerilen bu modelde; günümüzdeki iletişim olanaklarının gelişmişliği dikkate alınarak, orman bölge müdürlüklerinin orman işletme müdürlükleri ve merkez örgüt arasındaki iletişim oluşturma temel işlevi orman bölge müdürlüklerinin kaldırılmasıyla son bulmuştur (Ek-2). Aslında güncelde yer alan orman işletme müdürlükleri, orman yönetim ve işletme müdürlükleri adı altında varlığını sürdürmektedir. Ancak önerilen bu model ile orman işletme müdürlüklerinin/orman yönetim ve işletme müdürlüklerinin yönetim ve organizasyon yapısının kapsamı genişletilmiştir.

Orman yönetim ve işletme müdürlüklerinde yer alan genel müdürlüklerin diğer birimleri (ORKÖY, AGM ve DK Genel Müdürlükleri) doğrudan ilgili olduğu merkez örgüte bağlı olarak çalışırken; orman yönetim

ve işletme müdürlükleri kapsamında OGM'ye yönelik ormancılık iş ve işlemleri doğrudan OGM'ye bağlı olarak yürütülecektir.

Orman yönetim ve işletme müdürlükleri diğer genel müdürlükler yapısındaki grup başkanlıklarının başmühendislikler şeklinde eklenmesiyle daha büyük bir yönetim ve organizasyon bünyesine kavuşturulmuştur. Böylece orman yönetim ve işletme müdürlüklerinin mevcut yapısına tüm genel müdürlüklerdeki (OGM, AGM, ORKÖYGM, DKGM) grup başkanlıklarını temsilen 15 adet başmühendislik ve bağlı mühendislikler eklenmiştir.

Orman yönetim ve işletme müdürlüğü taşra teşkilatının yönetimi "Orman Yönetim ve İşletme Müdürlüğü Kurulu" tarafından gerçekleştirilecektir. Bu kurulun bileşeni; orman işletme ve yönetim kurulu başkanı, orman yönetim ve işletme şeflik temsilcileri ile ilgili başmühendislerden oluşmaktadır.

Orman işletme müdürlüklerindeki orman işletme şeflikleri ise; orman yönetim müdürlüğünde "Orman Yönetimi ve İşletme şefliği" adı altında güncel durumunu koruyacaktır. Bu birimler orman yönetim ve işletme müdürlüğü kuruluna bağlı olarak çalışacaktır. Ayrıca bu birimde her bir orman yönetim ve işletme müdürlüğü için olmak üzere iki "Orman Yönetim ve İşletme Depo Şefliği" kurgulanmıştır.

Ülke genelinde oluşturulan "Orman Yönetim ve İşletme Müdürlükleri" taşrada yaklaşık 270 adet olarak planlanmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ormancılık iş ve işlemlerinin etkin ve verimli yürütülebilmesi için yönetim ve organizayon yapısında yeni bir yaklaşıma ihtiyaç bulunmaktadır. Tarihsel süreç değerlendirildiğinde; ormancılık çalışmalarının yürütüldüğü birimlerin çeşitli bakanlıklara bağlı olduğu, bazen de orman bakanlığı adı altında bir organizasyona kavuşturulduğu görülmektedir.

Yönetim ve organizasyon iş ve işlemlerinin verimli ve etkin yürütülebilmesi işlevsel bir örgütlenme yapısıyla olanaklıdır. Bu açıdan bakıldığında ormancılık çalışmalarının taşra örgütlenmesi konusu sürekli bir sorun olarak görülmüştür. Özellikle orman bakanlığı süreçlerinde merkezdeki genel müdürlüklerin taşrada aynı alanda farklı işler yürütmesi zaman zaman yetki çatışması şeklinde somuta yansımıştır. Bu da işlevsel bir taşra örgütünün oluşturulamamasının temel nedeni olarak görülmektedir.

Bu çalışmaya ilişkin veriler ve modellerin oluşturulması; konuyla ilgili yapılmış çalışmaların inceleme ve değerlendirmelerinden, bu konu üzerinde çalışmış deneyimli meslektaşlarımızla yapılan görüşmeler ışığı altında gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmada iki farklı ormancılık organizasyonu ve yönetimi tartışmaya açılmaktadır. Bunlardan birincisinde orman ve ormancılıkla ilgili bazı birimler birlikte düşünülerek bir bütünlük çerçevesinde ele alınmıştır. Doğal Kaynaklar Bakanlığı bu anlamda oluşturulmuştur. Bu bakanlığa bağlı 13 genel müdürlük kurulmuştur. Bunlardan 5 genel müdürlük hizmet birimi, 8 genel müdürlük ise bağlı kuruluş olarak örgütlenme planlaması gerçekleştirilmiştir. 4 genel müdürlüğün (Personel işleri, Dış ilişkiler ve AB, Eğitim-Yayım ve İletişim ile Su yönetimi genel müdürlükleri) sadece merkez örgütlenmesi planlanmıştır. Diğer 9 genel müdürlüğün (Doğal kaynaklar araştırma, Çevre ve etki değerlendirme yönetimi, Kültür ve tabiat varlıklarını koruma, ORKÖY, AGM, DSİ, Meteoroloji, OGM, Doğa koruma genel müdürlükleri) merkez örgütlenmesinin yanı sıra taşra örgütlenmesi de coğrafi bölgeler ve coğrafi alt bölümler dikkate alınarak kurgulanmıştır.

Orman ve ormancılıkla ilgili iş ve işlemler Orman Bakanlığı adı altında; 6 genel müdürlük olarak ikinci yönetim ve organizasyon modeli oluşturulmuştur. Bu modelde DSİ ve Meteoroloji Genel Müdürlüklerinin merkez ve taşra teşkilatı güncel yapısını korumuştur. AGM, ORKÖYGM, DKGM ve OGM'nin merkez teşkilatları planlanmıştır. Bu 4 birimin taşra teşkilatı ise Orman Yönetim ve İşletme Müdürlüğü adı altında değerlendirilmiştir. Yapılan bu değerlendirmede genel müdürlüklerin merkez örgütünde yer alan grup başkanlıkları Orman yönetim ve işletme müdürlüğü içerisinde başmühendislikler ve bağlı mühendislikler olacak şekilde planlanmıştır. OYİM'nün yönetiminin OYİM Kurulu tarafından gerçekleştirilmesi öngörülmüştür. OYİM 15 başmühendislik ve 2 Orman yönetim ve işletme depo şefliği ile yeterli sayıda Orman yönetim ve işletme şefliğinden oluşmaktadır.

Bu çalışmaya oluşturulan iki model konuyla ilgili kamuoyuyla paylaşılarak tartışmaya açılmalı ve ortak bir görüşle orman ve ormancılıkla ilgili iş ve işlemlerin yönetimi ve organizasyonu revize edilmelidir.

KAYNAKLAR

Bilgin, S. M.; 1988. Orman İşletme Müdürlükleri Faaliyetleri ve Gelişmeler. Orman İşletmeciliğinin Gelişimi Sempozyumu, Orman Mühendisleri Odası Yayını, s: 18-27, Ankara.

Bingöl, İ., 1990; Geçmişten-Günümüze Ormanlarımız ve Ormancılığımız, Ormancılık Eğitim ve kültür Vakfı Yayın No: 3, İstanbul.

Budak, G., Budak, G.; 2013. İşletme Yönetimi. Meta Basım Matbaacılık, ISBN No: 978-975-6751-25-1, İzmir.

Coşgun, U.; 2016. Orman Genel Müdürlüğü Örgütlenme Yapısı ve Uygulamalarının Değerlendirilmesi. Türkiye'nin Ormancılık Serüveni, Örgütlenmesi ve Ormancılıkta Kadının Yeri Paneli, Türkiye Ormancılar Derneği, s: 44-94, ISBN No: 978-605-64482-5-6.

Coşgun, U.; 2020. Ülkemizde Doğa Koruma ve 2873 Sayılı Milli Parklar Yasasının Evrilme Sürecinin Değerlendirilmesi. Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Akademik Çalışmalar – II, ISBN No: 978-625-7884-75-4, Gece Kitaplığı Yayınevi, Ankara.

Çağlar, Y.; 1993. Ormancılığımızda Örgütlenme. 1. Ormancılık Şurası Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları, Cilt 2, s: 424-428, Seri No: 13, Yayın No: 006, 1-5 Kasım, Ankara.

Çağlar, Y.; 1995. Türkiye İçin Bir Ormancılık Yönetimi Seçeneği. I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Orman Mühendisleri Odası, Bildiriler Kitabı, Cilt 4, s: 158-165, Trabzon.

Çağlar, Y.; 2012. Türkiye'de Ormancılık Tarihi. ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A. Ş. Yayınları, ODTÜ Yayıncılık, ISBN No: 978-605-4362-66-0, Ankara.

Daşdemir, İ.; 1998. Devlet Orman İşletmelerinin Yönetsel ve Örgütsel Boyutlarının Belirlenmesi. Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Rapor Yayın No:3, 70 s., Erzurum.

Daşdemir, İ. 1999. Çağdaş Ormancılık Anlayışı ve Örgüt Yapısı. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 1, Sayı 2, s.25-47, Bartın.

Daşdemir, İ. 2016. Türkiye Ormancılığında Çağdaş Yönetim Anlayışı ve Örgütlenme Modeli. Türkiye'nin Ormancılık Serüveni, Örgütlenmesi ve Ormancılıkta Kadının Yeri Paneli Kitabı, s.95-111, ISBN: 978-605-64482-5-6, Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, Ankara.

Daşdemir, İ.; 2020. Türkiye Ormancılığı İçin Alternatif Yönetim Anlayışı ve Örgütlenme Modeli. Ormancılıkta Yönetim ve Örgütlenme. Türkiye Ormancılar Derneği (TOD), ISBN No: 978-975-93478-9-5, 152 sayfa, Ankara.

Doğan, M.; 2014. İşletme Ekonomisi ve Yönetimi. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti. Yayın no: 173, İktasidi-İdari Bilimler No: 31, ISBN No: 978-605-133-075-4, Ankara.

Eren, E.; 2001. Yönetim ve Organizasyon (Çağdaş ve Kültürel Yaklaşımlar). Beta Basım Yayım Dağıtım A. Ş., İstanbul, 5. Baskı.

Ertürk, M.; 1998. İşletmelerde Yönetim ve Organisazyon. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., Yayın No: 596, Eğitim Dizisi No: 55, ISBN No: 975-486-491-8, İstanbul.

Genç, N.; 2017. Yönetim ve Organizasyon: Çağdaş Sistemler ve Yaklaşımlar. Seçkin Akademik ve Mesleki Yayınlar, Yayın No: 101, ISBN No: 978-975-02-4527-5, Ankara.

Geray, U.; 1993. 1. Ormancılık Şurası Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları, Cilt 3, s: 137-149, Seri No: 13, Yayın No: 006, 1-5 Kasım, Ankara.

Gülen, İ., Özdönmez, M.; 1980. Orman İdare (Yönetim) Bilgisi. İ. Ü. Yayın No: 2773, O. F. Yayın No: 292, İstanbul.

Gülen, İ., Özdönmez, M.; 1987. Orman Yönetim Bilgisi. İ. Ü. Yayın No: 3442, O. F. Yayın No: 385, ISBN No: 975-404-009-5, İstanbul.

Gümüş, C., 2004. Ormancılık Politikası. Cilt I-II, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon, 975-6983-39-6.

Gümüş, C.; 2016. Cibal-i Mubaha'dan Devlet Ormancılığına Türkiye'nin Ormancılık Serüveni. Türkiye'nin Ormancılık Serüveni, Örgütlenmesi ve Ormancılıkta Kadının Yeri Paneli, Türkiye Ormancılar Derneği, s: 02-43, ISBN No: 978-605-64482-5-6.

Gümüş, C.; 2018. Türk Orman Devrimi. Türkiye ormancılar Derneği, Yayın No: 43, ISBN No: 978-605-68977-0-2, Dönmez Ofset, Ankara.

Gümüş, C., Ayaz, H., 2020; Türkiye' de Ormancılık Örgütlenmesinin Yeniden Yapılandırılması Üzerine Görüşler, Ormancılıkta Yönetim ve Örgütlenme, Türkiye Ormancılar Derneği Yayın No: 52, Sayfa: 23-32, Ankara.

Kantarcı, M. D.; 2018. Tarım ve Orman Bakanlığı Kuruluş Taslağı (2018) Üzerine Bir Değerlendirme, 23 Aralık 2018, Basılmamış 17 sayfalık Rapor.

Köse, M., Daşdemir, İ., Yurdakul Erol, S., Yıldırım, H. T., Arslan, A., Göksu, E., Şekercan, U. A., Alkan, S.; 2018a. Türkiye'de Ormancılık Örgütü ve Yönetimine İlişkin R'WOT Analizi Uygulaması. Türkiye Ormancılık Dergisi, Araştırma Makalesi, 19 (3): 252-264, DOI: 10.18182/tjf.451363.

Köse, M., Daşdemir, İ., Yurdakul Erol, S., Yıldırım, H. T., Arslan, A., Göksu, E., Şekercan, U. A., Alkan, S.; 2018b. Türkiye Ormancılığı İçin Alternatif Örgütlenme Modellerinin Geliştirilmesi. Ormancılık Araştırma Dergisi, 5 (2): 143-168.

Köse, M., Daşdemir, İ., Yurdakul Erol, S., Yıldırım, H. T., Arslan, A., Göksu, E., Şekercan, U. A., Alkan, S., 2018c. Türkiye Ormancılığı İçin Alternatif

Örgütlenme Modellerinin Geliştirilmesi" adlı ve 10.5301/2014-2017 numaralı araştırma projesinin Sonuç Raporu, 178 sayfa, İstanbul.

Kutluk, H., 1948-1967; Türkiye Ormancılığı ile İlgili Tarihi Vesikalar, T.C. Tarım Bakanlığı, OGM Yayınları Özel Sayı: 56, İstanbul.

Nasırlı, C.; 2020. Orman Bakanlığının Yeniden Yapılandırması. Ormancılıkta Yönetim ve Örgütlenme. Türkiye Ormancılar Derneği (TOD), ISBN No: 978-975-93478-9-5, 152 sayfa, Ankara.

Ok, K.; 2020. Türkiye'de Ormancılığın Yeniden Yapılandırılması Üzerine Düşünceler. Ormancılıkta Yönetim ve Örgütlenme. Türkiye Ormancılar Derneği (TOD), ISBN No: 978-975-93478-9-5, 152 sayfa, Ankara.

Özalp, İ.; 1995. Yönetim ve Organizasyon. Metin Ofset Matbaacılık, Cilt 1, Eskişehir.

Özden, S.; 2020. Türkiye'de Ormancılık Örgütünün Yapısı Nasıl Olmalı? Ormancılıkta Yönetim ve Örgütlenme. Türkiye Ormancılar Derneği (TOD), ISBN No: 978-975-93478-9-5, 152 sayfa, Ankara.

Özdönmez, M., Akesen, A., Ekizoğlu, A.; 1998. Yönetim ve Organizasyon. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4062, Fakülte Yayın No: 450, ISBN No: 975-404-486-4, İstanbul.

Özer, A., Akçakaya, M., Yaylı, H., Batmaz, N. Y.; 2019. Kamu Yönetimi Klasik (Yapı ve Süreçler). Gazi Kitabevi Tic. Ltd. Şti., Yayın No: 212, ISBN No: 978-065-7805-45-5, Ankara.

Sağkaya, A.; 1988. Orman İşletmeciliğinde Organizasyon. Orman İşletmeciliğinin Gelişimi Sempozyumu, Orman Mühendisleri Odası Yayını, s: 11-17, Ankara.

Tortop, N., İşbir, G. E., Aykaç, B., Yaman, H., Özer, M. A.; 2017. Yönetim Bilimi. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti. Yayın no: 487, İktasidi-İdari Bilimler No: 92, ISBN No: 978-605-133-389-2, Ankara.

Yazıcı, K.; 1988. Türkiye'de Ormancılığın Yönetim ve Organizasyon Sorunları. Orman İşletmeciliğinin Gelişimi Sempozyumu, Orman Mühendisleri Odası Yayını, s: 01-10, Ankara.

Yomralıoğlu, Ş.; 1985. Devlet Orman İşletme Müdürlüklerinde Yönetim. Türkiye Ormancılar Derneği, Orman ve Av Dergisi, Yıl: 61, Cilt: 61, Sayı: 5, Mayıs, s: 26-27, Ankara.

Yomralıoğlu, Ş.; 1986. Orman Genel Müdürlüğü'nün Çağdaş Örgütsel Yapısı. Türkiye Ormancılar Derneği, Orman ve Av Dergisi, Yıl: 63, Cilt: 63, Sayı: 5, Ağustos, s: 14-19, Ankara.

Yomralıoğlu, Ş.; 1987. Orman İşletmelerinin Çağdaş Örgütsel Yapısı. Türkiye Ormancılar Derneği, Orman ve Av Dergisi, Yıl: 63, Cilt: 63, Sayı: 6, s: 11-17, Ankara.

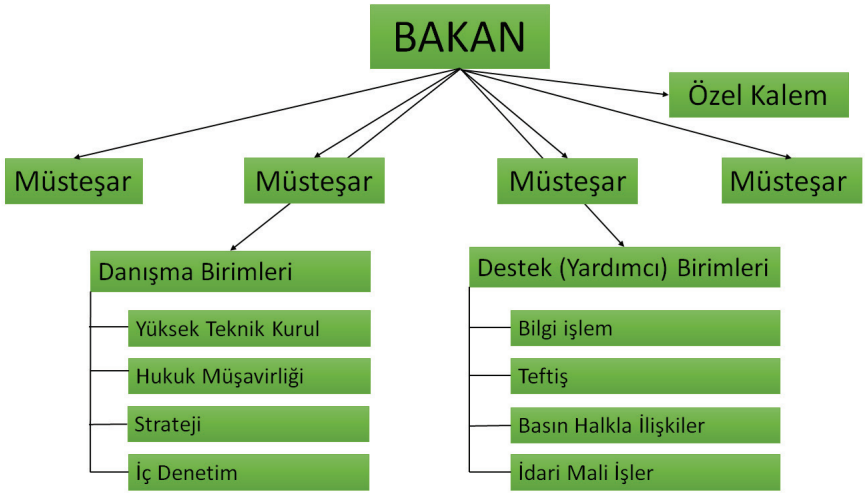
İnternet Kaynakları:

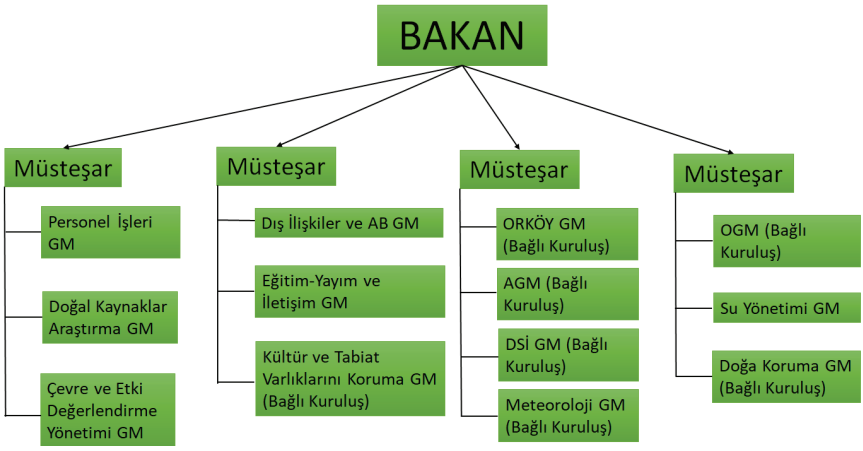
URL-1, 2021. 1982 Anayasası, https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2709.pdf, Erişim tarihi: 02.08.2021.

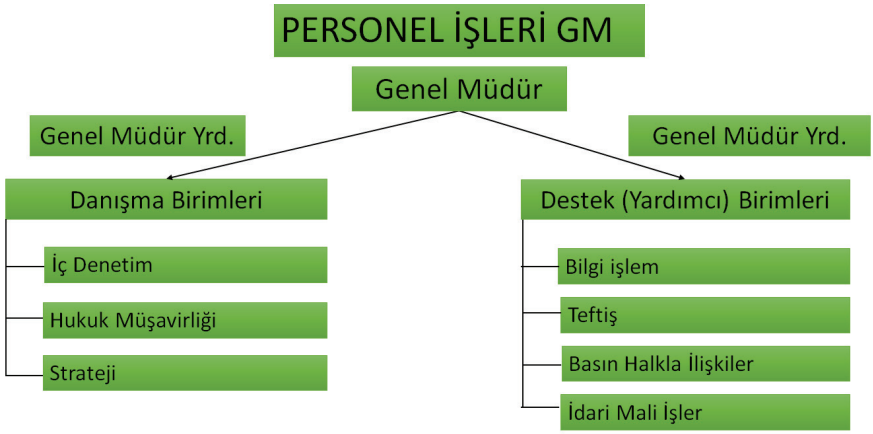
EKLER

EK - 1

DOĞAL KAYNAKLAR BAKANLIĞI



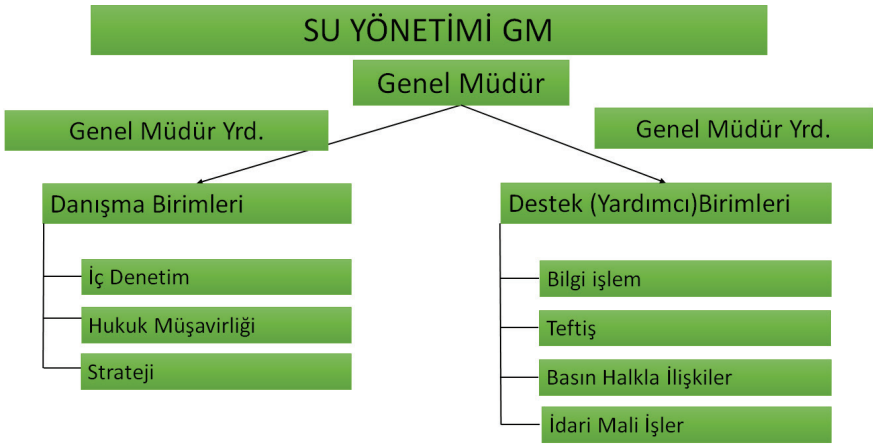



PERSONEL İŞLERİ GM
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Danışma Birimleri
İç Denetim
Hukuk Müşavirliği
Strateji
Destek (Yardımcı) Birimleri
Bilgi işlem
Teftiş
Basın Halkla İlişkiler
İdari Mali İşler

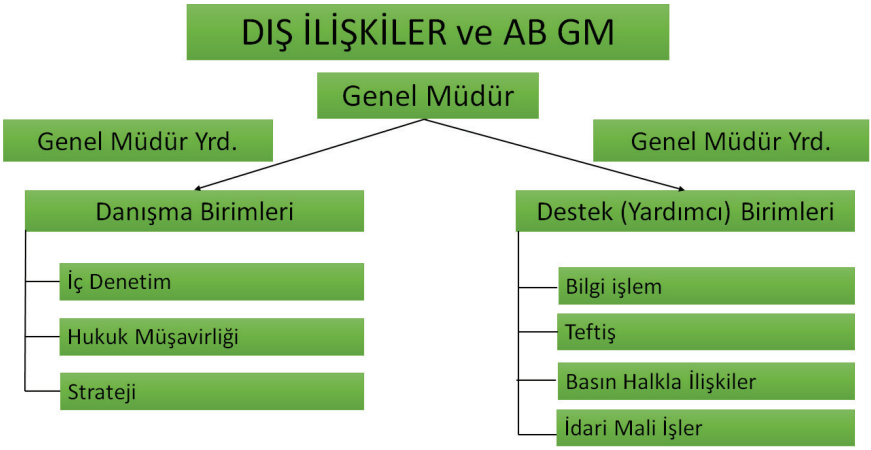
PERSONEL İŞLERİ GM
Genel Müdür
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı) Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Kadro ve Emeklilik İşleri Grp. Bşk.
Özlük İşlemleri Brm. Bşk.
Emeklilik İşlemleri Brm. Bşk.
İşçi ve İşveren İlişkileri Grp. Bşk.
Daimi İşçi Brm. Bşk.
Geçici İşçi Brm. Bşk.
Sözleşmeli İşçi Brm. Bşk.
İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları Brm. Bşk.
Taşra Atama Grp. Bşk.
Yönetici Atama Brm. Bşk.
Memur Atama Brm. Bşk.
Muhafaza Memuru Atama Brm. Bşk.
Merkez Atama Grp. Bşk.
Yönetici Atama Brm. Bşk.
Memur Atama Brm. Bşk.
Sağlık ve Sosyal İşler Grp. Bşk.
Toplu İş Sözleşmeleri Brm. Bşk.
Sağlık İşleri Brm. Bşk.
Disiplin İşleri Grp. Bşk.
Yönetici Brm. Bşk.
Memur Brm. Bşk.
Muhafaza Memuru Brm. Bşk.
Teknik Eleman Brm. Bşk.
İşçi Brm. Bşk.

EĞİTİM-YAYIM ve İLETİŞİM GM
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Danışma Birimleri
İç Denetim
Hukuk Müşavirliği
Strateji
Destek (Yardımcı) Birimleri
Bilgi işlem
Teftiş
Basın Halkla İlişkiler
İdari Mali İşler

EĞİTİM-YAYIM ve İLETİŞİM GM
Genel Müdür
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı) Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Eğitim İşleri Grp. Bşk.
Yönetici Eğitimi Brm. Bşk.
Teknik Eleman Eğitimi Brm. Bşk.
Memur Eğitimi Brm. Bşk.
İşçi Eğitimi Brm. Bşk.
Muhafaza Memuru Eğitimi Brm. Bşk.
Araştırmacı Eğitimi Brm. Bşk.
Yayım İşleri Grp. Bşk.
Genel Müdürlükler Yayım İşleri Brm. Bşk.
Sivil Toplum Örgütleri Yayım İşleri Brm. Bşk.
Halka Yönelik Yayım İşleri Brm. Bşk.
Uluslararası İlişkilerde Yayım İşleri Brm. Bşk.
Yayın İşleri Grp. Bşk.
Genel Müdürlükler Yayın İşleri Brm. Bşk.
Sivil Toplum Örgütleri Yayın İşleri Brm. Bşk.
Halka Yönelik Yayın İşleri Brm. Bşk.
Uluslararası İlişkilerde Yayın İşleri Brm. Bşk.
İletişim Grp. Bşk.
İç Paydaş İletişim Brm. Bşk.
Dış Paydaş İletişim Brm. Bşk.
Sanal İletişim Kanalları Geliştirme Brm. Bşk.

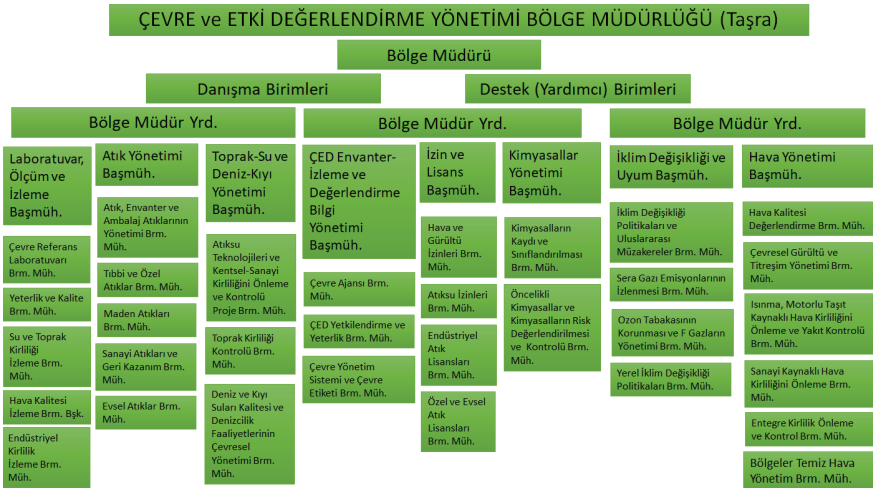

SU YÖNETİMİ GM
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Danışma Birimleri
İç Denetim
Hukuk Müşavirliği
Strateji
Destek (Yardımcı)Birimleri
Bilgi işlem
Teftiş
Basın Halkla İlişkiler
İdari Mali İşler

SU YÖNETİMİ GM
Genel Müdür
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı) Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Su Havzaları Yönetimi Grp. Bşk.
Etüt-Proje, İzleme ve Değerlendirme Birim Başkanlığı
Arıtma ve Su verimliliği Yönetimi Brm. Bşk.
Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Brm. Bşk.
Genel Müdür Yrd.
Su Kalitesi Yönetimi Grp. Bşk.
Yerüstü Sular Yönetimi Brm. Bşk.
Yeraltı Suları Yönetimi Brm. Bşk.
Göller ve Sulak Alanlar Yönetimi Brm. Bşk.
Kimyasal, Biyolojik ve Hidromorfolojik Yönetim Brm. Bşk.
Genel Müdür Yrd.
Su Hukuku ve Politikası Grp. Bşk.
Sınıraşan Sular Brm. Bşk.
İç Sular Brm. Bşk.
İklim Değişikliğine Uyum Brm. Bşk.
Su Ekonomisi ve Yönetimi Brm. Bşk.

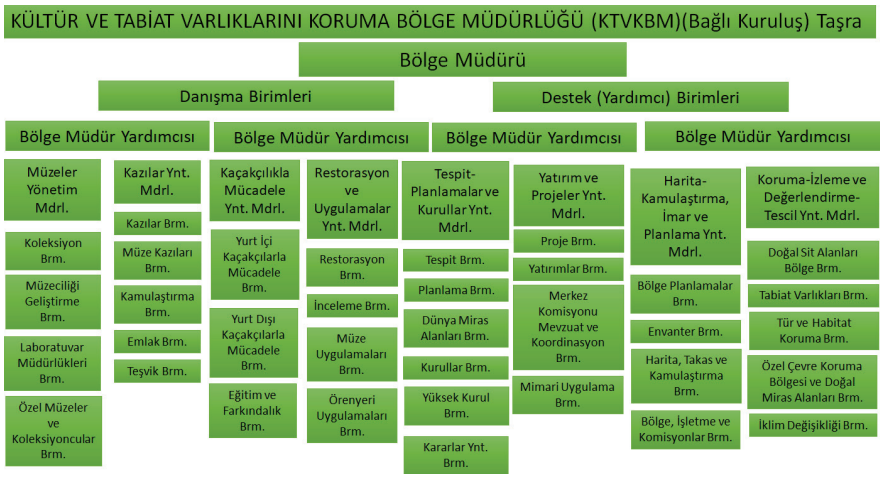

DIŞ İLİŞKİLER ve AB GM
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı) Birimleri
İç Denetim
Hukuk Müşavirliği
Strateji
Bilgi işlem
Teftiş
Basın Halkla İlişkiler
İdari Mali İşler

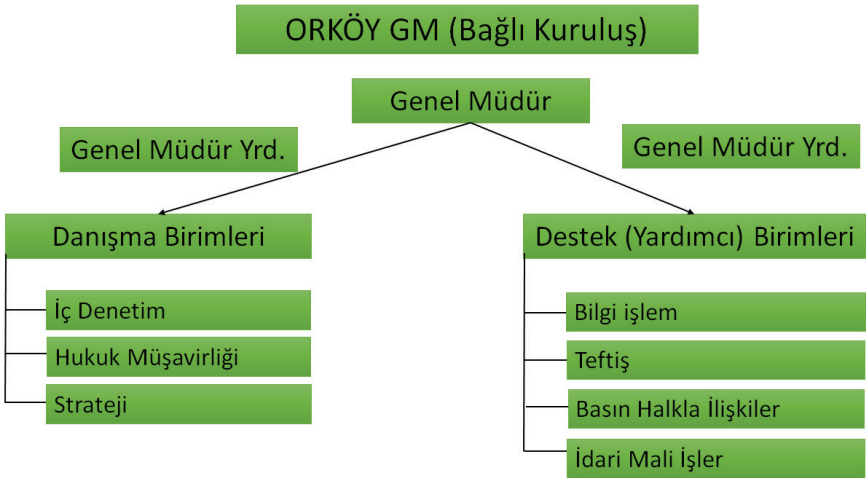
DIŞ İLİŞKİLER ve AB GM
Genel Müdür
Danışma Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Destek (Yardımcı) Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Uluslararası Kuruluşlar Grp. Bşk.
Projeler ve Anlaşmalar Brm. Bşk.
Yasalar ve Mevzuat Uygulamaları Brm. Bşk.
Biyolojik Çeşitlilik Koruma ve İzleme-Değerlendirme Brm. Bşk.
Avrupa Birliği Uyum Grp. Bşk.
Enformasyon-İletişim ve STK İlişkileri Brm. Bşk.
Su ve Çevre Uyum Brm. Bşk.
Kültür ve Tabiat Varlıkları Brm. Bşk.
Orman ve Ormancılık İşleri Brm. Bşk.
İkili İlişkiler ve Uyum Grp. Bşk.
Komşu Ülkeler Brm. Bşk.
Avrupa Brm. Bşk.
Amerika Brm. Bşk.
Çin Brm. Bşk.
Orta Doğu Brm. Bşk.
Asya Brm. Bşk.
Afrika Brm. Bşk.
Ekonomik ve Teknik İlişkiler Grp. Bşk.
Karadeniz Brm. Bşk.
Çin Brm. Bşk.
Komşu Ülkeler Brm. Bşk.
Avrupa Brm. Bşk.
Amerika Brm. Bşk.
Orta Doğu Brm. Bşk.
Asya Brm. Bşk.
Afrika Brm. Bşk.

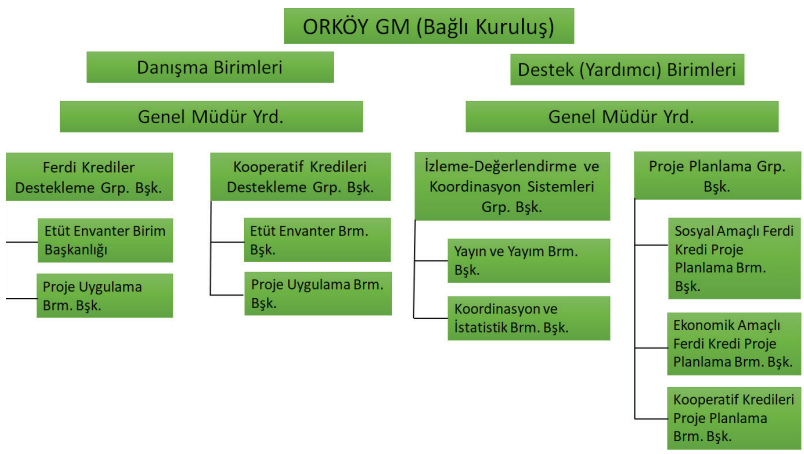
ÇEVRE VE ETKİ DEĞERLENDİRME YÖNETİMİ GM
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Grp. Bşk.
Çevre Referans Laboratuvarı Brm. Bşk.
Yeterlik ve Kalite Brm. Bşk.
Su ve Toprak Kirliliği İzleme Brm. Bşk.
Hava Kalitesi İzleme Brm. Bşk.
Endüstriyel Kirlilik İzleme Brm. Bşk.
Atık Yönetimi Grp. Bşk.
Atık, Envanter ve Ambalaj Atıklarının Yönetimi Brm. Bşk.
Tıbbi ve Özel Atıklar Brm. Bşk.
Maden Atıkları Brm. Bşk.
Sanayi Atıkları ve Geri Kazanım Brm. Bşk.
Evsel Atıklar Brm. Bşk.
Toprak-Su ve Deniz-Kıyı Yönetimi Grp. Bşk.
Atıksu Teknolojileri ve Kentsel-Sanayi Kirliliğini Önleme ve Kontrolü Proje Brm. Bşk.
Toprak Kirliliği Kontrolü Brm. Bşk.
Deniz ve Kıyı Suları Kalitesi ve Denizcilik Faaliyetlerinin Çevresel Yönetimi Brm. Bşk.
ÇED Envanter-İzleme ve Değerlendirme Bilgi Yönetimi Grp. Bşk.
Çevre Ajansı Brm. Bşk.
ÇED Yetkilendirme ve Yeterlik Brm. Bşk.
Çevre Yönetim Sistemi ve Çevre Etiketi Brm. Bşk.
İzin ve Lisans Grp. Bşk.
Hava ve Gürültü İzinleri Brm. Bşk.
Atıksu İzinleri Brm. Bşk.
Endüstriyel Atık Lisansları Brm. Bşk.
Özel ve Evsel Atık Lisansları Brm. Bşk.
Kimyasallar Yönetimi Grp. Bşk.
Kimyasalların Kaydı ve Sınıflandırılması Brm. Bşk.
Öncelikli Kimyasallar ve Kimyasalların Risk Değerlendirilmesi ve Kontrolü Brm. Bşk.
İklim Değişikliği ve Uyum Grp. Bşk.
İklim Değişikliği Politikaları ve Uluslararası Müzakereler Brm. Bşk.
Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi Şb. Müd.
Ozon Tabakasının Korunması ve F Gazların Yönetimi Şb. Müd.
Yerel İklim Değişikliği Politikaları Şb. Müd.
Hava Yönetimi Grp. Bşk.
Hava Kalitesi Değerlendirme Şb. Müd.
Çevresel Gürültü ve Titreşim Yönetimi Şb. Müd.
Isınma, Motorlu Taşıt Kaynaklı Hava Kirliliğini Önleme ve Yakıt Kontrolü Şb. Müd.
Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğini Önleme Şb. Müd.
Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Şb. Müd.
Bölgeler Temiz Hava Yönetim Brm. Bşk.

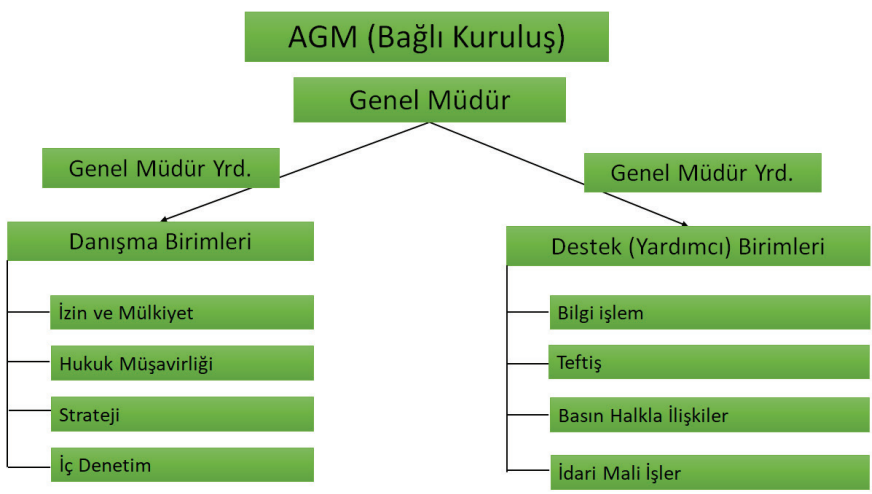

ÇEVRE ve ETKİ DEĞERLENDİRME YÖNETİMİ BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ (Taşra)
Bölge Müdürü
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı) Birimleri
Bölge Müdür Yrd.
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Başmüh.
Çevre Referans Laboratuvarı Brm. Müh.
Yeterlik ve Kalite Brm. Müh.
Su ve Toprak Kirliliği İzleme Brm. Müh.
Hava Kalitesi İzleme Brm. Bşk.
Endüstriyel Kirlilik İzleme Brm. Müh.
Atık Yönetimi Başmüh.
Atık, Envanter ve Ambalaj Atıklarının Yönetimi Brm. Müh.
Tıbbi ve Özel Atıklar Brm. Müh.
Maden Atıkları Brm. Müh.
Sanayi Atıkları ve Geri Kazanım Brm. Müh.
Evsel Atıklar Brm. Müh.
Toprak-Su ve Deniz-Kıyı Yönetimi Başmüh.
Atıksu Teknolojileri ve Kentsel-Sanayi Kirliliğini Önleme ve Kontrolü Proje Brm. Müh.
Toprak Kirliliği Kontrolü Brm. Müh.
Deniz ve Kıyı Suları Kalitesi ve Denizcilik Faaliyetlerinin Çevresel Yönetimi Brm. Müh.
Bölge Müdür Yrd.
ÇED Envanter-İzleme ve Değerlendirme Bilgi Yönetimi Başmüh.
Çevre Ajansı Brm. Müh.
ÇED Yetkilendirme ve Yeterlik Brm. Müh.
Çevre Yönetim Sistemi ve Çevre Etiketi Brm. Müh.
İzin ve Lisans Başmüh.
Hava ve Gürültü İzinleri Brm. Müh.
Atıksu İzinleri Brm. Müh.
Endüstriyel Atık Lisansları Brm. Müh.
Özel ve Evsel Atık Lisansları Brm. Müh.
Kimyasallar Yönetimi Başmüh.
Kimyasalların Kaydı ve Sınıflandırılması Brm. Müh.
Öncelikli Kimyasallar ve Kimyasalların Risk Değerlendirilmesi ve Kontrolü Brm. Müh.
Bölge Müdür Yrd.
İklim Değişikliği ve Uyum Başmüh.
İklim Değişikliği Politikaları ve Uluslararası Müzakereler Brm. Müh.
Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi Brm. Müh.
Ozon Tabakasının Korunması ve F Gazların Yönetimi Brm. Müh.
Yerel İklim Değişikliği Politikaları Brm. Müh.
Hava Yönetimi Başmüh.
Hava Kalitesi Değerlendirme Brm. Müh.
Çevresel Gürültü ve Titreşim Yönetimi Brm. Müh.
Isınma, Motorlu Taşıt Kaynaklı Hava Kirliliğini Önleme ve Yakıt Kontrolü Brm. Müh.
Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğini Önleme Brm. Müh.
Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Brm. Müh.
Bölgeler Temiz Hava Yönetim Brm. Müh.

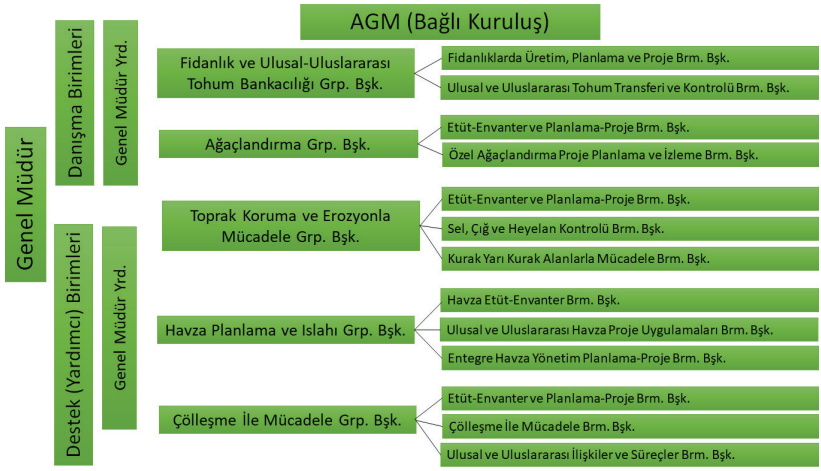
KÜLTÜR VE TABİAT VARLIKLARINI KORUMA GM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı) Birimleri
Genel Müdür Yardımcısı
Müzeler Yönetim Bşk.
Koleksiyon Ynt. Brm.
Müzeciliği Geliştirme Ynt. Brm.
Özel Müzeler ve Koleksiyoncular Ynt. Brm.
Laboratuvar Müdürlükleri Ynt. Brm.
Kazılar Ynt.Bşk.
Kazılar Ynt. Brm.
Müze Kazıları Ynt. Brm.
Kamulaştırma Ynt. Brm.
Emlak Ynt. Brm.
Teşvik Ynt. Brm.
Genel Müdür Yardımcısı
Kaçakçılıkla Mücadele Ynt.Bşk.
Yurt İçi Kaçakçılarla Mücadele Ynt. Brm.
Yurt Dışı Kaçakçılarla Mücadele Ynt. Brm.
Eğitim ve Farkındalık Ynt. Brm.
Restorasyon ve Uygulamalar Ynt.Bşk.
Restorasyon Ynt. Brm.
İnceleme Ynt. Brm.
Müze Uygulamaları Ynt. Brm.
Örenyeri Uygulamaları Ynt. Brm.
Genel Müdür Yardımcısı
Tespit-Planlamalar ve Kurullar Ynt.Bşk.
Tespit Ynt. Brm.
Planlama Ynt. Brm.
Dünya Miras Alanları Ynt. Brm.
Kurullar Ynt. Brm.
Yüksek Kurul Ynt. Brm.
Kararlar Ynt. Brm.
Yatırım ve Projeler Ynt.Bşk.
Proje Ynt. Brm.
Yatırımlar Ynt. Brm.
Merkez Komisyonu Mevzuat ve Koordinasyon Ynt. Brm.
Mimari Uygulama Ynt. Brm.
Genel Müdür Yardımcısı
Harita-Kamulaştırma, İmar ve Planlama Ynt.Bşk.
Bölge Planlamalar Ynt. Brm.
Envanter Ynt. Brm.
Harita, Takas ve Kamulaştırma Ynt. Brm.
Bölge, İşletme ve Komisyonlar Ynt. Brm.
Koruma-İzleme ve Değerlendirme-Tescil Ynt.Bşk.
Doğal Sit Alanları Bölge Ynt. Brm.
Tabiat Varlıkları Ynt. Brm.
Tür ve Habitat Koruma Ynt. Brm.
Özel Çevre Koruma Bölgesi ve Doğal Miras Alanları Ynt. Brm.
İklim Değişikliği Ynt. Brm.

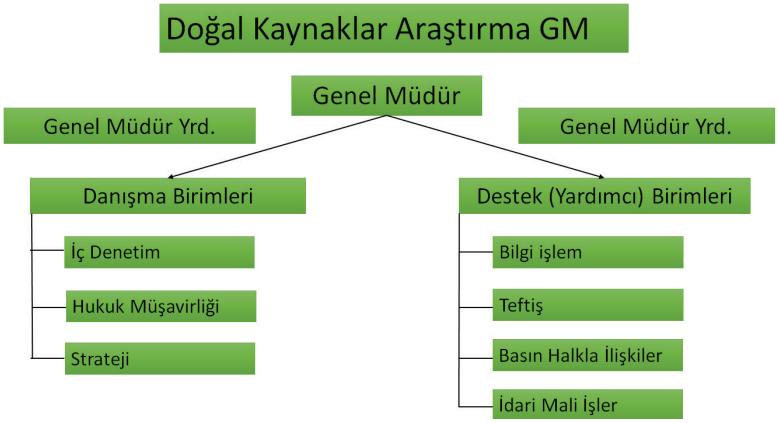

KÜLTÜR VE TABİAT VARLIKLARINI KORUMA BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ (KTVKBM)(Bağlı Kuruluş) Taşra
Bölge Müdürü
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı) Birimleri
Bölge Müdür Yardımcısı
Müzeler Yönetim Mdrl.
Koleksiyon Brm.
Müzeciliği Geliştirme Brm.
Laboratuvar Müdürlükleri Brm.
Özel Müzeler ve Koleksiyoncular Brm.
Kazılar Ynt. Mdrl.
Kazılar Brm.
Müze Kazıları Brm.
Kamulaştırma Brm.
Emlak Brm.
Teşvik Brm.
Bölge Müdür Yardımcısı
Kaçakçılıkla Mücadele Ynt. Mdrl.
Yurt İçi Kaçakçılarla Mücadele Brm.
Yurt Dışı Kaçakçılarla Mücadele Brm.
Eğitim ve Farkındalık Brm.
Restorasyon ve Uygulamalar Ynt. Mdrl.
Restorasyon Brm.
İnceleme Brm.
Müze Uygulamaları Brm.
Örenyeri Uygulamaları Brm.
Bölge Müdür Yardımcısı
Tespit-Planlamalar ve Kurullar Ynt. Mdrl.
Tespit Brm.
Planlama Brm.
Dünya Miras Alanları Brm.
Kurullar Brm.
Yüksek Kurul Brm.
Kararlar Ynt. Brm.
Yatırım ve Projeler Ynt. Mdrl.
Proje Brm.
Yatırımlar Brm.
Merkez Komisyonu Mevzuat ve Koordinasyon Brm.
Mimari Uygulama Brm.
Bölge Müdür Yardımcısı
Harita-Kamulaştırma, İmar ve Planlama Ynt. Mdrl.
Bölge Planlamalar Brm.
Envanter Brm.
Harita, Takas ve Kamulaştırma Brm.
Bölge, İşletme ve Komisyonlar Brm.
Koruma-İzleme ve Değerlendirme-Tescil Ynt. Mdrl.
Doğal Sit Alanları Bölge Brm.
Tabiat Varlıkları Brm.
Tür ve Habitat Koruma Brm.
Özel Çevre Koruma Bölgesi ve Doğal Miras Alanları Brm.
İklim Değişikliği Brm.


ORKÖY GM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Danışma Birimleri
İç Denetim
Hukuk Müşavirliği
Strateji
Destek (Yardımcı) Birimleri
Bilgi işlem
Teftiş
Basın Halkla İlişkiler
İdari Mali İşler


ORKÖY GM (Bağlı Kuruluş)
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı) Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Ferdi Krediler Destekleme Grp. Bşk.
Etüt Envanter Birim Başkanlığı
Proje Uygulama Brm. Bşk.
Kooperatif Kredileri Destekleme Grp. Bşk.
Etüt Envanter Brm. Bşk.
Proje Uygulama Brm. Bşk.
İzleme-Değerlendirme ve Koordinasyon Sistemleri Grp. Bşk.
Yayın ve Yayım Brm. Bşk.
Koordinasyon ve İstatistik Brm. Bşk.
Proje Planlama Grp. Bşk.
Sosyal Amaçlı Ferdi Kredi Proje Planlama Brm. Bşk.
Ekonomik Amaçlı Ferdi Kredi Proje Planlama Brm. Bşk.
Kooperatif Kredileri Proje Planlama Brm. Bşk.

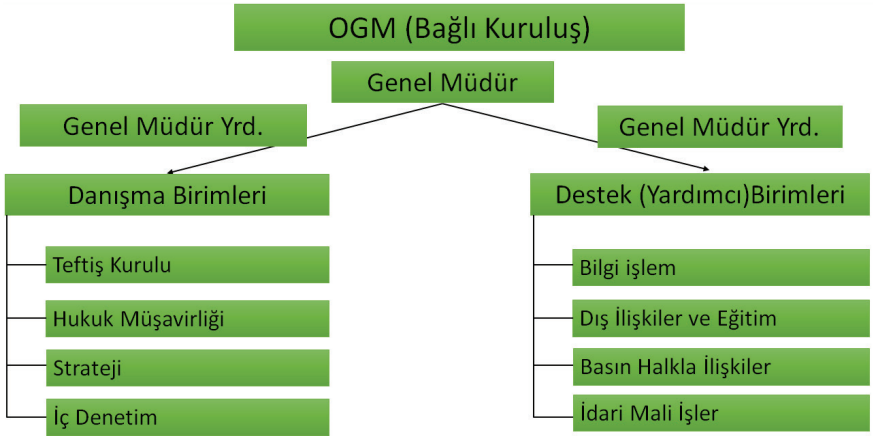

AGM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Danışma Birimleri
İzin ve Mülkiyet
Hukuk Müşavirliği
Strateji
İç Denetim
Destek (Yardımcı) Birimleri
Bilgi işlem
Teftiş
Basın Halkla İlişkiler
İdari Mali İşler

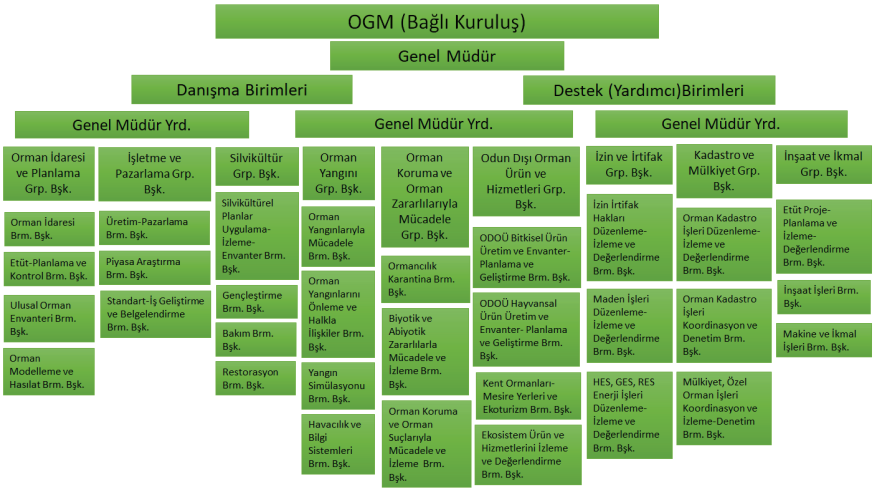

AGM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Danışma Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Destek (Yardımcı) Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Fidanlık ve Ulusal-Uluslararası Tohum Bankacılığı Grp. Bşk.
Fidanlıklarda Üretim, Planlama ve Proje Brm. Bşk.
Ulusal ve Uluslararası Tohum Transferi ve Kontrolü Brm. Bşk.
Ağaçlandırma Grp. Bşk.
Etüt-Envanter ve Planlama-Proje Brm. Bşk.
Özel Ağaçlandırma Proje Planlama ve İzleme Brm. Bşk.
Toprak Koruma ve Erozyonla Mücadele Grp. Bşk.
Etüt-Envanter ve Planlama-Proje Brm. Bşk.
Sel, Çığ ve Heyelan Kontrolü Brm. Bşk.
Kurak Yarı Kurak Alanlarla Mücadele Brm. Bşk.
Havza Planlama ve Islahı Grp. Bşk.
Havza Etüt-Envanter Brm. Bşk.
Ulusal ve Uluslararası Havza Proje Uygulamaları Brm. Bşk.
Entegre Havza Yönetim Planlama-Proje Brm. Bşk.
Çölleşme İle Mücadele Grp. Bşk.
Etüt-Envanter ve Planlama-Proje Brm. Bşk.
Çölleşme İle Mücadele Brm. Bşk.
Ulusal ve Uluslararası İlişkiler ve Süreçler Brm. Bşk.


Doğal Kaynaklar Araştırma GM
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Danışma Birimleri
İç Denetim
Hukuk Müşavirliği
Strateji
Destek (Yardımcı) Birimleri
Bilgi işlem
Teftiş
Basın Halkla İlişkiler
İdari Mali İşler

DOĞAL KAYNAKLAR ARAŞTIRMA GM
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı) Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Amenajman ve Planlama Grup Başkanlığı
Silvikültür Grp. Bşk.
Orman Yangınları Grp. Bşk.
İşletme ve Pazarlama Grp. Bşk.
Genel Müdür Yrd.
Biyolojik Çeşitlilik Grp. Bşk.
Orman Koruma ve Orman Zararlılarıyla Mücadele Grp. Bşk.
Doğa Koruma-Hassas Alanlar ve Milli Parklar Grp. Bşk.
Av ve Yaban Hayatı Grp. Bşk.
Genel Müdür Yrd.
Toprak Koruma ve Erozyonla Mücadele Grp. Bşk.
Ağaçlandırma ve Islah Grp. Bşk.
Fidanlık ve Ulusal-Uluslararası Tohum Bankacılığı Grp. Bşk.
Çölleşme İle Mücadele, Havza Planlama ve Islahı Grp. Bşk.
Genel Müdür Yrd.
ORKÖY Proje Planlama, Uygulama İle İzleme-Değerlendirme ve Koordinasyon Sistemleri Grp. Bşk.
Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma İzleme-Değerlendirme Grp. Bşk.
Endüstriyel-Altyapı ÇED İzleme-Değerlendirme Grp. Bşk.
Odun Dışı Orman Ürün ve Hizmetleri Grp. Bşk.
Genel Müdür Yrd.
Orman Yolları ve İnşaat-İkmal Grp. Bşk.
İzin-İrtifak ve Kadastro Mülkiyet Grp. Bşk.
Su Havzaları ve Su Kalitesi Yönetimi Grp. Bşk.
Su Hukuku ve Politikası Grp. Bşk.

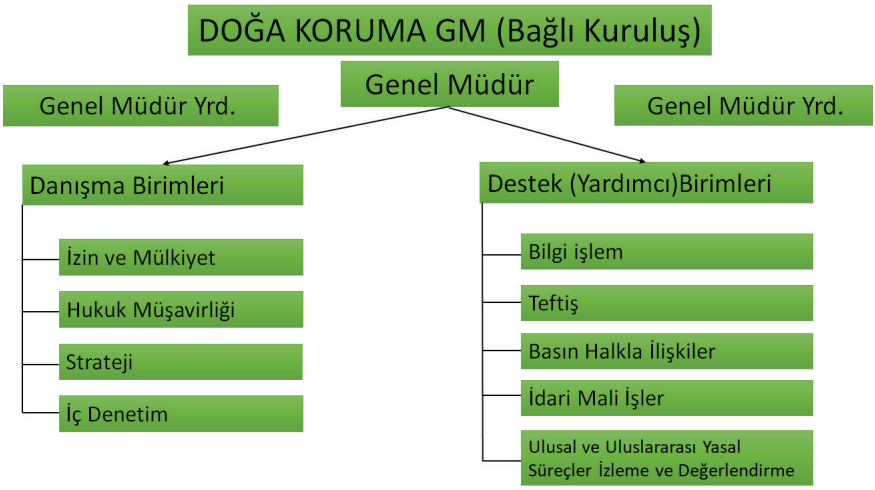
DOĞAL KAYNAKLAR ARAŞTIRMA BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ (Taşra)
Bölge Müdürü
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı) Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Amenajman ve Planlama Başmühendisliği
Silvikültür Başmüh.
Orman Yangınları Başmüh.
İşletme ve Pazarlama Başmüh.
Biyolojik Çeşitlilik Başmüh.
Orman Koruma ve Orman Zararlılarıyla Mücadele Başmüh.
Doğa Koruma-Hassas Alanlar ve Milli Parklar Başmüh.
Av ve Yaban Hayatı Başmüh.
Toprak Koruma ve Erozyonla Mücadele Başmüh.
Ağaçlandırma ve Islah Başmüh.
Fidanlık ve Ulusal-Uluslararası Tohum Bankacılığı Başmüh.
Çölleşme ile Mücadele, Havza Planlama ve Islahı Başmüh.
ORKÖY Proje Planlama, Uygulama İle İzleme-Değerlendirme ve Koordinasyon Sistemleri Başmüh.
Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma İzleme-Değerlendirme Başmüh.
Endüstriyel-Altyapı ÇED İzleme-Değerlendirme Başmüh.
Odun Dışı Orman Ürün ve Hizmetleri Grp. Başmüh.
Orman Yolları ve İnşaat-İkmal Başmüh.
İzin-İrtifak ve Kadastro Mülkiyet Başmüh.
Su Havzaları ve Su Kalitesi Yönetimi Başmüh.
Su Hukuku ve Politikası Başmüh.


OGM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı)Birimleri
Teftiş Kurulu
Hukuk Müşavirliği
Strateji
İç Denetim
Bilgi işlem
Dış İlişkiler ve Eğitim
Basın Halkla İlişkiler
İdari Mali İşler

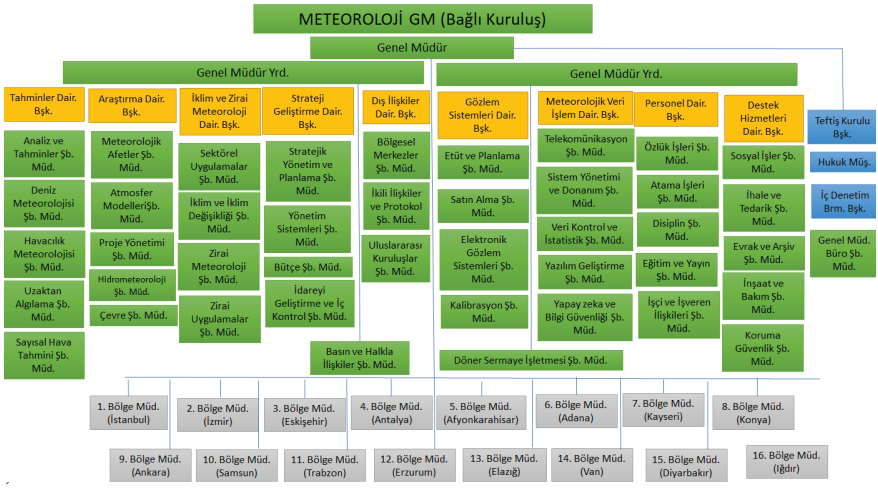

OGM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı)Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Orman İdaresi ve Planlama Grp. Bşk.
Orman İdaresi Brm. Bşk.
Etüt-Planlama ve Kontrol Brm. Bşk.
Ulusal Orman Envanteri Brm. Bşk.
Orman Modelleme ve Hasılat Brm. Bşk.
İşletme ve Pazarlama Grp. Bşk.
Üretim-Pazarlama Brm. Bşk.
Piyasa Araştırma Brm. Bşk.
Standart-İş Geliştirme ve Belgelendirme Brm. Bşk.
Silvikültür Grp. Bşk.
Silvikültürel Planlar Uygulama-İzleme-Envanter Brm. Bşk.
Gençleştirme Brm. Bşk.
Bakım Brm. Bşk.
Restorasyon Brm. Bşk.
Orman Yangını Grp. Bşk.
Orman Yangınlarıyla Mücadele Brm. Bşk.
Orman Yangınlarını Önleme ve Halkla İlişkiler Brm. Bşk.
Yangın Simülasyonu Brm. Bşk.
Havacılık ve Bilgi Sistemleri Brm. Bşk.
Orman Koruma ve Orman Zararlılarıyla Mücadele Grp. Bşk.
Ormancılık Karantina Brm. Bşk.
Biyotik ve Abiyotik Zararlılarla Mücadele ve İzleme Brm. Bşk.
Orman Koruma ve Orman Suçlarıyla Mücadele ve İzleme Brm. Bşk.
Odun Dışı Orman Ürün ve Hizmetleri Grp. Bşk.
ODOÜ Bitkisel Ürün Üretim ve Envanter-Planlama ve Geliştirme Brm. Bşk.
ODOÜ Hayvansal Ürün Üretim ve Envanter- Planlama ve Geliştirme Brm. Bşk.
Kent Ormanları-Mesire Yerleri ve Ekoturizm Brm. Bşk.
Ekosistem Ürün ve Hizmetlerini İzleme ve Değerlendirme Brm. Bşk.
İzin ve İrtifak Grp. Bşk.
İzin İrtifak Hakları Düzenleme-İzleme ve Değerlendirme Brm. Bşk.
Maden İşleri Düzenleme-İzleme ve Değerlendirme Brm. Bşk.
HES, GES, RES Enerji İşleri Düzenleme-İzleme ve Değerlendirme Brm. Bşk.
Kadastro ve Mülkiyet Grp. Bşk.
Orman Kadastro İşleri Düzenleme-İzleme ve Değerlendirme Brm. Bşk.
Orman Kadastro İşleri Koordinasyon ve Denetim Brm. Bşk.
Mülkiyet, Özel Orman İşleri Koordinasyon ve İzleme-Denetim Brm. Bşk.
İnşaat ve İkmal Grp. Bşk.
Etüt Proje-Planlama ve İzleme-Değerlendirme Brm. Bşk.
İnşaat İşleri Brm. Bşk.
Makine ve İkmal İşleri Brm. Bşk.

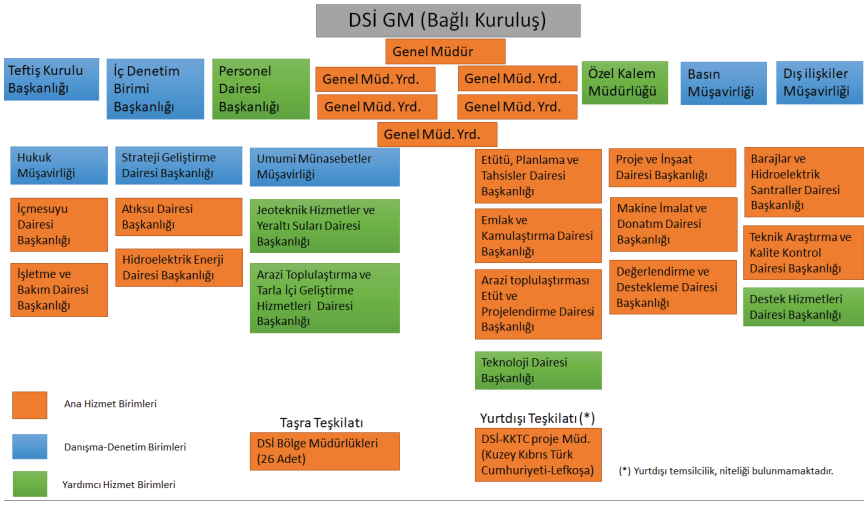
DOĞAL KAYNAKLAR YÖNETİM BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ (DKBM) (Taşra)
Bölge Müdürü
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı) Birimleri
Bölge Müdür Yrd.
Amenajman ve Planlama Başmühendisliği
Silvikültür Başmüh.
Orman Yangınları Başmüh.
İşletme ve Pazarlama Başmüh.
Bölge Müdür Yrd.
Biyolojik Çeşitlilik Başmüh.
Orman Koruma ve Orman Zararlılarıyla Mücadele Başmüh.
Doğa Koruma-Hassas Alanlar ve Milli Parklar Başmüh.
Av ve Yaban Hayatı Başmüh.
Bölge Müdür Yrd.
Toprak Koruma ve Erozyonla Mücadele Başmüh.
Ağaçlandırma ve Islah Başmüh.
Fidanlık ve Ulusal-Uluslararası Tohum Bankacılığı Başmüh.
Çölleşme İle Mücadele, Havza Planlama ve Islahı Başmüh.
Bölge Müdür Yrd.
ORKÖY Proje Planlama, Uygulama İle İzleme-Değerlendirme ve Koordinasyon Sistemleri Başmüh.
Odun Dışı Orman Ürün ve Hizmetleri Grp. Başmüh.
Orman Yolları ve İnşaat-İkmal Başmüh.
İzin-İrtifak ve Kadastro Mülkiyet Başmüh.

DOĞAL KAYNAKLAR YÖNETİM VE İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ (DKYİM) (Taşra)
DK Yönetim ve İşletme Müdürü
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı) Birimleri
DK Yönetim ve İşletme Müdür Yrd.
Amenajman ve Planlama Brm. Müh.
Silvikültür Brm. Müh.
Orman Yangınları Brm. Müh.
İşletme ve Pazarlama Brm. Müh.
DK Yönetim ve İşletme Müdür Yrd.
Biyolojik Çeşitlilik Brm. Müh.
Orman Koruma ve Orman Zararlılarıyla Mücadele Brm. Müh.
Doğa Koruma-Hassas Alanlar ve Milli Parklar Brm. Müh.
Av ve Yaban Hayatı Brm. Müh.
DK Yönetim ve İşletme Müdür Yrd.
Toprak Koruma ve Erozyonla Mücadele Brm. Müh.
Ağaçlandırma ve Islah Brm. Müh.
Fidanlık ve Ulusal-Uluslararası Tohum Bankacılığı Brm. Müh.
Çölleşme İle Mücadele, Havza Planlama ve Islahı Brm. Müh.
DK Yönetim ve İşletme Müdür Yrd.
ORKÖY Proje Planlama, Uygulama İle İzleme-Değerlendirme ve Koordinasyon Sistemleri Brm. Müh.
Odun Dışı Orman Ürün ve Hizmetleri Brm. Müh.
Orman Yolları ve İnşaat-İkmal Brm. Müh.
İzin-İrtifak ve Kadastro Mülkiyet Brm. Müh.
DK Yönetim ve İşletme Müdür Yrd.
DK Yönetim ve İşletme Şefliği
DK Yönetim ve İşletme Şefliği
DK Yönetim ve İşletme Şefliği
DK Yönetim ve İşletme Şefliği
DK Yönetim ve İşletme Şefliği
DK Yönetim ve İşletme Şefliği
DK Yönetim ve İşletme Müdür Yrd.
DK Yönetim ve İşletme Depo Şefliği
DK Yönetim ve İşletme Depo Şefliği
DK Yönetim ve İşletme Şefliği
DK Yönetim ve İşletme Şefliği
DK Yönetim ve İşletme Şefliği
DK Yönetim ve İşletme Şefliği

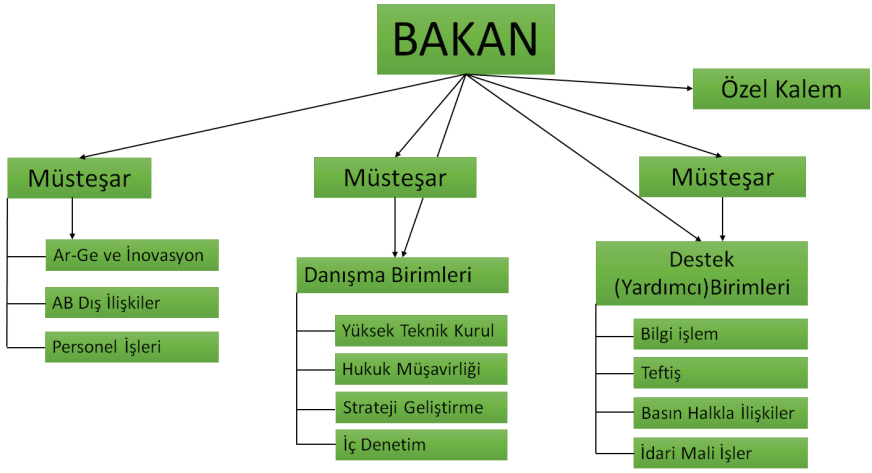

DOĞA KORUMA GM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Danışma Birimleri
İzin ve Mülkiyet
Hukuk Müşavirliği
Strateji
İç Denetim
Destek (Yardımcı)Birimleri
Bilgi işlem
Teftiş
Basın Halkla İlişkiler
İdari Mali İşler
Ulusal ve Uluslararası Yasal Süreçler İzleme ve Değerlendirme

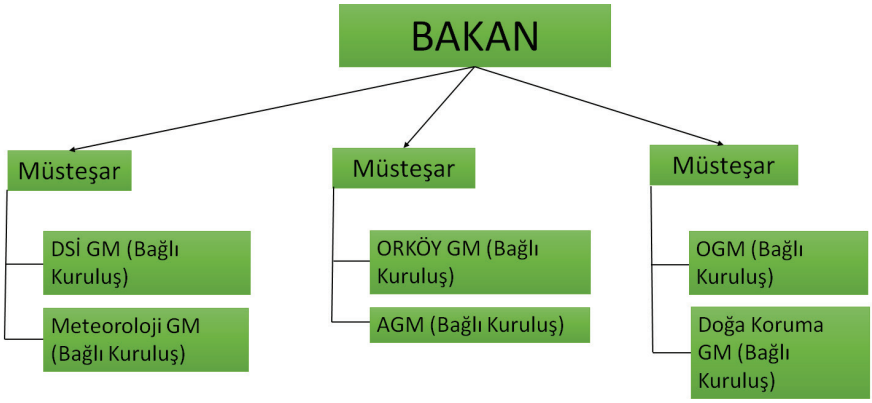
DOĞA KORUMA GM (Bağlı Kuruluş)
Danışma Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Milli Parklar Grp. Bşk.
Etüt Envanter Birim Başkanlığı
Planlama, Proje ve Uygulama Brm. Bşk.
Alan ve Ziyaretçi Yönetimi Brm. Bşk.
Biyolojik Çeşitlilik Grp. Bşk.
Biyoteknoloji Brm. Bşk.
İklim Değişikliği ve Uyum Brm. Bşk.
Araştırma, Etüt-Envanter ve Biyokaçakçılık Brm. Bşk.
Tür Koruma, İzleme ve Değerlendirme Brm. Bşk.
Destek (Yardımcı)Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Av ve Yaban Hayatı Grp. Bşk.
Yaban Hayvanı Üretim Brm. Bşk.
Yaban Hayatı Geliştirme Brm. Bşk.
Av ve Avlak Planlama ve Yönetimi Brm. Bşk.
Av ve Yaban Hayatı Koruma-Kontrol Brm. Bşk.
Etüt-Envanter ve İzleme-Değerlendirme Brm. Bşk.
Doğa Koruma ve Hassas Alanlar Grp. Bşk.
Sulak Alanlar ve Deniz Koruma Brm. Bşk.
Peyzaj ve Mağara Koruma Brm. Bşk.
Alpin ve Bozkır Alanlar Koruma Brm. Bşk.
Etüt-Envanter ve İzleme-Değerlendirme Brm. Bşk.
Doğa Turizmi Planlama ve Yönetimi Brm. Bşk.

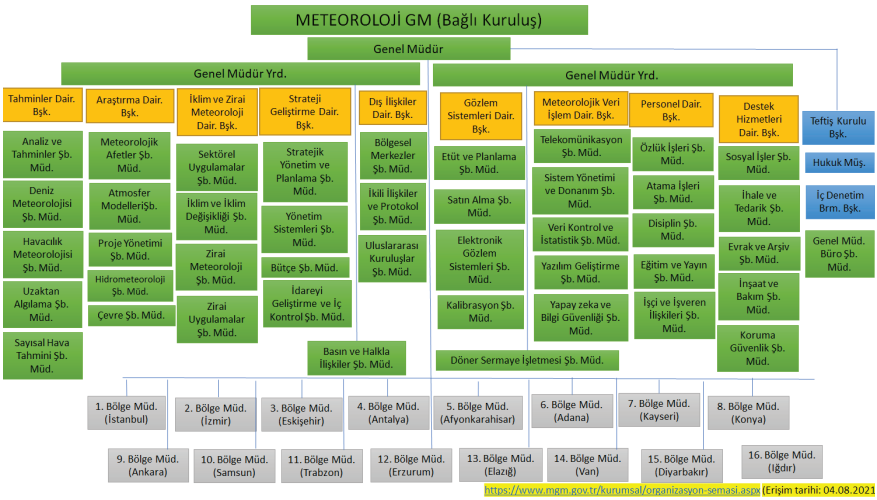

METEOROLOJİ GM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Tahminler Dair. Bşk.
Analiz ve Tahminler Şb. Müd.
Deniz Meteorolojisi Şb. Müd.
Havacılık Meteorolojisi Şb. Müd.
Uzaktan Algılama Şb. Müd.
Sayısal Hava Tahmini Şb. Müd.
Araştırma Dair. Bşk.
Meteorolojik Afetler Şb. Müd.
Atmosfer Modelleri Şb. Müd.
Proje Yönetimi Şb. Müd.
Hidrometeoroloji Şb. Müd.
Çevre Şb. Müd.
İklim ve Zirai Meteoroloji Dair. Bşk.
Sektörel Uygulamalar Şb. Müd.
İklim ve İklim Değişikliği Şb. Müd.
Zirai Meteoroloji Şb. Müd.
Zirai Uygulamalar Şb. Müd.
Strateji Geliştirme Dair. Bşk.
Stratejik Yönetim ve Planlama Şb. Müd.
Yönetim Sistemleri Şb. Müd.
Bütçe Şb. Müd.
İdareyi Geliştirme ve İç Kontrol Şb. Müd.
Dış İlişkiler Dair. Bşk.
Bölgesel Merkezler Şb. Müd.
İkili İlişkiler ve Protokol Şb. Müd.
Uluslararası Kuruluşlar Şb. Müd.
Basın ve Halkla İlişkiler Şb. Müd.
Genel Müdür Yrd.
Gözlem Sistemleri Dair. Bşk.
Etüt ve Planlama Şb. Müd.
Satın Alma Şb. Müd.
Elektronik Gözlem Sistemleri Şb. Müd.
Kalibrasyon Şb. Müd.
Meteorolojik Veri İşlem Dair. Bşk.
Telekomünikasyon Şb. Müd.
Sistem Yönetimi ve Donanım Şb. Müd.
Veri Kontrol ve İstatistik Şb. Müd.
Yazılım Geliştirme Şb. Müd.
Yapay zeka ve Bilgi Güvenliği Şb. Müd.
Personel Dair. Bşk.
Özlük İşleri Şb. Müd.
Atama İşleri Şb. Müd.
Disiplin Şb. Müd.
Eğitim ve Yayın Şb. Müd.
İşçi ve İşveren İlişkileri Şb. Müd.
Destek Hizmetleri Dair. Bşk.
Sosyal İşler Şb. Müd.
İhale ve Tedarik Şb. Müd.
Evrak ve Arşiv Şb. Müd.
İnşaat ve Bakım Şb. Müd.
Koruma Güvenlik Şb. Müd.
Teftiş Kurulu Bşk.
Hukuk Müş.
İç Denetim Brm. Bşk.
Genel Müd. Büro Şb. Müd.
Döner Sermaye İşletmesi Şb. Müd.
1. Bölge Müd. (İstanbul)
2. Bölge Müd. (İzmir)
3. Bölge Müd. (Eskişehir)
4. Bölge Müd. (Antalya)
5. Bölge Müd. (Afyonkarahisar)
6. Bölge Müd. (Adana)
7. Bölge Müd. (Kayseri)
8. Bölge Müd. (Konya)
9. Bölge Müd. (Ankara)
10. Bölge Müd. (Samsun)
11. Bölge Müd. (Trabzon)
12. Bölge Müd. (Erzurum)
13. Bölge Müd. (Elazığ)
14. Bölge Müd. (Van)
15. Bölge Müd. (Diyarbakır)
16. Bölge Müd. (Iğdır)


DSİ GM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Teftiş Kurulu Başkanlığı
İç Denetim Birimi Başkanlığı
Personel Dairesi Başkanlığı
Genel Müd. Yrd.
Genel Müd. Yrd.
Genel Müd. Yrd.
Genel Müd. Yrd.
Özel Kalem Müdürlüğü
Basın Müşavirliği
Dış ilişkiler Müşavirliği
Genel Müd. Yrd.
Hukuk Müşavirliği
İçmesuyu Dairesi Başkanlığı
İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı
Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı
Atıksu Dairesi Başkanlığı
Hidroelektrik Enerji Dairesi Başkanlığı
Umumi Münasebetler Müşavirliği
Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı
Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Dairesi Başkanlığı
Etütü, Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı
Emlak ve Kamulaştırma Dairesi Başkanlığı
Arazi toplulaştırması Etüt ve Projelendirme Dairesi Başkanlığı
Teknoloji Dairesi Başkanlığı
Proje ve İnşaat Dairesi Başkanlığı
Makine İmalat ve Donatım Dairesi Başkanlığı
Değerlendirme ve Destekleme Dairesi Başkanlığı
Barajlar ve Hidroelektrik Santraller Dairesi Başkanlığı
Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı
Destek Hizmetleri Dairesi Başkanlığı
Ana Hizmet Birimleri
Danışma-Denetim Birimleri
Yardımcı Hizmet Birimleri
Taşra Teşkilatı
DSİ Bölge Müdürlükleri (26 Adet)
Yurtdışı Teşkilatı (*)
DSİ-KKTC proje Müd. (Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti-Lefkoşa)
(*) Yurtdışı temsilcilik, niteliği bulunmamaktadır.

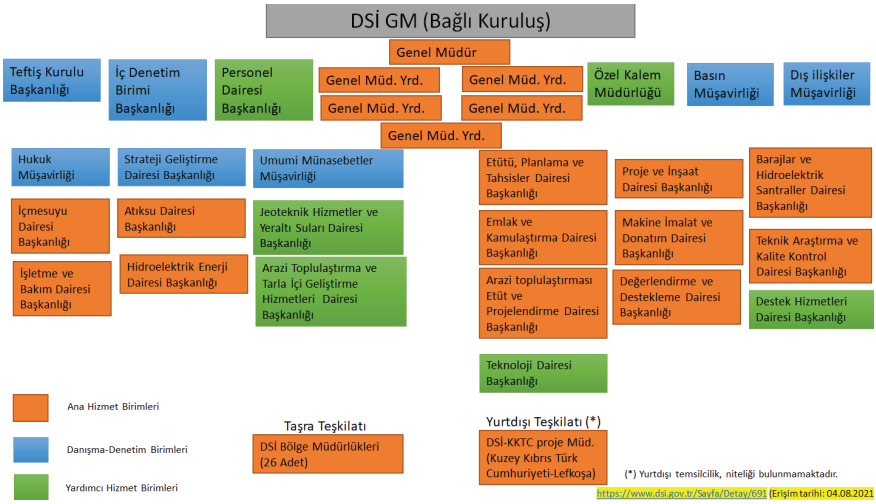
Ek 2: ORMAN BAKANLIĞI

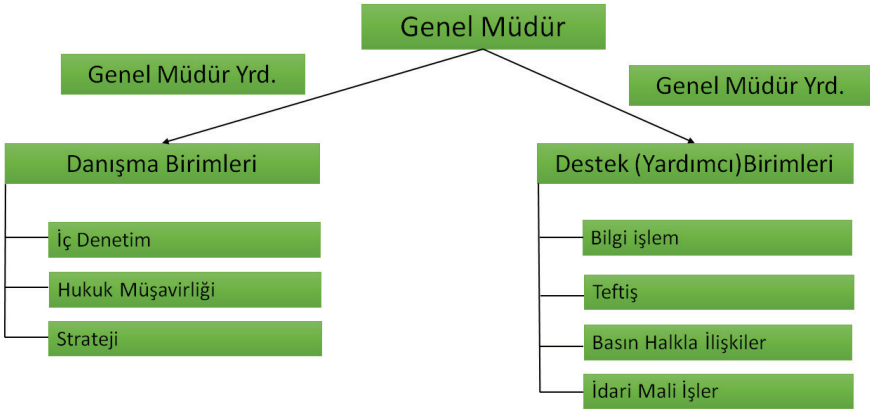


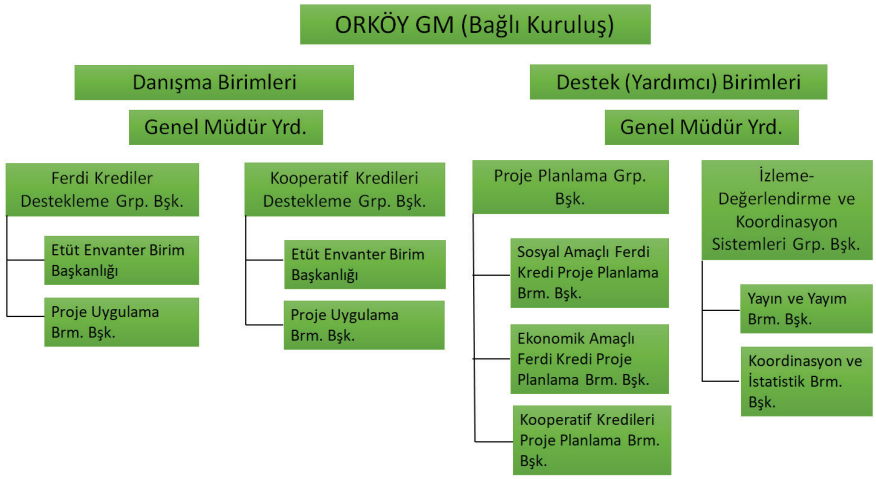


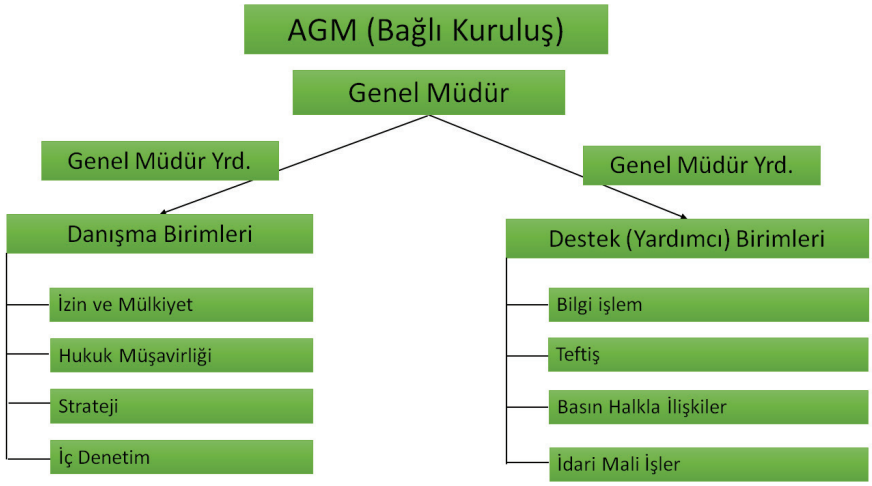


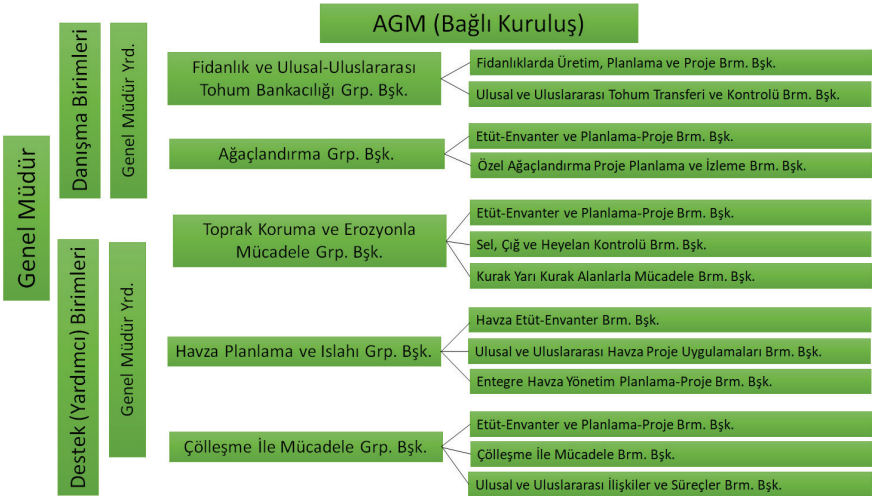
https://www.mgm.gov.tr/kurumsal/organizasyon-semasi.aspx (Erişim tarihi: 04.08.2021

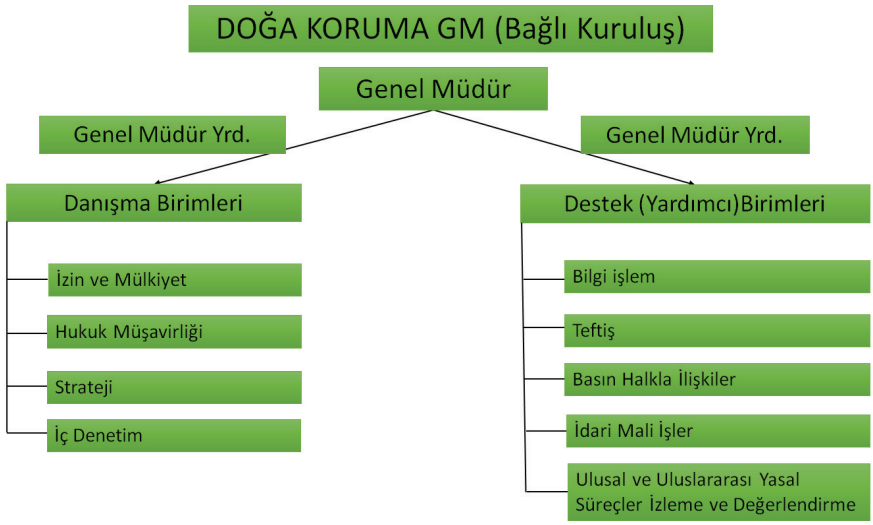

DSİ GM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Teftiş Kurulu Başkanlığı
İç Denetim Birimi Başkanlığı
Personel Dairesi Başkanlığı
Genel Müd. Yrd.
Genel Müd. Yrd.
Genel Müd. Yrd.
Genel Müd. Yrd.
Özel Kalem Müdürlüğü
Basın Müşavirliği
Dış ilişkiler Müşavirliği
Genel Müd. Yrd.
Hukuk Müşavirliği
Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı
Umumi Münasebetler Müşavirliği
Etütü, Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı
Proje ve İnşaat Dairesi Başkanlığı
Barajlar ve Hidroelektrik Santraller Dairesi Başkanlığı
İçmesuyu Dairesi Başkanlığı
Atıksu Dairesi Başkanlığı
Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı
Emlak ve Kamulaştırma Dairesi Başkanlığı
Makine İmalat ve Donatım Dairesi Başkanlığı
Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı
İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı
Hidroelektrik Enerji Dairesi Başkanlığı
Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri Dairesi Başkanlığı
Arazi toplulaştırması Etüt ve Projelendirme Dairesi Başkanlığı
Değerlendirme ve Destekleme Dairesi Başkanlığı
Destek Hizmetleri Dairesi Başkanlığı
Teknoloji Dairesi Başkanlığı
Ana Hizmet Birimleri
Danışma-Denetim Birimleri
Yardımcı Hizmet Birimleri
Taşra Teşkilatı
DSİ Bölge Müdürlükleri (26 Adet)
Yurtdışı Teşkilatı (*)
DSİ-KKTC proje Müd. (Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti-Lefkoşa)
(*) Yurtdışı temsilcilik, niteliği bulunmamaktadır.
https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/691 (Erişim tarihi: 04.08.2021

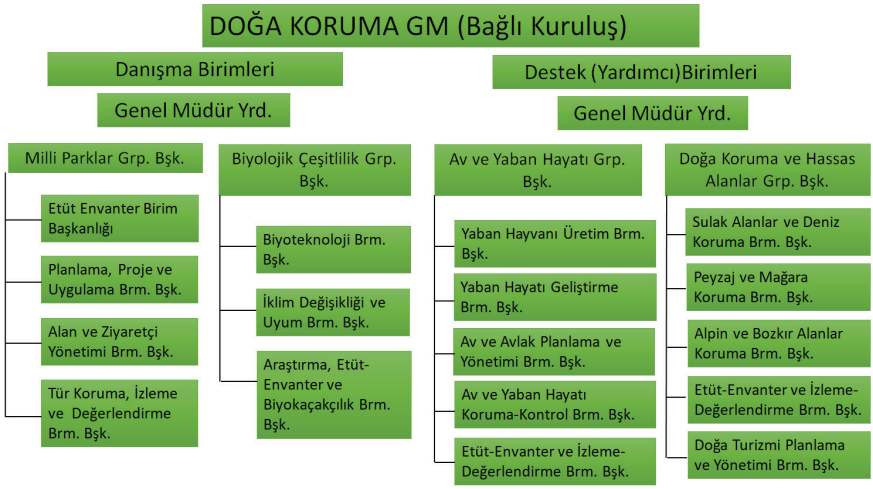

Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Danışma Birimleri
İç Denetim
Hukuk Müşavirliği
Strateji
Destek (Yardımcı)Birimleri
Bilgi işlem
Teftiş
Basın Halkla İlişkiler
İdari Mali İşler

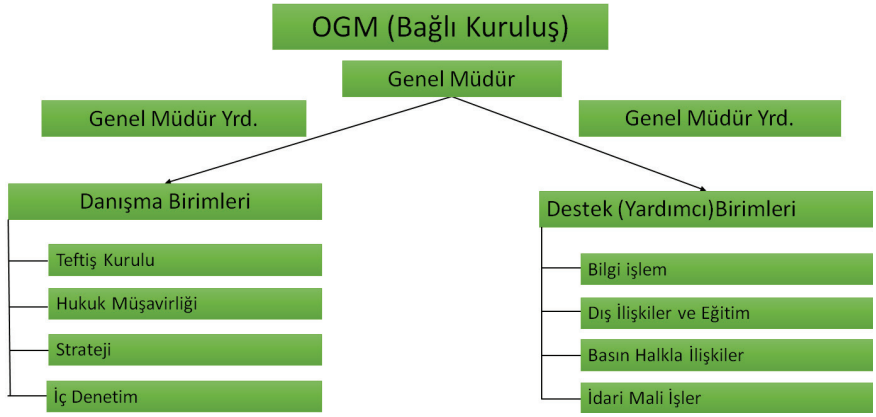

ORKÖY GM (Bağlı Kuruluş)
Danışma Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Destek (Yardımcı) Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Ferdi Krediler Destekleme Grp. Bşk.
Etüt Envanter Birim Başkanlığı
Proje Uygulama Brm. Bşk.
Kooperatif Kredileri Destekleme Grp. Bşk.
Etüt Envanter Birim Başkanlığı
Proje Uygulama Brm. Bşk.
Proje Planlama Grp. Bşk.
Sosyal Amaçlı Ferdi Kredi Proje Planlama Brm. Bşk.
Ekonomik Amaçlı Ferdi Kredi Proje Planlama Brm. Bşk.
Kooperatif Kredileri Proje Planlama Brm. Bşk.
İzleme-Değerlendirme ve Koordinasyon Sistemleri Grp. Bşk.
Yayın ve Yayım Brm. Bşk.
Koordinasyon ve İstatistik Brm. Bşk.

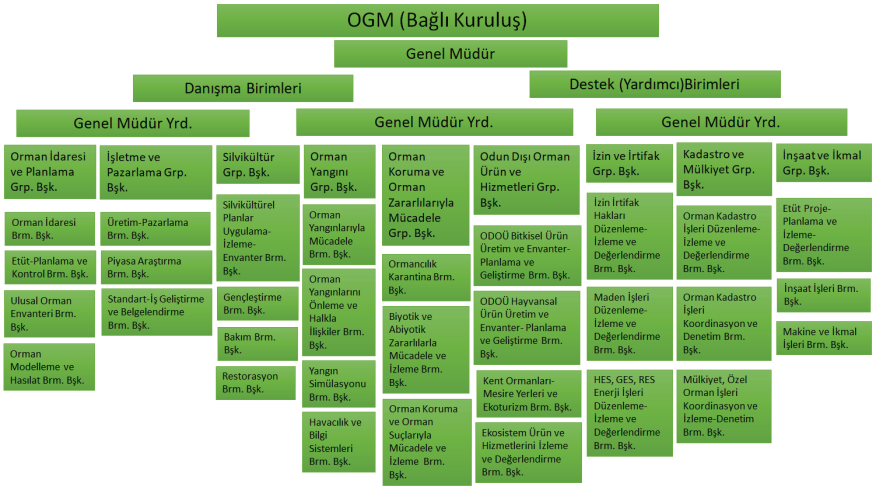

AGM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Danışma Birimleri
İzin ve Mülkiyet
Hukuk Müşavirliği
Strateji
İç Denetim
Destek (Yardımcı) Birimleri
Bilgi işlem
Teftiş
Basın Halkla İlişkiler
İdari Mali İşler

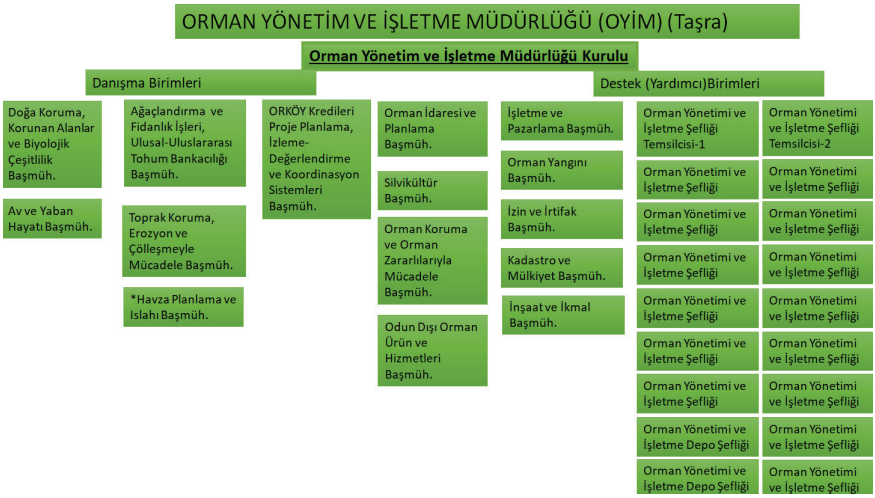

AGM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Danışma Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Destek (Yardımcı) Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Fidanlık ve Ulusal-Uluslararası Tohum Bankacılığı Grp. Bşk.
Fidanlıklarda Üretim, Planlama ve Proje Brm. Bşk.
Ulusal ve Uluslararası Tohum Transferi ve Kontrolü Brm. Bşk.
Ağaçlandırma Grp. Bşk.
Etüt-Envanter ve Planlama-Proje Brm. Bşk.
Özel Ağaçlandırma Proje Planlama ve İzleme Brm. Bşk.
Toprak Koruma ve Erozyonla Mücadele Grp. Bşk.
Etüt-Envanter ve Planlama-Proje Brm. Bşk.
Sel, Çığ ve Heyelan Kontrolü Brm. Bşk.
Kurak Yarı Kurak Alanlarla Mücadele Brm. Bşk.
Havza Planlama ve Islahı Grp. Bşk.
Havza Etüt-Envanter Brm. Bşk.
Ulusal ve Uluslararası Havza Proje Uygulamaları Brm. Bşk.
Entegre Havza Yönetim Planlama-Proje Brm. Bşk.
Çölleşme İle Mücadele Grp. Bşk.
Etüt-Envanter ve Planlama-Proje Brm. Bşk.
Çölleşme İle Mücadele Brm. Bşk.
Ulusal ve Uluslararası İlişkiler ve Süreçler Brm. Bşk.


DOĞA KORUMA GM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Danışma Birimleri
İzin ve Mülkiyet
Hukuk Müşavirliği
Strateji
İç Denetim
Destek (Yardımcı)Birimleri
Bilgi işlem
Teftiş
Basın Halkla İlişkiler
İdari Mali İşler
Ulusal ve Uluslararası Yasal Süreçler İzleme ve Değerlendirme


DOĞA KORUMA GM (Bağlı Kuruluş)
Danışma Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Destek (Yardımcı)Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Milli Parklar Grp. Bşk.
Etüt Envanter Birim Başkanlığı
Planlama, Proje ve Uygulama Brm. Bşk.
Alan ve Ziyaretçi Yönetimi Brm. Bşk.
Tür Koruma, İzleme ve Değerlendirme Brm. Bşk.
Biyolojik Çeşitlilik Grp. Bşk.
Biyoteknoloji Brm. Bşk.
İklim Değişikliği ve Uyum Brm. Bşk.
Araştırma, Etüt-Envanter ve Biyokaçakçılık Brm. Bşk.
Av ve Yaban Hayatı Grp. Bşk.
Yaban Hayvanı Üretim Brm. Bşk.
Yaban Hayatı Geliştirme Brm. Bşk.
Av ve Avlak Planlama ve Yönetimi Brm. Bşk.
Av ve Yaban Hayatı Koruma-Kontrol Brm. Bşk.
Etüt-Envanter ve İzleme-Değerlendirme Brm. Bşk.
Doğa Koruma ve Hassas Alanlar Grp. Bşk.
Sulak Alanlar ve Deniz Koruma Brm. Bşk.
Peyzaj ve Mağara Koruma Brm. Bşk.
Alpin ve Bozkır Alanlar Koruma Brm. Bşk.
Etüt-Envanter ve İzleme-Değerlendirme Brm. Bşk.
Doğa Turizmi Planlama ve Yönetimi Brm. Bşk.


OGM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Danışma Birimleri
Teftiş Kurulu
Hukuk Müşavirliği
Strateji
İç Denetim
Destek (Yardımcı)Birimleri
Bilgi işlem
Dış İlişkiler ve Eğitim
Basın Halkla İlişkiler
İdari Mali İşler


OGM (Bağlı Kuruluş)
Genel Müdür
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı)Birimleri
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Genel Müdür Yrd.
Orman İdaresi ve Planlama Grp. Bşk.
Orman İdaresi Brm. Bşk.
Etüt-Planlama ve Kontrol Brm. Bşk.
Ulusal Orman Envanteri Brm. Bşk.
Orman Modelleme ve Hasılat Brm. Bşk.
İşletme ve Pazarlama Grp. Bşk.
Üretim-Pazarlama Brm. Bşk.
Piyasa Araştırma Brm. Bşk.
Standart-İş Geliştirme ve Belgelendirme Brm. Bşk.
Silvikültür Grp. Bşk.
Silvikültürel Planlar Uygulama-İzleme-Envanter Brm. Bşk.
Gençleştirme Brm. Bşk.
Bakım Brm. Bşk.
Restorasyon Brm. Bşk.
Orman Yangını Grp. Bşk.
Orman Yangınlarıyla Mücadele Brm. Bşk.
Orman Yangınlarını Önleme ve Halkla İlişkiler Brm. Bşk.
Yangın Simülasyonu Brm. Bşk.
Havacılık ve Bilgi Sistemleri Brm. Bşk.
Orman Koruma ve Orman Zararlılarıyla Mücadele Grp. Bşk.
Ormancılık Karantina Brm. Bşk.
Biyotik ve Abiyotik Zararlılarla Mücadele ve İzleme Brm. Bşk.
Orman Koruma ve Orman Suçlarıyla Mücadele ve İzleme Brm. Bşk.
Odun Dışı Orman Ürün ve Hizmetleri Grp. Bşk.
ODOÜ Bitkisel Ürün Üretim ve Envanter-Planlama ve Geliştirme Brm. Bşk.
ODOÜ Hayvansal Ürün Üretim ve Envanter- Planlama ve Geliştirme Brm. Bşk.
Kent Ormanları-Mesire Yerleri ve Ekoturizm Brm. Bşk.
Ekosistem Ürün ve Hizmetlerini İzleme ve Değerlendirme Brm. Bşk.
İzin ve İrtifak Grp. Bşk.
İzin İrtifak Hakları Düzenleme-İzleme ve Değerlendirme Brm. Bşk.
Maden İşleri Düzenleme-İzleme ve Değerlendirme Brm. Bşk.
HES, GES, RES Enerji İşleri Düzenleme-İzleme ve Değerlendirme Brm. Bşk.
Kadastro ve Mülkiyet Grp. Bşk.
Orman Kadastro İşleri Düzenleme-İzleme ve Değerlendirme Brm. Bşk.
Orman Kadastro İşleri Koordinasyon ve Denetim Brm. Bşk.
Mülkiyet, Özel Orman İşleri Koordinasyon ve İzleme-Denetim Brm. Bşk.
İnşaat ve İkmal Grp. Bşk.
Etüt Proje-Planlama ve İzleme-Değerlendirme Brm. Bşk.
İnşaat İşleri Brm. Bşk.
Makine ve İkmal İşleri Brm. Bşk.

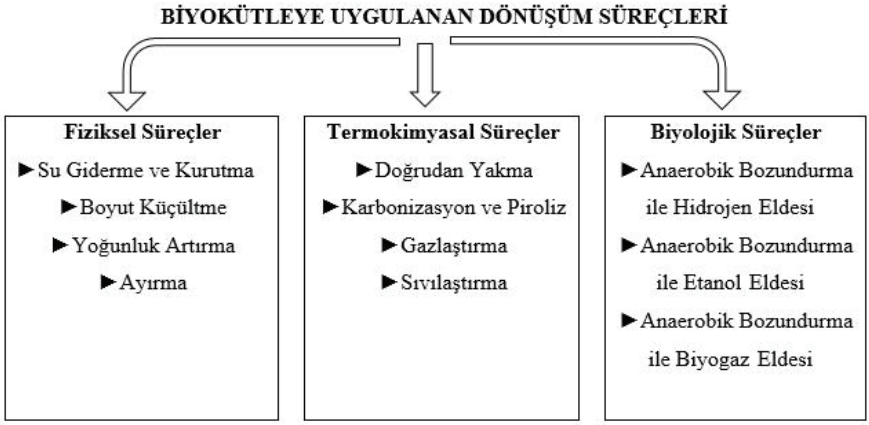

ORMAN YÖNETİM VE İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ (OYİM) (Taşra)
Orman Yönetim ve İşletme Müdürlüğü Kurulu
Danışma Birimleri
Destek (Yardımcı)Birimleri
Doğa Koruma, Korunan Alanlar ve Biyolojik Çeşitlilik Başmüh.
Av ve Yaban Hayatı Başmüh.
Ağaçlandırma ve Fidanlık İşleri, Ulusal-Uluslararası Tohum Bankacılığı Başmüh.
Toprak Koruma, Erozyon ve Çölleşmeyle Mücadele Başmüh.
*Havza Planlama ve Islahı Başmüh.
ORKÖY Kredileri Proje Planlama, İzleme-Değerlendirme ve Koordinasyon Sistemleri Başmüh.
Orman İdaresi ve Planlama Başmüh.
Silvikültür Başmüh.
Orman Koruma ve Orman Zararlılarıyla Mücadele Başmüh.
Odun Dışı Orman Ürün ve Hizmetleri Başmüh.
İşletme ve Pazarlama Başmüh.
Orman Yangını Başmüh.
İzin ve İrtifak Başmüh.
Kadastro ve Mülkiyet Başmüh.
İnşaat ve İkmal Başmüh.
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği Temsilcisi-1
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği Temsilcisi-2
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Depo Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Depo Şefliği
Orman Yönetimi ve İşletme Şefliği

***Serdar ÜÇOK*[1]**

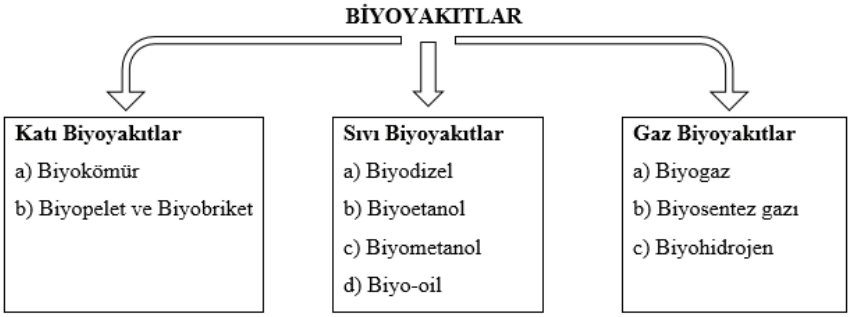
1 Dr. Serdar ÜÇOK, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye. E-mail: sucok@ksu.edu.tr OrcID: 0000-0002-7158-669X

GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin giderek gelişmesi ve hayat standartlarının yükselmesiyle enerji duyulan ihtiyaçta artmaktadır. Enerji üretimi ve tüketimi gelişmişliğin gösterge değerlerinden olmuştur (Sevim, 2012). Enerji; fosil ve yenilenebilir enerji olmak üzere iki kaynaktan meydana gelmektedir (Delborne ve ark., 2020; Höök, 2020; IEA, 2013; Aybek ve ark; 2015a; Aybek ve ark; 2015b). Fosil enerji kaynakları, yenilenmeyen ve sınırlı olan kömür, petrol ve doğal gazdan oluşmaktadır. Enerji ihtiyacı, sanayi devriminden sonra kömüre dayalı olarak daha sonrada teknolojinin hızlı gelişmesiyle petrol ve doğalgazla sağlanmaya başlamıştır. Fakat, 1973'de ortaya çıkan petrol kriziyle beraber fosil kaynaklara olan güven sarsılmış bundan kaynaklı olarak gelişmiş ülkeler yeni enerji arayışına yönelmişlerdir (Gürbüz, 2009; Dağtekin ve ark., 2018). Ayrıca, fosil enerji kaynaklarının hızla tükenmesi ekonomik krizin yanında sera gazları kullanımını arttırdığı için ekolojik soruna da yol açmaktadır (Konyalı, 2019). Bu sebeple, temiz, güvenilir ve çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmakta ve yatırım yapılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları hidrolik, güneş, rüzgar, jeotermal ve biyokütle kaynaklarından meydana gelmektedir (Yılmaz, 2012; Özşahin ve ark., 2016). Yenilenebilir enerji kaynakları arasında çevreci, temiz, atık sorunun bertaraf edilmesi ve enerji devamlılığı olması bakımından biyokütle çok önemli bir yer tutmaktadır. Biyokütle, biyoyakıt olarak değerlendirilerek enerjiye dönüştürülmektedir. Biyokütleden, mekanik süreçler (boyut küçültme-kırma ve öğütme, kurutma, filtrasyon, ekstraksiyon ve biriketleme) ve biyokimyasal ve termokimyasal süreçler sayesinde pek çok sıvı, katı ve gaz biyoyakıt olarak elde edilmektedir. İçeriğinin hacimsel olarak en az %80'i son on yıl içerisinde yetiştirilmiş canlı organizmalardan elde edilen yakıtlar (Taşyürek ve Acaroğlu, 2007) ve tarımsal ürünlerin, odun, hayvansal, bitkisel ve endüstriyel artıklarının çeşitli biyokimyasal ve/veya termokimyasal dönüşüm süreçlerinden (Şekil 1) oluşturularak gaz, sıvı ve katı materyaller biyoyakıt olarak adlandırılmaktadır (Karaosmanoğlu, 2006) (Şekil 2).



Şekil 1. *Biyokütleye uygulanan dönüşüm süreçleri (Klass, 1998)*



Şekil 2. *Biyoyakıtların sınıflandırılması (Öztürk, 2013).*

Biyoyakıtlar üretim türü ve hammadde seçimine göre dört sınıfta incelenmektedir:

Birinci Nesil Biyoyakıtlar: Şeker kamışı ve pancarı gibi şeker yapısına sahip bitki ve tahıllarda nişasta içeriğine sahip bitkisel materyallerden üretilen etanol, bitkisel yağlar, atıklar ve hayvansal atıklardan elde edilen biyodizel, biyogaz, pelet, odun, odun talaşı, çöp gazı vb. oluşmaktadır (Russo ve ark., 2012).

İkinci Nesil Biyoyakıtlar*:* Lignoselülozik hammaddelerden anaerobik fermantasyon, gazlaştırma ve Fischer-Tropsch sentezi ile üretilen biyometanol, biyoetanol, biyometan ve biyohidrojenden meydana gelmektedir (Russo ve ark., 2012).

Üçüncü Nesil Biyoyakıtlar: lignoselülozik materyallerden selülozik materyallere geçilmesi ve entegre biyorafineri teknolojileri ile daha yüksek seviyede yağ ve selüloz içeren genetiği değiştirilmiş bitkiler ve alglerin kullanımı sayesinde biyoyakıt oluşturulmaktadır.

Dördüncü Nesil Biyoyakıtlar: Genetiği değiştirilmiş materyallerden elde edilecek ve biyoyakıtın baca veya egzoz gazındaki karbondioksit, karbon tutma ve depolama teknolojileri ile atmosfere salınmayacak olup "Karbon Negatif Biyoyakıtlar" olarak da bilinen bu tarz biyoyakıtlarda karbon tutma ve depolama, temiz kömür teknolojisi sayesinde ileri seviyeye getirilecektir. Dördüncü nesil biyoyakıtların 2030 sonrası ticari olarak ne zaman uygulamaya başlayabileceği şimdilik tahmin edilememektedir (İşler ve Karaosmanoğlu, 2010; Ar ve ark., 2010).

Biyoyakıtlar arasında günümüzde en yaygın olarak biyopelet, biyogaz, biyodizel ve biyoetanol kullanılmaktadır (Üçok ve Aybek, 2016: Üçok, 2021a).

BİYOPELET

Biyoyakıtların katı formunda değerlendirilmesinde en iyi yöntemlerden bir tanesi biyopeletlemedir. Organik materyallerinin, düz ve çember kalıplı preslerin basınçı altında 6-12 mm çapında ve 10-30 mm getirilmesine peletleme denilmektedir (Öztürk, 2012). Peletlerinin fiziksel, kimyasal, ısıl ve baca gazı emisyon içeriklerinin bilinmesi başlıca olarak taşıma, depolama, nakliye ve yakma sistemleri bakımından büyük önem arz etmektedir. Pelet fiziksel özellikleri, çap, boy, kütle, yoğunluk, sertlik, dayanıklılık ve porozitesinden meydana gelmektedir (Balasubramanian, 2000).

Pelet yoğunluğu nakliye giderlerini, taşıma ve depolama işlemini etkilediği için daha yoğun üretilen peletler nakliye giderlerini düşürmekte, taşıma ve depolama verimliliğini yükseltmektedir (Lehtikangas, 2001; Sokhansanj ve ark., 2004: Atay ve Ekinci, 2020). Peletlerin dayanıklı olması peletlerin kullanıcak olan kişiye gelene kadar dayanıklı kalması önem taşımaktadır. Yüksek dayanıklılığı olan peletler nakliye, taşınma ve depolamada öncelikler sağlamaktadır (Lehtikangas, 2001; Uzunoğlu, 2019). Peletlerin dayanıklılığı %80 ve üzerinde yüksek kaliteli, %70-80 arasında orta kaliteli ve %70 altında ise düşük kaliteli olarak belirtilmektedir (Tabil ve Sokhansanj, 1996, Tabil ve Sokhansanj, 1997).

Peletlemede nem, parçacıklar arası bağları kuvvetlendiren bir tutuculuk yapmasından dolayı optimum nem içeriği önemlidir. Materyallerin yüksek nem oranına sahip olması durumunda sıkıştırma deliklerinden kolay geçip düşük kalitede pelet olmasına neden olmaktadır. Düşük nem oranına sahip materyallerde ise peletleme sırasında yüksek basınç gerektirmekte olup buda materyallerin kalıp deliklerinde sıkışmasını meydana getirmektedir. Bu durum ise zaman ve materyal kaybını oluşturmaktadır (Lehtikangas, 2001). Peletlemede materyal parçacık boyutu pelet kalitesinde önemli bir yer tutmaktadır. Parçacık boyutunun azalması, yüzey alanı, gözeneklilik boyutu ve sıkıştırmada partiküllerin tutması ile temas eden nokta sayısını artırmaktadır. Kaliteli pelet için parçacık boyutunun,

%10-20'sinin yoğun şekilde küçük parçacıklardan meydana gelmesi şartıyla 6-8 mm aralığı ideal şartları oluşturmaktadır (Grower ve Mishra, 1996). Çünkü küçük partiküller büyük parçacıkların arasındaki boşlukları doldurup yoğun ve dayanıklı pelet oluşmaktadır. Kaliteli pelet için, organik materyallerin 3.2-4 mm çap aralığı olan eleklerde öğütülmelidir (Mani ve ark., 2004).

Organik materyallerin peletlenmesi ile elde edilen peletler, fosil yakıtlara karşılaştırıldığında ucuz, yenilenebilir bir kaynak, CO emisyonu bakımından Kyoto Protokolüne uygun, pelet yakma sisteminin katı yakıtlı sistemler içerisinde temiz yanma sistemli, nakliye, taşıma bakımından kolay olması, kolay ulaşılabilir materyallerden oluşması, kolayca ve uzun süre yanma özelliğine sahip olması avantajlarından dolayı çevre, enerji ve doğa açısından önem arz etmektedir (Küsek ve ark., 2015).

BİYOGAZ

Biyogaz; organik materyallerin, biyogaz tesislerinde anaerobik fermantasyon ile meydana gelmekte (Christy ve ark., 2014; Peymani ve ark., 2016) ve renksiz, kokusuz, havadan daha hafif olup organik materyallerin kimyasal içeriklerine göre yaklaşık; % 50-75 metan, % 30-60 karbondioksit, % 0-3 hidrojen sülfür ile eser miktarda azot ve hidrojen içeren gaz karışımına denilmektedir (Angelidaki ve Ellegaard., 2003; Arkutman, 2003; Ekinci ve ark., 2018). Biyogaz; metan içeriğine göre değişebilmekle beraber genel olarak yoğunluğu 0.83 g/L, oktan sayısı yaklaşık olarak 110, yanma sıcaklığı 700 °C, alev sıcaklığı 870 °C sahip gaz karışımıdır. Biyogaz içeriği, kullanılan organik materyalin çeşidine ve uygulanan fermentasyon durumuna göre değişmektedir (Bayrakçeken, 2007). Biyogaz teknolojisi sayesinde organik kökenli materyallerin (hayvansal, bitkisel, şehir ve endüstriyel atıklar) kullanım ile temiz enerji üretimine ek olarak zararlı atıkların bertarafı sayesinde, çevresel koruma bakımından toprak, su ve hava kirliliği oluşumu düşürülmektedir (Onursal ve ark., 2011: Üçok ve Aybek, 2021). Diğer taraftan tesislerden üretilen organik atıkların, bitki besin-organik madde açısından etkin özellikte olduğu için, tarımsal üretimde gübre olarak değerlendirilmesi ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır. Biyogaz, birçok mikrobiyal türün sentez ve ayrışma proseslerinin oluştuğu safhalardan meydana gelmektedir.

Biyogaz oluşumu, hidroliz, asitojenesis, asetojenesis ve metanojenesis aşamalarından oluşmaktadır (Van Haandel ve Lettiga, 1994; Vavilin ve Angelidaki, 2005; Juanga, 2005; Park ve ark., 2005). Biyogaz üretiminde, anaerobik fermantasyona etki eden esas faktörler; sıcaklık, pH, nutrientler, toksisite ve hidrolik bekletme süresinden oluşmaktadır. Biyogaz üretiminde hayvansal, bitkisel ve endüstri atıkları kullanılmaktadır (Üçok, 2021b).

Biyogaz üretim sistemleri

Biyogaz teknolojisi kurulacak olan tesiste kullanılacak olan atık türü, yeri ve ülkenin şartlarına göre değişkenlik göstermektedir. Anaerobik fermantasyon işleminin gerçekleşeceği reaktörün materyal besleme ve ilave etme şekline göre değişiklik göstermektedir. Biyogaz üretim sistemleri besleme biçimine göre üç kısma ayrılmaktadır (Onurbaş Avcıoğlu ve ark., 2011;. Kaya ve Öztürk, 2012).

***Kesikli fermentasyon*:** Bu sistemde reaktör hacmi uygun materyal ile tamamen doldurulup hidrolik bekleme süresinin geçmesinden sonra gaz üretimi tamamlanır. Bekleme süresi kullanılan organik materyalin içeriğine, sistem sıcaklığına ve sistem iç dengesine bağlı olarak değişmektedir. Hidrolik bekleme süresinin tamamlanmasının ardından reaktör tamamen boşaltılıp diğer gaz üretimi için yeniden doldurulur.

***Beslemeli kesikli fermentasyon*:** Bu sistemde reaktör belirli miktarda gaz üretiminde kullanılacak olan organik materyal ile doldurulmasının ardından geri kalan hacim ise hidrolik bekleme süresine günlük olarak bölünerek günlük besleme yapılır.

Sürekli beslemeli fermentasyon: Bu sistemde fermentörden gaz oluşmaya başladığında günlük besleme yapılır ve sisteme beslenilen organik materyal kadarda reaktör içerisinde fermente olan bulamaç sistemden çıkarılır. Bu sistem ile gaz üretimine başlayan fermentörde sistem dengesi korunduğu sürece devamlı ve kesintisiz gaz üretimi sağlanabilmektedir (Onurbaş Avcıoğlu ve ark., 2011;. Kaya ve Öztürk, 2012).

Biyogaz Ünitesi Reaktör Modelleri

Biyogaz tesislerinde reaktör modelleri iki farklı incelenir (Onurbaş Avcıoğlu ve ark., 2011;. Kaya ve Öztürk, 2012). Bunlar küçük kapasiteli ve büyük kapasiteli reaktörlerdir.

Küçük kapasiteli reaktörler

Günümüzde genellikle tercih edilen 5 farklı küçük kapasiteli reaktörler bulunmaktadır. Bunlar;

- *Yüzer çatılı Hindistan tipi (KVIC)*
- *Sabit çatı Çin tipi*
- *Hareketli kubbe tipi*
- *Torba tipi*
- *Balon tipi* (Eryaşar, 2007: Onurbaş Avcıoğlu ve ark., 2011;. Kaya ve Öztürk, 2012).

Yüzer çatılı Hindistan tipi (KVIC)**:** KVIC tipi reaktörler fermantasyon ve biyogaz birikme kısmı olarak iki bölümden oluşmaktadır. Reaktör toprak altında olup ısı yalıtımı yapılır. Reaktör taban ve duvar bölümleri beton yada briketten oluşmaktadır.

Sabit çatı Çin tipi**:** Dikdörtgen, silindirik veya elips şeklinde taş, briket veya betonarmeden gaz sızıntısı olmayan odadan oluşmaktadır. Çatı altında gaz toplanması amacıyla tasarım yapılmadır.

Hareketli kubbe tipi**:** Bu tarz reaktörlerde fermantasyon ve gaz toplanma kısmından oluşmaktadır. Gaz depolaması su içinde yukarı doğru hareket edebilen gaz depolaması kısmı ile yapılmaktadır. Gazın alınması ile depolama kısmı aşağı hareket etmektedir.

Torba tipi: Bu tarz reaktörler dayanıklı naylon kumaş veya PVC türü malzemeden yapılmaktadır. Gaz depolaması ayrı olarak toplanmaktadır.

Balon tipi: Bu tip reaktörlerde dayanıklı plastik veya lastik malzemeler kullanılmaktadır. Gaz depolaması reaktörün üst bölümünde toplanmaktadır. Biyogazın oluşmasıyla yüzeyde birikmeye bağlı basınç artmaktadır. (Eryaşar, 2007: Onurbaş Avcıoğlu ve ark., 2011;. Kaya ve Öztürk, 2012).

Büyük kapasiteli reaktörler

Günümüzde tam karışımlı, piston akımlı ve lagun tipi reaktörler kullanılmaktadır.

Tam karışımlı reaktörler*:* Bu reaktörlerde bulamaç ısıtılarak reaktöre verilip organik katı madde içeriği %3-10 aralığına getirilmektedir. Reaktörler beton veya çelik malzemelerden yapılmaktadır. Reaktör içerisinde homojen karışım için karıştırıcı konulmaktadır. Reaktörlerin hacmi 100-2 000 m^3 arasında değişmektedir.

Piston akımlı reaktörler: Piston akımlı reaktörlerde, atık reaktörün bir bölümünden girer başka kısmından çıkmaktadır. Bundan kaynaklı olarak giriş ve çıkışlar aşınma ve gaz sızıntısına karşı dayanıklı olmalıdır. Organik katı madde oranı % 11-14 arasında olup genelde hayvan gübresi kullanılmaktadır.

Lagun tipi reaktörler: Anaerobik lagunlar üstü örtülü havuzlardan oluşmaktadır. Organik katı madde içeriği %2 olmaktadır. Lagun üstünde sızdırmaz yüzer çatı örtülü malzeme ile gaz depolaması yapılmaktadır (Eryaşar, 2007: Onurbaş Avcıoğlu ve ark., 2011;. Kaya ve Öztürk, 2012).

Tesis Tipleri

Biyogaz üretiminin gerçekleşeceği tesisin büyüklüğü kullanımına göre değişiklik göstermektedir. Biyogaz tesisleri kapasite durumlarına göre dört farklı grupta incelenmektedir (Akova, 2008; Çanka Kılıç, 2011;

Onurbaş Avcıoğlu ve ark., 2011);

- Aile tipi biyogaz tesisi (6-12 m^3)
- Çiftlik tipi biyogaz tesisi (50 -100 -150 m^3)
- Köy tipi biyogaz tesisi (100- 200 m^3)
- Sanayi ölçekli biyogaz tesisi (1 000-10 000 m^3)

BİYODİZEL

Biyodizel: bitkisel (kanola, mikroalg, aspir, kolza, soya, vb.), hayvansal veya endüstriyel yağlardan kimyasal yöntemler ile üretilen yenilebilir enerji kaynaklı sıvı biyoyakıt olup organik yağların baz ve alkolle karıştırılarak dizel yakıta dönüştürülmesi ile meydana gelmektedir (Öztürk, 2012; Öğüt ve Oğuz, 2006). Biyodizel petrol içermeyip saf olarak her oranda dizel yakıta karıştırılarak enerji amaçlı yakıt olarak kullanılabilmektedir (Aybek ve ark., 2017). Biyodizelin, dizel yakıtı ile karışım oranları aşağıdaki şekilde adlandırılır.

B5: %5 biyodizel+%95 dizel B20: %20 biyodizel+%80 dizel

B50: %50 biyodizel+%50 dizel B100: %100 biyodizel

Biyodizel üretimi

Hayvansal ve bitkisel yağların dizel yakıtının alternatifi olarak kullanılabilmesi için ilk olarak yüksek viskozite değerinin düşürülüp ve uçuculuk değerinin iyileştirilmesi gereklidir. Bu sebeple biyodizel üretimi için farklı yöntemler uygulanmaktadır.

- Seyreltme
- Mikroemülsiyon oluşturma
- Piroliz
- Transesterifikasyon (Öğüt ve Oğuz, 2006: Öztürk, 2012).

Seyreltme: Bu yöntemde yağlar belli oranlarda dizel yakıtı ile karıştırılarak seyreltilip viskozite değeri istenilen aralıklara düşürülmektedir (Öğüt ve Oğuz, 2006; Öztürk, 2012).

Mikroemülsiyon oluşturma: Yağların metanol ve etanol tarzındaki kısa zincirli alkollerle mikroemülsiyon şekline getirilmesidir. Bu yöntem sonucunda oluşturulan yakıtların viskozite değerlerinde düşmeler ve püskürtme özeliklerinde olumlu gelişmeler sağlanmış fakat alkollerin setan sayılarının düşük olmasından kaynaklı emülsiyonda setan sayıların az olmasıyla motor verimlerinde olumsuz etki oluşturmaktadır.

Piroliz: Yağ molekülleri yüksek dereceli sıcaklıkta anaerobik bir ortamda daha düşük moleküllere parçalanıp viskozite değeri oldukça düş-

mektedir. Bu yöntemle elde edilen yağın yakıt karakteristikleri dizel yakıtına yakın olmasına rağmen enerji tüketimi fazla olmasından kaynaklı dezavantaj oluşturmaktadır.

Transesterifikasyon: Bu yöntem ile yağların katalizör yardımıyla alkolle reaksiyona sokularak tekrardan esterleştirilmesidir. Biyodizel üretimi 6 aşamada (alkol ve katalizör karıştırılması, tepkime, ayırma, alkolün uzaklaştırılması, gliserin nötralizasyonu, metil ester yıkama) gerçekleşmektedir (Öğüt ve Oğuz, 2006: Öztürk, 2012).

- ***Alkol ve katalizör karıştırılması:*** Katalizor olarak genel olarak soydum hidroksit veya potasyum hidroksit kullanılmaktadır. Karıştırıcı yardımıyla alkol içerisinde katalizör çözdürülmektedir (Şen ve ark., 2004).

- ***Tepkime:*** Alkol/katalizör karışımı olan çözelti kapalı olan reaksiyon kabına eklenmesin ardından bitkisel veya hayvansal yağ konulmaktadır. Sistem kabında alkol uçmasını engellemek amacıyla kap tamamen kapatılıp reaksiyon hızını artırmak için sıcaklık uygun seviyede tutularak 1-8 saat aralığında reaksiyon gerçekleştirilir. Yağların içerisinde bulunan su ve serbest yağ asit sevilerinin kontrol edilmesi konusunda hassas olunması gereklidir. Yoksa, yağ asiti veya su içeriğinin fazla bulunması sabun oluşumu ve gliserin yan ürününün alt akım olarak ayrılmasına sebep olabilmektedir.

- ***Ayırma:*** Reaksiyon tamamlanmasının ardından iki ana ürün oluşmaktadır. Bu ürünler, ham gliserin ve biyodizeldir. Bu iki üründe de belli oranlarda reaksiyonda kullanılan metanol bulunur. Gliserin fazının yoğunluğu, biyodizel fazının yoğunluğundan fazla olduğundan bu iki faz farkı gravite ile ayrılmaktadır. Bunun sonucunda, gliserin fazı çöktürme kabının dibinden rahat bir şekilde alınmaktadır. Bu iki ürünün hızlı şekilde ayırmak için santrifüj kullanılmaktadır.

- ***Alkolün uzaklaştırılması:*** *Gliserin ve* biyodizel fazları ayrılmasının ardından ger iki fazlada fazla olan alkol buharlaştırma veya distilasyon prosesi ile uzaklaştırılıp tepkime karışımı nötralize edilir. Gliserin ve ester fazları ayrılmaktadır.

- ***Gliserin nötralizasyonu:*** Yan ürün olarak kullanılan gliserin kullanılmamış katalizör ve bir asit ile nötralize edilmiş sabun içermektedir. Bazen bu fazda oluşan tuz gübre olarak kullanılmak amacıyla geri kazanılmaktadır. Gliserinden su ve alkol uzaklaştırılarak % 80-88 saflıkta gliserin elde edilmektedir.

- ***Metil ester yıkama:*** Gliserinden uzaklaştırılan biyodizel artık katalizör ve sabunların ayrıştırılması için ılık suyla yavaş bir şekilde yıkanıp, kurutulmasından sonra depolanmaktadır. Bu üretim işlemi sonucunda parlak, sarımsı ve viskozite değeri dizele yakın olan bir sıvı üretilmekte-

dir. Bazen renksiz biyodizel üretmek amacıyla ise aşama daha uygulanmaktadır (Öğüt ve Oğuz, 2006: Öztürk, 2012).

Biyodizel yakıt özellikleri

Biyodizel yakıtların özelliklerini genel olarak dört ana grupta incelenmektedir. Bunlar;

- Soğuk zaman akış özellikleri (soğukta filtre tıkanma noktası, bulutlanma, akma noktası, vb.)
- Motor performansı özellikleri (yoğunluk, viskozite, setan sayısı, vb.)
- Korozyon durumları (su miktarı, asit değeri, vb.)
- Stabilite (oksidasyon sayısı, iyot sayısı, vb.) (Akünal ve Tolay, 2003)

Aşağıda Şekil 3'te Avrupa biyodizel standartları ve yakıt özellikleri verilmiştir.

Yakıt Özellikleri	Test Metodu	Biyodizel
Yoğunluk, 15 °C, kg/m^3	EN ISO 3675	860-900
Kinematik Viskozite, 15 °C, cSt	EN ISO 3104	3.5-5.0
Alevlenme Noktası, °C, min	ISO/CD 3679	101
Soğukta Filtre Tıkanma Noktası, °C 15 Nisan-30 Eylül 1 Ekim-15 Kasım 16 Kasım-28 Şubat	DIN EN 116	 0 -10 -20
Karbon Bakiye, Ağır.%'si, maks.	EN ISO 10370	0.3
Bakır Korozyon Testi, min.	EN ISO2160	No:1
Oksidasyon Stabilitesi, 110 °C, saat, min.	EN 14112	6
Setan Sayısı, min.	EN ISO 5165	51
Asit İndisi, mg KOH/g, maks.	EN 14104	0.5
İyot İndisi, maks.	EN 14111	120
Ester Ağır.%'si, min.	EN 14103	96.5
Kükürt İçeriği, mg/kg, maks.	EN ISO 14596	10
Su İçeriği, mg/kg, maks.	EN ISO 12937	500
Sediment İçeriği, mg/kg, maks.	EN 12662	24
Sülfate Kül İçeriği, Ağır. %'si, maks.	ISO 3987	0.02
Serbest Gliserin İçeriği, Ağır. %'si, maks.	EN 14105	0.02
Toplam Gliserin İçeriği, Ağır. %'si, maks.	EN 14105	0.25
Fosfor İçeriği, mg/kg, maks.	EN 14107	10
Metanol İçeriği, Ağır. %'si, maks.	EN 14110	0.2
Trigliserit İçeriği, Ağır. %'si, maks.	EN 14105	0.2
Digliserit İçeriği, Ağır. %'si, maks.	EN 14105	0.2
Monogliserit İçeriği, Ağır. %'si, maks.	EN 14105	0.8
Alkali İçeriği (Na+K), mg/kg, maks	EN 14108	5
Linoleik Asit Metil Esteri Miktarı, Ağır. %'si, maks.	EN 14103	12

Şekil 3. *Avrupa biyodizel standartları ve yakıt özellikleri (Akünal ve Tolay, 2003)*

BİYOETANOL

Biyoetanol, köken olarak şeker ve nişasta özlü bitkisel materyallerden (şeker pancarı, mısır, buğday, ve odunsular) elde edilen rengi olmayan, berrak, yanıcı ve oktan sayısı yüksek biyoyakıt türüdür. Biyoetanol bitkisel (tarımsal) ürünlerde olan nişastanın şekere fermantasyonla dönüşmesi süreci sonucunda oluşmaktadır. Fermantasyon sonucunda oluşan biyoetanol benzinle belli oranlarda karıştırılarak kullanılabilen alternatif yakıt türüdür. Biyoetanolün, benzin yakıtı ile karışım oranları aşağıdaki şekilde adlandırılır (Bulut, 2006; Erdem, 2020)

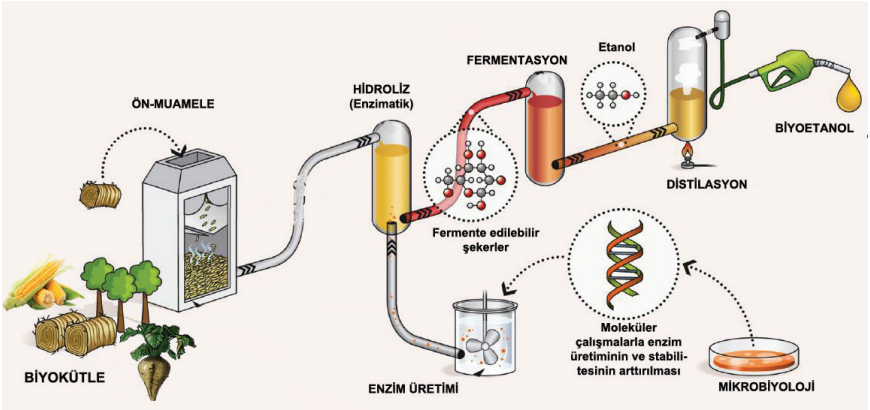
E5: %5 biyoetanol+%95 dizel E20: %20 biyoetanol+%80 dizel

E50: %50 biyoetanol+%50 dizel E100: %100 biyoetanol

Biyoetanol Üretimi

Bitkisel materyallerin biyoetanole dönüşümü dört aşamada gerçekleşir. Bunlar;

- Ön işlem ve Hazırlama:
- Hidroliz,
- Fermantasyon (mayalanma)
- Damıtma (Ayoub ve Lucia, 2018).



Şekil 4. *Biyoetanol üretim basamakları*

Ön işlem ve Hazırlama: Biyoetanol üretimi amaçlı kullanılacak olan nişasta (buğday, mısır, şeker pancarı, vb.) lignoselülozik materyallerin biyolojik olarak parçalanması çok zor olduğundan dolayı da ön işleme tabi tutulmaktadır. Ön işlemler; (a) mekanik ön işlem (doğrama, öğütme gibi parçaçık boyutu küçültme ve), (b) fiziksel ön işlem ((ışınlama ve mikrodalga, ultrason, infrared) ve termal ön işlem (buhar ile patlatma), (c) kimyasal

ön işlem (alkali, asit ve organik çözgenler), (d) fizikokimyasal ön işlem (hidrotermal proses), (e) biyolojik ön işlem (çürükçül mantarlar) gibi farklı başlıklar altında incelenebilmektedir (Ayoub ve Lucia, 2018).

Hidroliz: Bu aşamada hazırlama ve önişlem ardından hazır olan tarımsal ürünlerin fermente şekere dönüşümünde su eklenerek ana molekülden ayrılmasını sağlama işlemine hidroliz denmektedir.

$(C_6 H_{10} O_5)_n + nH_2O \rightarrow nC_6 H_{12} O_6$ reaksiyonunda selüloz seyreltik asit, konsantre asit veya enzim (selülaz) yoluyla katalizlenir

Hidroliz metodu	Olumlu özellikleri	Olumsuz özellikleri
Konsantre asit prosesi	• Düşük sıcaklıkta gerçekleşebilmesi • Yüksek şeker verimi	• Yüksek asit tüketimi (ekipman korozyonu) • Asidin tekrar kullanımı için yüksek enerji tüketimi • Yavaş proses
Seyreltik asit prosesi	• Düşük asit tüketimi • Hızlı proses	• Yüksek sıcaklıkta işlem • Düşük şeker verimi • Ekipman korozyonu • İstenmeyen bileşik oluşumu
Enzimatik proses	• Düşük korozyon • Yüksek ürün verimi • Düşük toksisite • İnhibitör oluşturmaması	• Yavaş proses • Enzim pahalılığı

Şekil 5. Asit ve enzimatik hidrolizin özellikleri (Haq ve ark., 2016)

Fermantasyon: Fermantasyon işlemi; monomer şekerlerin etanole dönüşümüne denmektedir. Hidrolize şekerlerin *Saccharomyces*, *Zymomonas*, *Candida* ve *Kluveromyces* gibi mikroorganizmalar ile etanole dönüştürülürler (Grba ve ark., 2002; Patle ve Lal, 2007; Junchen ve ark., 2012). Etanole dönüşümü Eşitlik 1'de reaksiyonda verilmiştir (Mohapatra ve ark., 2017). Bu işlem 60-80 saat arasında gerçekleşmektedir. Fermentasyon işlemi sonucunda çözeltiden % 10-12 civarında biyoetanol elde edilmesi amaçlanır.

$C_6 H_{12} O_6 \rightarrow 2C_2 H_5 OH + 2CO_2$…….. Eşitlik (1)

Damıtma: Damıtma, organik bileşiklerin saflaştırılması ve ayrılması için yaygın şekilde kullanılan metotlardandır. Damıtma işleminde, iki yada daha fazla bileşenli karışımların ısıtma, buhar ve sıvı faz oluşturarak uçucu bileşen açısından fazla karışımların oluşturmasını sağlayan ayırma yöntemidir. Fermente olan çözelti damıtma işlemi sonucunda %95-96 oranında biyoetanol çözeltiden ayrıştırılarak saflaştırılır. Ayrıştırması yapılan biyoetanol içerindeki suyun süzülmesi ile etanolün saflığı %99.8-99.95 seviyesine gelmektedir.

Biyoetanol ve benzinin yakıt özellikleri

Motor performansının yakıtla olan ilişkisini gösteren bilinen bir örnek sıkıştırma oranı ile oktan kalitesi arasındaki ilişkidir. Belli bir sıkıştırma oranında yeterli miktarda oktan sayısına sahip yakıt iyi çalışacaktır, fakat bu oktan sayısı düşünce performans da ona bağlı olarak düşecektir. Enerji yoğunluğu, buharlaşma ısısı, özgül enerji, tutuşabilirlik sınırları, yanma hızı ve sıcaklığı gibi değerler yakıtların motor performanslarına etkilerini değerlendirmede kullanılan bir takım kriterlerdir. Biyoetanolün ve benzinin kendine özgü bu değerlerinin karşılaştırılması kuramsal olarak yapılabilir. Bunun yanında deneysel karşılaştırmalar da ortaya konulabilir. Şekil 6'da biyoetanolün ve benzinin yakıt özellikleri verilmiştir (Wyman, 1996; Bulut, 2006).

Yakıt Parametresi	Biyoetanol	Benzin
Kaynama Noktası	78,5°C	27°C - 225°C
Yoğunluk	0,79 kg/dm^3	0,72 kg/dm^3 - 0,78 kg/dm^3
Buharlaşma Isısı	842 kJ/kg - 930 kJ/kg	325 kJ/kg - 395 kJ/kg
Tutuşabilirlik Sınırı	%3,3 - %19	%1 - %8
Stokiyometrik Hava/Yakıt Oranı (ağırlıkça)	8,97 - 9,0	14,5 - 14,7
Yanma Sıcaklığı	1.930°C	1.977°C
Net Yanma Isısı	21.098 kJ/dm^3 - 21.181 kJ/dm^3	30.378 kJ/dm^3 - 33.165 kJ/dm^3
Oktan Sayısı [(A+M)/2]*	96 - 113	85 - 96
Özgül Enerji (AID/HY)**	3.000 kJ/kg	2.920 kJ/kg

Şekil 6. *Biyoetanol ve benzinin yakıt özellikleri (Wyman, 1996)*

SONUÇ

Günümüzde enerji gereksinimin büyük bölümü fosil kaynaklı yakıtlardan karşılanmaktadır. Fakat enerji gereksinimi sanayinin gelişmesi, nüfus artışı ve teknolojinin gelişmesiyle beraber sürekli bir ihtiyaç ve artış izlerken fosil kaynaklı yakıtların rezervleri ise zamanla azalmaktadır. Bu fosil yakıtlardan en çok kullanılan ve önemlileri ise petrol ve doğalgazdır. Dünyada yaşanan güç savaşları, uygulanan devlet politikaları ve yaşanan

siyasi-dini çatışmalar ile petrol fiyatlarındaki aşırı dalgalanmalara sebep olmakta beraber ülke ekonomilerine zarar vermektedir. Bu olumsuzluklara karşı yeni alternatif enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmakta ve bunun üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bundan kaynaklı olarak temiz, sürekli ve çevre dostu kaynaklara yönelmek hem enerji ihtiyacını karşılamak hem de temiz çevre açısından önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyokütle enerjisi enerji ihtiyacının karşılanması, atık sorunun bertaraf edilmesi ve çevreci olması açısından mühim yer tutmaktadır. Biyokütle enerjisi içerisinde biyopelet, biyogaz, biyodizel ve biyoetanol enerji gereksiniminin sürekliliği ve temiz çevre açısından önemli alternatif yakıtları oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

Acaroğlu M. (2007). Alternatif Enerji Kaynakları. NobelYayın No: 1253, 609s, Ankara.

Arkutman F. (2003). Atıksu Arıtımı ve Arıtma Teknikleri. Bilim ve Teknik, 428, 42-52.

Akünal T. Tolay M. (2003). Biyomotorin. Avusturya ve Türkiye, Bitirme Tezi, İTÜ, İstanbul.

Akova, İ. (2008). Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Nobel Yayın No: 1294, 224s, Ankara.

Angelidaki I., Ellegaard L. (2003). Codigestion of manure and organic wastes in centralized biogas plants. Applied biochemistry and biotechnology, 109(1), 95-105.

Ar, F. Karaosmanoğlu, F., Koç, A., Acaroğlu, M., Mutlu, F., Sarısu, F., Özsöyler, Y., Bölük, G., İşler, A., Aygün, Ö.F. (2010). Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi biyoyakıtlar raporu, Ankara, Türkiye.

Atay, O. A., Ekinci, K. (2020). Characterization of pellets made from rose oil processing solid wastes/coal powder/pine bark. Renewable Energy, 149, 933-939.

Aybek, A., Üçok, S., İspir, M. A., Bilgili, M. E. (2015a). Digital mapping and determination of biogas energy potential of usable animal manure and cereal straw wastes in Turkey. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 12(3), 109-120.

Aybek, A., Serdar, Üçok., Bilgili, M. E., İspir, M. A. (2015b). Kahramanmaraş İlinde Bazı Tarımsal Atıkların Biyogaz Enerji Potansiyelinin Belirlenerek Sayısal Haritalarının Oluşturulması. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(2), 25-37

Aybek, A., Arslan, S., Üçgül, M., Üçok, S. (2017). Spline regression modelling of PTO performance of tractor fuelled with different biodiesels. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 10 (3): 115-120.

Ayoub, A.S. and Lucia, L. A. (2018). Introduction to Renewable Biomaterials:First Principles and Concepts. North Carolina State University.

Balasubramanian, D. (2000). Physical Properties of Raw Cashew Nut, Journal of Agricultural Engineering Reserach, 78, 291-7.

Bayrakçeken, H. (2007). Biyogaz Üretim Sistemi Tasarımı ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, 21-29

Bilgin S., Koçer A., Yilmaz H., Acar M., Dok M. (2016). Çay Fabrikası Atıklarınının Peletlenmesi ve Pelet Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi ", Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University (JAFAG), vol.33, pp.70-80

Bulut, B. (2006). Tarıma dayalı alternatif yakıt kaynaklarından biyoetanol ve türkiye için en uygun biyoetanol hammaddesi seçimi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü, Yüksek lisans tezi.

Çanka Kılıç F (2011): Biyogaz, önemi, genel durumu ve Türkiye'deki yeri. Mühendis ve Makine, 52 (617) : 94-106.

Christy, P. M., Gopinath, L. R., Divya, D. (2014). A review on anaerobic decomposition and enhancement of biogas production through enzymes and microorganisms. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 34, 167-173.

Dağtekin, M., Aybek, A., Üçok, S., Beyaz, A. (2018). The effect of adding corn silage at different ratios to orange and tangerine wastes on biogas production efficiency. Ankara University Faculty of Agriculture, Journal of Agricultural Sciences 24 (4): 531-538.

Delborne, J. A., Hasala, D., Wigner, A., Kinchy, A. (2020). Dueling metaphors, fueling futures:"Bridge fuel" visions of coal and natural gas in the United States. Energy Research & Social Science, 61, 101350.

Ekinci, K., Üçok, S., Kumbul, B., Tunce, H., Güzel, H. (2018). Biomethane Potential Of Safflower Harvest Residues. Agrolife Scientific Journal 2(1).

Erdem, G. M (2020). Derin ötektik çözgen ön işleminin buğday samanından biyoetanol üretimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi.

Eryaşar, A. (2007). Kırsal kesime yönelik bir biyogaz sisteminin tasarımı, kurulumu, testi ve performansına etki eden parametrelerin araştırılması. Fen Bilimleri Enstitüsü, Güneş Enerjisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 302s, İzmir.

FAO, (2021). http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC. Erişim tarihi: 21.04.2021

Grba S., Tomas V. S.,Stanzer D.,Vahèiæ N., Škrlin A. (2002). Selection of Yeast Strain Kluyveromyces marxianus for Alcohol and Biomass Production on Whey, Chem. Biochem. Eng. Q., 16 (1): 13–16.

Grower, P.D., and Mishra, S.K. (1996). Biomass briquetting: Technology and practices. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, 43 pp.

Gürbüz, A. (2009). Enerji piyasası đçinde yenilenebilir (temiz) enerji kaynaklarının yeri ve önemi, Uluslararası ileri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 1-7, 13-15 Mayıs 2009, Karabük.

Haq, F., Ali, H.,Shuaib, M., Badshah, M., Hassan, S.W., Munnis, M.F.H.and Chaudhary, H.J. (2016). Recent progress in bioethanol production from lignocellulosic materials: A review.International Journal of Green Energy,13(14), 1413-1441.

Höök, M. (2020). Coal and Peat: Global resources and future supply. Fossil Energy, 309-331.

IEA, (2013). International energy agency world energy outlook 2013, International Energy Agency Paris

İşler, A., Karaosmanoğlu, F. (2010). Biofuels in Turkey, in Rethinking Structural Reform in Turkish Agriculture: Beyond the World Bank's Strategy, Eds. Karapınar, B., Adaman, F., Özertan, G., Nova Science Publishers.

Juanga, J.P. (2005). Optimizing Dry Anaerobic Digestion of Organic Fraction of Municipal Solid Waste. Asian Institute of Technology, Thailand, 170s.

Junchen L., Irfan M., Lin F. (2012). Bioconversion of agricultural waste to ethanol: A potential source of energy, Archives Des Sciences, 65(12): 626-642.

Karaosmanoğlu, F., 2006. Biyoyakıt Teknolojisi ve İTÜ Araştırmalar. ENKÜS 2006-İTÜ Enerji Çalıştayı ve Sergisi Bildiri Kitabı, İstanbul, 110-146.

Karaosmanoğlu, F., (2006). Dünyada enerjiye duyulan ihtiyaç ve alternatif enerji kaynaklarına yöneliş, BildiriKitabı, Türkiye'nin Enerji Stratejisi Ne Olmalıdır? Sempozyumu,9-19

Kaya, D., Öztürk, H. H. (2012). Biyogaz teknolojisi: üretim-kullanım-projeleme. Umuttepe Yayınları.

Klass, D.L. (1998). Biomass for Renewable Energy, Fuels and Chemicals. Academic Press, London, 651.

Konyalı, İ. (2019). Türkiye İçin Mevcut Enerji Üretimine Alternatif Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji Kaynaklarının Seçimi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Küsek, G., Güngör, C., Öztürk, H.H., Akdemir, Ş. (2015). Tarımsal Artıklardan Biyopelet Üretimi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29 (2), 137-145.

Lehtikangas, P. (2001). Quality Properties of Pelletised Sawdust, Logging Residues and Bark, Biomass and Bioenergy, 20, 351-60.

Mani, S., Tabil, L.G., Sokhansanj, S. (2004). Grinding Performance and Physical Properties of Wheat and Barley Straws, Corn Stover and Switchgrass, Biomass and Bioenergy, 27, 339-52.

Mohapatra, S., Mishra, C., Beherra, S.,S. Thatoi, H. (2017). Application of pretreatment, fermentation and molecular tecchniques for enhancing bioetanol production from grass biomass-a review. Renewable Sustainable Energy Reviews, 78, 1007-1032.

Onursal, E., Oechsner, H., Ekinci, K. (2011). Biogas production potential of rose oil processing wastes and quail manure in Turkiye: Assessment by Hohenheim Batch Test. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 7(4), 393-398.

Onurbaş Avcıoğlu, A., Türker, U., Demirel Atasoy, Z., Koçtürk, D. (2011). Tarımsal Kökenli Yenilenebilir Enerjiler-Biyoyakıtlar. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık

Öğüt, H., Oğuz, H. (2006). Üçüncü milenyumun yakıtı biyodizel. Nobel Yayın,(745).

Özşahin, Ş., Mucuk, M., Gerçeker, M. (2016). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: BRICS-T ülkeleri üzerine Panel ARDL analizi. Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 4(4).

Öztürk, H.H. 2012. Enerji Bitkileri ve Biyoyakıt Üretimi, Hasad Yayıncılık Ltd. şti., İstanbul, ss. 272.

Öztürk, H.H. (2013). Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Birsen Yayınevi, Kod. No: Y.0029, İstanbul, 442.

Park, C., Lee, C., Kim, S., Chen, Y., Chase, H. A., (2005). Upgrading of Anaerobic Digestion by Incorporating Two Different Hydrolysis Processes Journal of Bioscience and Bioengineering, 100: 164–167.

Patle S., Lal B. (2007). Ethanol Production From Hydrolysed Agricultural Wastes Using Mixed Culture of Zymomonas mobilis and Candida tropicalis, Biotechnol Lett, 29: 1838-1843.

Peymani, M., Alavi, S. M., Rezaei, M. (2016). Synthesis gas production by catalytic partial oxidation of methane, ethane and propane on mesoporous nanocrystalline Ni/Al2O3 catalysts. International Journal of Hydrogen Energy, 41(42), 19057-19069.

Russo, D., Dassisti, M., Lawlor, V., Olabi, A. G. (2012). State of the art of biofuels from pure plant oil. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(6), 4056-4070.

Sevim, Cenk (2012), Küresel Enerji Stratejileri ve Jeopolitik, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Sokhansanj, S, Mani, S., Tabil, L.G. (2004). Grinding Performance and Physical Properties of Wheat and Barley Straws, Corn Stover and Switchgrass, Biomass and Bioenergy, 27, 339-52.

Sokhansanj, J., Turhollow A.F. (2004). Biomass Densification-Cubing Operations and Cost for Corn Stover, Applied Engineering in Agriculture, 20, 495-9.

Şen, Z., Karaosmanoğlu F., Şahin A. D., Öztopal, Ahmet., Çetinkaya M. (2004). Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu" Su Vakfı Yayınları, 26-28 Mayıs 2004, İstanbul.

Tabil, L.G., Sokhansanj, S. (1996). Pocess Condiions Affecting the Physical Quality of Alfalfa Pellets, Applied Engineering in Agriculture, 12, 345-50.

Tabil, L.G., Sokhansanj, S. (1997). Bulk Properties of Alfalfa Grind in Relation oo Its Compaction Characteristics, Applied Engineering in Agriculture, 13, 499-05.

Taşyürek, M., Acaroğlu, M. (2007). Biyoyakıtlarda (Biyomotorinde) Emisyon Azaltımı ve Küresel Isınmaya Etkisi. Uluslararası Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkileri Konferansı, Konya.

TUİK, (2021). https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1 Erişim Tarihi: 21.04.2021.

Uzunoğlu, S. (2019). Kinoa ve amarant hasat artıklarından üretilen biyoyakıt peletlerin yanma özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 106s.

Üçok, S., Aybek, A. (2016). Determınatıon Of Bıogas Values For Tomato Wastes Usıng Hohenheım Batch Test Method.Middle East Journal of Science, 2(2), 90-100

Üçok S. (2021). Çorum İli Kullanılabilir Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi. Alatarım Dergisi, 20 (1): 51 – 59.

Üçok S. (2021). Biyogaz oluşum aşamaları ve etki eden faktörler. Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmele, Gece kitaplığı yayınevi,57-67.

Üçok S, Aybek A (2021). Büyükbaş hayvan dışkısı ve makroalg (Cladophora sp.)'den biyogaz üretimi. MKU. Tar. Bil. Derg. 26(2) : 238-248. DOI: 10.37908/mkutbd.837381.

Van Haandel, A.C. Lettinga, G. (1994). Anaerobic Sewage Treatment. John Wiley & Sons, England, 226.

Vavilin, V. A., Angelidaki, I. (2005). Anaerobic Degradation of Solid Material: Importance of Initiation Centers for Methanogenesis, Mixing Intensity, and 2D Distributed Model. Biotechnology and Bioengineer, 89: 113–122.

Yılmaz, M. (2012). "Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi", Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 4(2):33-54.

Wyman, C. (1996). Handbook on bioethanol: production and utilization. CRC press.

Sinem ÇOLAK[1]
Şüheda Basire AKÇA[2]

1 Öğr. Gör. Dr. Sinem ÇOLAK, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Çaycuma Gıda ve Tarım MYO, Kimya ve Kimyasal İşleme Bölümü, Zonguldak Türkiye, sinem.colak@beun.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6731-327X
2 Öğr. Gör. Şüheda Basire AKÇA, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Çaycuma Gıda ve Tarım MYO, Kimya ve Kimyasal İşleme Bölümü, Zonguldak Türkiye,sbasire.akca@beun.edu.tr, ORCID ID:

1.GİRİŞ

Günümüzde bitkiler birçok farklı alanlarda kullanılarak hem ekonomiye hem de çevreye katkı sağlamaktadır (Yazici, 2020a; 2020b; Yazici ve Yılmaz, 2021; Yazici ve Yılmaz, 2020). Gelişmekte olan birçok ülkede temel çevre sorunlarından biri,artan endüstriyel aktiviteler ve tarımsal uygulamalar sonucu toksik metallerin artışıdır. Ağır metallerin artışına doğal ve antropojenik (yapay) kaynaklar neden olmaktadır ve bu kaynaklar aşağıda belirtilmiştir (Lajayer ve ark. 2017;Chu ve ark. 2021; Gülgün ve artk., 2016);

- Bilinçsiz kimyasal gübre kullanımı
- Pestisit ve herbisitlerin yoğun kullanımı
- Erozyon
- Mineral aşınması
- Yanardağ patlamaları
- Sanayileşme ve kentleşme
- Kanalizasyon çamuru
- Mineral döküm

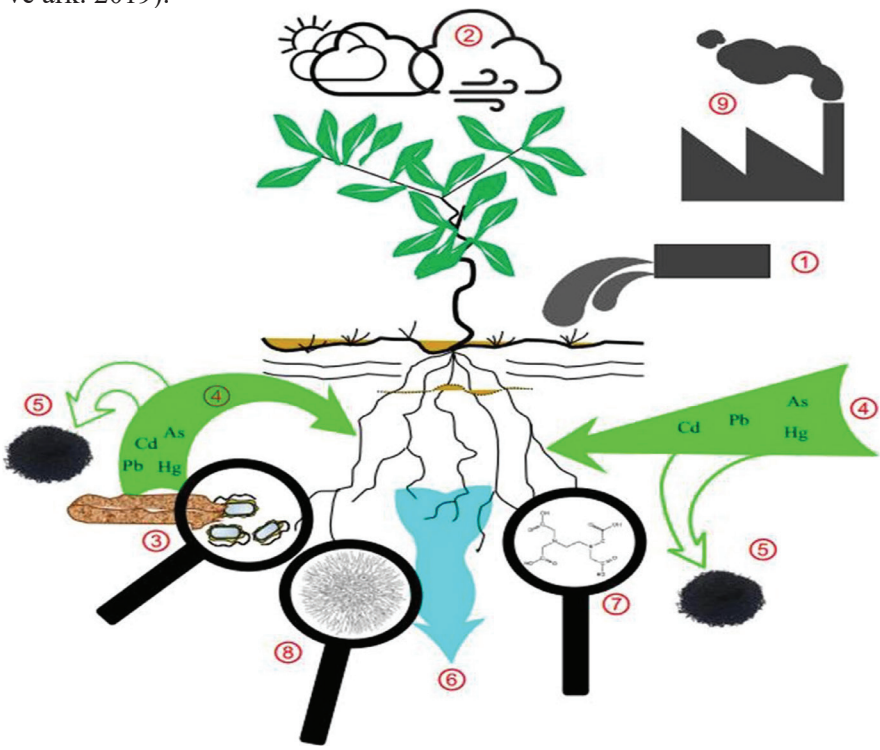
İnsanlarda toksik metallerin biyobirikimi, gastrointestinal, nörolojik ve immünolojik sistemlerde çeşitli hasarlara neden olabilir (Chojnacka, 2010; Licata ve ark. 2010). Ağır metallerin bitkilere de olumsuz etkileri bulunmaktadır. En önemli etkisi ciddi toksisiteye neden olmasıdır. Aşağıda ağır metallerin bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri verilmiştir (Sarwar ve ark. 2016);

- Fotosentez ve solunum süreçlerinde zarar verme
- Stoma iletkenliğini azaltma
- Terleme oranını azaltma
- Yaprak nispi su içeriğini azaltma
- Önemli metabolik enzimlere zarar verme
- Önemli biyomoleküllerin bütünlüğüne zarar verme
- Çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal yollar ile reaktif oksijen türlerini serbest kalması
- Oksidatif stresin indüklenmesi

En tehlikeli metaller arasında biyolojik işlevi bulunmayan ve "toksik üçlü" olarak adlandırılan kadmiyum(Cd), kurşun (Pb) ve civa (Hg)yer almaktadır. Bunların yanı sıra, çinko (Zn), bakır (Cu) ve mangan (Mn) gibi

düşük dozlarda biyolojik sistem için gerekli olmasına rağmen yüksek dozlarda toksik hale gelen metaller de mevcuttur (Zhu ve ark. 2003;Benavides ve ark 2005; Licata ve ark 2010; Çolak ve ark., 2020).

Çevresel faktörlerden ve insan faaliyetlerinden oldukça fazla etkilenen bitkilerin ağır metallere maruziyeti Şekil 1'de sunulmuştur (Lajayer ve ark. 2019).



Şekil 1.*Bitkilerin ağır metallere maruziyeti(Lajayer ve ark. 2019).*

Aşağıda Şekil 1'de numaralandırılarak ifade edilen maruziyet ve etkiler verilmiştir (Lajayer ve ark. 2019);

(1) Arazilere ağır metallerin, bu metalleri içeren atık su, pestisitler veya gübreler ile girişi.

(2) Atmosferik çökelme, herbisitler, toz fırtınası veya volkanik emisyon yoluyla bitkiler tarafından ağır metallerin yapraklardan alınması.

(3) Bitki için faydalı rizosferik mikroorganizmalar ile organik maddelerin mineralizasyonu veya minerallerin çözünmesiyle ağır metallerin-toprağa salınması

(4) Mevcut ağır metallerin bitki kökleri tarafından alınması

(5) Ağır metallerin toprak mineralleri, organik madde ve biyokömür üzerine adsorpsiyonu ve biyoyararlanımlarının azalması.

(6) Ağır metallerin toprakta sızması ve bundan dolayı toprağın özelliklerinin değişmesive yeraltı suyunun kirlenmesi.

(7) Ağır metallere bağlanan doğal veya sentetik şelatlayıcı maddelerinbitkilerin biyoyararlanımlarını geliştirmesi.

(8) Mantar hifleri tarafından ağır metallerin biyoyararlanımının arttırılması

(9) Fabrikaların olduğu endüstri kuruluşlarından antropojenik faaliyetler yoluyla atmosfere ağır metallerin salınması

2. TOPRAKTA AĞIR METAL GİDERİMİ

Bazı topraklar, çok sayıda toksik metal içererek yüksek oranda kirlilik göstermesine karşın yalnızca bir veya iki metalle de yüksek oranda kirlilik gösterebilirler. Örneğin; Cd,bitkilerde temel bir besin maddesi değildir. Ayrıca diğer toksik metallerle karşılaştırıldığında çok düşük konsantrasyonlara maruziyet bile bitkiler ve hayvanlar için yüksek toksisite ile sonuçlanmaktadır (Nedjimi ve Daoud, 2009).

Günümüzde ne yazık ki, dünya çapında birçok alanda en yaygın toksik metal Cd'dir. Cd stresi genellikle bitki büyümesini azaltmaktadır. Ayrıca yapılan bir çalışmada bitkilerde Cd maruziyetinin, Pb, Zn ve Cu gibi diğer toksik metallerin birikimini azaltabildiği bildirilmiştir (Lin ve ark. 2010).Bununla birlikte, bazı çalışmalarda, düşük bir Cd konsantrasyonunun bitki büyümesini uyarabildiği ve diğer metallerin birikimini artırdığı bulunmuştur. Metallerin toksisitesi sadece çeşitli toksik metallerin varlığı ile artmamaktadır.Aynı zamanda bir ağır metalin diğerlerinin birikimini kolaylaştırma veya sınırlandırma özelliğinin bulunması da toksisitekonsantrasyonu üzerinde etkilidir (Patrn ve ark. 1994; Liu ve ark. 2008).

Günümüzde kirliliğin yoğun olduğu ekosistemlerde ağır metallerin giderimi için çeşitli mühendislik ve biyolojik teknolojiler geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir (Venkatachalam ve ark. 2017; Fu ve Wang, 2011; Wang ve ark. 2018);

- Adsorpsiyon
- Oksidasyon
- İndirgeme
- Çöktürme
- İyon değişimi
- Pıhtılaşma-flokülasyon

- Elektrokimyasal yöntemler
- Liç/asit ekstraksiyonu
- Toprak yıkama

Ancak, bu tür iyileştirme yöntemleri ekonomik olarak uygulanabilir değildir. Ayrıca tarımsal ekosistemler için tahrip edici olabilir ve büyük miktarlardaki tehlikeli atıklar için pratik değildir(Chowdhury ve ark. 2017).

Günümüzde ağır metal kontaminasyonlarının iyileştirilmesi için bitkiler kullanılmaktadır ve erozyonu önleme, toprak kalitesini iyileştirme ve sağlıklı ekosistem işleyişini sürdürme dahil olmak üzere birçok ek fayda sağladığından özel ilgi görmektedir. Ayrıca bitkilerin kullanıldığı bu sürecin avantajları aşağıda belirtilmiştir (Naderi ve ark. 2013);

- Doğal bir süreçtir
- Hiçbir kalıntı ve toksik madde bırakmaz
- Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini korur ve muhafaza eder
- Ağır metallerin yeraltı sularına nüfuz etmesini önler
- Ekonomik
- Kolay uygulanabilir
- Çevre dostu

Ağır metallerin etkilerinin giderilmesi için bitkilerin kullanıldığı yöntemler genellikle fitoremediasyon vefitoekraksiyondur.

Fitoremediasyon

Fitoremediasyonda amaç, sağlıklı toprak özelliklerini tekrar kazandırmaktır. Bu amaçla kirlenmiş toprakta bulunanağır metaller hareketsiz hale getirilir veya konsantrasyonu düşürülür. Uygulamanın başarısı, seçilen bitkinin hızlı biyokütle üretme ve dokularında ağır metal biriktirme yeteneğine bağlıdır (Eissa, 2016;Muthusaravanan ve ark. 2020).Fitoremediasyon işleminde yenilebilir bitkiler, tıbbi ve aromatik türler de dahil olmak üzere yenmeyen bitkiler, ağaçlar, otlar ve süs bitkileri kullanılmış ve tehlikeli kirleticilerin emilerek, aktarma ve biriktirme yolu ile uzaklaştırılması sağlanmıştır (Gupta ve ark. 2013;Maleki ve ark. 2017; Liu ve ark. 2018). Ancak yenilebilir mahsullerin kullanılması uygun olmayan bir seçenektir, çünkü kirleticiler besin zincirine girerek insan ve hayvan sağlığını tehdit edebilir.

Fitoekraksiyon

Bitkisel özümleme veya fitoekraksiyon, bitkilerin farklı ortamlardan (toprak, su ve hava) tehlikeli ağır metalleri çıkarmak, ayırmak ve/veya detoksifiye etmek için kullanılmaktadır. Pratik ve ekonomik olduğundan çok fazla tercih edilen bir yöntem olarak kabul edilir. Fitoekstraksiyonda iki farklı yol vardır. Biri, kavak ve söğüt gibi yüksek biyokütle üretimi olan bitki organlarında toksik metaller biriktiren bir hiperakümülatörün kullanılması diğeri ise *Lonicera japonica* gibi yüksek metal konsantrasyonuna sahip organizmalarda toksik metalleri konsantre eden bir fito-ekstraktör kullanılmasıdır (Liu ve ark. 2009).

3. TOPRAKTA AĞIR METAL GİDERİMİNDE SÜS BİTKİLERİNİN KULLANIMI

Bitkiler toprakta çözünen ağır metalleri iyonik, şelatlı veya kompleks formlarda kolayca alırlar (Yazdanbakhsh ve ark. 2020). Ayrıca bazı bitki türlerinde biriktirilen ağır metallerin çözünürlüğü birkaç organik ve inorganik ajan kullanılarak etkili ve spesifik olarak artırılabilir (Li ve ark. 2020). En yaygın kullanılan şelatlama maddeleri arasında etilendiamintetraasetik asit (EDTA) yer almaktadır ve sentetik bir şelatör olarak bilinmektedir. Genellikle bitkilerin metal alımını artırmak için kullanılmaktadır (Sarwar ve ark. 2016). Sentetik şelatörlere alternatif olarak doğal kaynaklarda bulunmaktadır. Örnek olarak şarap sirkesi ve hümik maddeler gibi biyoşelatörler verilebilir. Bu tür organik bileşikler kullanılarak yapılan bir çalışmada hem toprak verimliliği artmış hem de toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel özellikleri iyileşmiştir (Lwin ve ark. 2018).

Fitoekstraksiyon veriminin arttırılması içindoğal şelatör gibi organik materyaller ve farklı bitki türleri kullanılmaktadır.Süs bitkileri ise aşağıda yer alan sebeplerden dolayı tercih edilmektedir(Liu ve ark. 2018);

- hızlı büyümeleri
- canlılıkları
- bollukları

Süs bitkisi türleri arasında Asya kökenli Amaranthaceae familyasına ait kırmızı amaranth olarak da bilinen *Amaranthus tricolor* türünün fitoekstraksiyon veriminin çok iyi olduğu bildirilmiştir (Biswas ve ark. 2015). Yapılan çalışmada, bu türünağır metalle kirlenmiş topraklarda daha yüksek büyüme oranına sahip olduğu ve daha büyük biyokütle elde edildiği görülmüştür. Ayrıca toprak partiküllerine adsorbe edilen Cd'nin çözünürlüğünü arttırmak için özel mekanizmaya sahip olduğu ve bu yüzden özellikle *Amaranthustricolor*'un diğer süs bitkilerine nazaran dahafazla tercih edildiği bildirilmiştir (Watanabe ve ark. 2009).

2.2.Süs Bitkilerinin Kullanıldığı Fitoekstraksiyon Örnekleri

Aşağıda literatürde yer alan çalışmalara ait bazı süs bitki türlerinin fitoekstraksiyon potansiyelleri,kullanılan metal ve konsantrasyon aralıkları deneysel sonuçları ile birlikte verilmiştir;

***Calendula officinalis L.* (Cd-Pb);**Çalışmada konsantrasyon aralıkları Cd için, 0-300 ppm ve Pb için, 0-80 ppmolarak kullanılmıştır.Bitkilerin yüksek miktarda Cd ve Pb biriktirdiği ancakbüyüme hızında önemli miktardaazalma olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıcamikorizal kolonizasyon, Cd ve Pb toksisitesinin olumsuz etkilerini hafifletmiş, kök ve sürgün organlarında Pb ve Cd birikimini de arttırmıştır (Tabrizi ve ark. 2015).

Calendula officinalis L. (Cu);Çalışmadasürgün ve kök dokularında yüksek konsantrasyonlarda Cu birikmiştir. Ayrıca bitkiler uygulanan tüm dozlarda fitotoksisite semptomları göstermeden normal olarak büyümüştür. Uygulanan en yüksek doz (400 ppm) dışındaki tüm dozlardaCu birikimi,yapraklarda köklere göre daha fazla olmuştur (Goswami ve Das, 2016).

Tagetes erecta L.,Chrysanthemum indicum L.,Gladiolus grandiflorus L.(Cd);Çalışılan tüm türlerde yapraklardaki Cd içeriği topraktaki Cd konsantrasyonunun artmasıyla artmıştır. *Gladiolus grandiflorus* L. türü en yüksek toleransa ve Cd konsantrasyonuna sahip olmasına karşın, bitki biyokütlesi dikkate alındığında toplam Cd giderimi türler arasında *Chrysanthemum indicum* L.>*Gladiolus grandiflorus* L.>*Tagetes erecta* L olarak sıralanmıştır.Çalışmada Cd içinkonsantrasyon aralığı 0-100 ppm olarak kullanılmıştır(Lal ve ark. 2008).

Helianthus annus L., Salvia splendens Sellow ex J.A. Schultes, Tagetes eracta L.(Cd); Çalışmada Cd konsantrasyonunun arttırılması iletürler arasında *H. annus ve S. splendens*'in büyümesi azalmıştır. Buna karşın,en yüksek Cd biriktirme kapasitesine sahip olan T. erecta için böyle bir etki gözlenmemiştir. Çalışmada Cd için konsantrasyon aralığı 0-100 ppm olarak kullanılmıştır(Bosiacki 2008).

Panicum maximum Jacq, Cosmos sulphureus Cav, Tagetes erecta L. (Cd); Çalışılan türler arasında,Cd alımı ve birikimi için en yüksek potansiyele*T. erecta* türünün sahip olduğu ardından Panicum maximum Jacq türü olduğu saptanmıştır.ÇalışmadaCd içinkonsantrasyon aralığı 0-400 ppmolarak kullanılmıştır(Rungruang ve ark. 2011).

Helianthus annuus L., Tagetes patula L., Celocia cristata L. (Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Pb);Çalışmada endüstriyel çamurla kirlenmiş ve atık su ile sulanmış topraklar kullanılmıştır.Bitkilerin farklı bölümlerinde ağır metal birikimi sırasıyla şu şekilde bir eğilim izlemiştir: kök>yaprak>gövde>çiçek. Türler arasında *Celocia cristata* L. türünün en yüksek biyokütle

üretimine sahip olduğu bulunmuş ve fitoekstraksiyon uygulamaları için önerilmiştir(Chatterjee ve ark. 2012).

Erica andevalensis Cabezudo, Rivera, Erica australis L.(Al, As, Fe,Mn);Çalışmada toprakların sülfür madenciliği atıkları ile kirlenmesi sağlanmıştır.Çalışılan tüm bitki türlerinde fitotoksisite semptomları gelişmemiştir. Bu yüzden özellikle Erica türleri, sülfür madenciliği atıkları ile kirlenmiş toprakların fito ekstraksiyonu için önerilmiştir(Pérez-López ve ark. 2014).

Quamoclit pennata L.,Antirrhinum majus L., Celosia Cristata L. Var. Pyramidalis (Pb);Çalışmada Pb, 0-500ppmkonsantrasyon aralığında kullanılmıştır.Bu türlerden sadece *Celosia Cristata* L. var. piramidalis bitkileri, sürgün biyokütlelerinde önemli bir azalma göstermeden sürgünlerinde 1000 ppm den fazla konsantrasyonlarda Pb biriktirmiştir (Cui ve ark. 2013).

Nerium oleander L. (Pb);Çalışmada Pb, 0-100µM konsantrasyon aralığında kullanılmıştır.Bitkiler Pb'yi esas olarak köklerinde biriktirmiştir. Ayrıca *Nerium oleander*ağır metal fito stabilize edici olarak önerilmiştir(Trigueros ve ark. 2012).

Lonicera japonica Thunb. (Cd);ÇalışmadaCd için konsantrasyon aralığı 0-50 ppm olarak kullanılmıştır.Düşük Cd konsantrasyonlarında, bitki yüksekliği, yaprak ve köklerin kuru biyokütlesi ve klorofil içeriği artmıştır.Ancak kullanılan en yüksek Cd konsantrasyonu, kontrol grubu ile kıyaslandığında bu parametrelerden etkilenmemiştir. Bu tür, yüksek toleransı ve Cd biriktirme kapasitesi nedeniyle bir Cd-hiperakümülatörü olarak önerilmiştir(Liu ve ark. 2009).

Alyssum montanum L., Daphne jasminea Sm. (Cd);Çalışmada Cd, 0-5µM konsantrasyon aralığında kullanılmıştır. D. Jasminea türünün köklerde A. Montanum türüne göre daha fazla miktarda Cd biriktirdiği, ancak *Alyssummontanum* türü için sürgünlerde Cd birikiminin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu nedenle, A. montanum türü fito ekstraksiyon için önerilirken, *Daphnejasminea* türü Cd ile kirlenmiş substratların fitostabilizasyonu için kullanılabilir olduğu bildirilmiştir (Wiszniewskave ark. 2017).

Chlorophytum comosum (Thunb.) Jacques. (Cd);Çalışmada Cd,0-200 ppm konsantrasyon aralığında kullanılmıştır.Kök ve sürgün dokularında yüksek konsantrasyonlarda Cd birikmiştir.Bu yüzden C. Comosum türünün Cd'ye karşı yüksek toleranslı vegüçlü bir Cd akümülatörü olabileceği önerilmiştir (Wang ve ark. 2012).

Mirabilis jalapa L.,Impatiens balsamin L., Tagetes erecta L.(Cr);-Çalışmada 0-102,5 g/kg tabakhane çamuru, toprakla karıştırılmıştır.Türler

arasında,*Mirabilis jalapa* L. türünün translokasyon faktörü ve biyoakümülasyon katsayısı 1'den büyük bulunmuş ve fitoekstraksiyon için güçlü bir potansiyeli olduğu bildirilmiştir(Miao ve Yan, 2013).

Helianthus annuus L., Hydrangea paniculata Siebold (Cu,Pb);- Çalışmada 1000ppm Cu oksit nanopartikülü, 1000ppm $Cu(SO_4)_2$ ve 1000ppm Pb $(NO_3)_2$kullanılmıştır.Her iki tür, Cu'yu yapraklarında, Pb'yi ise gövdelerinde depolamıştır. Ayrıca çalışmada her iki tür, Cu ve Pb için hiperakümülatör olarak önerilmiştir(Forte ve Mutiti, 2017).

Buddleja asiatica Lour,. Buddleja paniculata Wall. (Pb);Çalışmada Pb, 94584–101405ppmkonsantrasyon aralığında kullanılmıştır.Bitkiler, sürgünlerinde yüksek miktarda Pb (2,273–3,675 ppm) biriktirmiştir.Bu yüzden bu iki türü de Pb ile kontamine olmuş toprakların fito ekstraksiyonundakullanımına uygunakümülatörler olduğubildirilmiştir(Waranusantigulve ark. 2008).

Iris pseudacorus L. (Pb,Fe);Çalışmada Pb, 0-1000ppm ve Fe,0-500ppm konsantrasyon aralığında kullanılmıştır.Pb emilimi ve birikimi, ara Fe dozu (100 ppm) ile arttırılmıştır.Bu durum*Iris pseudocorus* türünün Pb uzaklaştırma kapasitesini geliştirmiştir. Uygulanan en yüksek doz-Fe(500 ppm) toksisitesi, bitki büyümesini inhibe etmiştir (Zhong ve ark. 2010).

Iris pseudacorus L. (Cr, Zn);Çalışmada her iki metal için 0-100µg konsantrasyon aralığı kullanılmıştır. Cr,çoğunlukla köklerde birikirken, Zn çoğunlukla köklerde kalmıştır.Sonuç olarak bu türün Cr rizofiltrasyon ve Zn fito ekstraksiyonu için iyi bir aday olduğu bildirilmiştir (Caldelas ve ark.2012).

Zantedeschia aethiopica (L.) Spreng (Fe);Çalışmada Fe, 0-200ppm konsantrasyon aralığında kullanılmıştır. Bitkiler aşırı Fe'ye orta derecede toleranslı davranış göstermiştir. Bu yüzden Fe ile kirlenmiş sulak alanların fito-ekstraksiyonu için önerilmiştir(Casierra-Posadave ark. 2014).

Zantedeschia aethiopica (L.) Spreng, Canna indica L., Carex hirta L., Miscanthus sinensis Andersson and Phragmites australis Cav. (Cu,Zn);Çalışmada 3,6 mg/L Cu ve 9 mg/L Zn içeren atık su kullanılmıştır.En yüksek metal içeriği C. hirta, C. indica ve P. Australis türlerinde gözlenirken, Z. aethiopica türü metal birikiminde en az verimli tür olarak bildirilmiştir(Macci ve ark. 2015).

Talinum triangulare L.(Pb, Cu, Ni, Cd);Çalışmada tüm metaller, 0-20ppm konsantrasyon aralığında kullanılmıştır.Tüm metal konsantrasyonlarında kök sayısı önemli ölçüde azalmıştır. Uygulanan en yüksek dozda Cu birikimi 1000 ppm' den fazla bulunmuştur(Rajkumar ve ark. 2009).

Calendula alata Rech. fil. (Cs,Pb);Çalışmada Cs ve Pb, 0-5ppm konsantrasyon aralığında kullanılmıştır.Cs'nin %50'den fazlası ve Pb'nin %99'u ortamdan uzaklaştırılmıştır. En yüksek konsantrasyonlara (5ppm) maruz bırakılan bitkilerde, Cs ve Pb ile kirlenmiş suyun fito ekstraksiyonu için C. alata türü önerilmiş ve iyileştirme potansiyeli Pb için daha yüksek bulunmuştur(Borghei ve ark. 2011).

3.HAVADA AĞIR METAL GİDERİMİNDE SÜS BİTKİLERİNİN KULLANIMI

Atmosferik ağır metal kirliliği, ağır metallerin bitkilerin yaprak, meyve ve çiçek yüzeylerinde biriktirilmesi ile giderilebilir.Süs bitkilerinin fito ekstraksiyon potansiyeli ile ilgili çalışmaların çoğunda, toprak ve su kirliliğine odaklanılmıştır (Waranusantigul ve ark. 2008; Zhong ve ark. 2010; Borghei ve ark. 2011; Trigueros ve ark. 2012; Miao ve Yan, 2013).Ancak,-bazı çalışmalarda süs bitkilerinin atmosferdeki ağır metallerin bitki özütlemesindeki potansiyel rolleri araştırılmıştır. Çalışmaların sonuçları, endüstri tesislerinin veya yoğun şekilde araç trafiğinin olduğu yolların yakınında büyüyen süs bitkilerinin yapraklarında ağır metal seviyelerinin arttığını göstermiştir (Baycu ve ark. 2006;Simon ve ark. 2011).

Atmosferik ağır metal kirliliğinin giderilmesinde, gerek metallerin biriktirilmesi gerekse bitkinin fizyolojik tepkileri göz önünde bulundurulduğunda süs bitkilerinin önemli derecede fitoekstraksiyon potansiyelleri bulunmaktadır. Süs bitkileri tarafından atmosferik ağır metal kirliliğinin fito ekstraksiyonu için yapılan bazı çalışmalarda kullanılan türler aşağıda yer almaktadır;

Acer pseudoplatanus L.;Çalışma Al, Ba, Ca, Cu,Fe, K, Mn,Na, P, S, Sr, Zn, Pb, Se metallerini içeren toz ile kentsel, banliyö ve kırsal alanlarda (Viyana, Avusturya) yapılmıştır. Al, Ba, Fe, Pb, P ve Se metallerinin tozdaki konsantrasyonları, Mn ve Sr metallerinin ise yapraklardaki konsantrasyonları kentsel alanlarda kırsal alana göre daha yüksek bulunmuştur. Çalışmada bu türün, çevre kirliliğini izlemek için faydalı olabileceği önerilmiştir(Simon ve ark. 2011).

Vaccinium myrtillus L. ve Empetrum nigrum spp.Hermaphroditum;Çalışmada, Ca, Cu, Fe, K, Mn, Ni, Mgmetalleri, fosfor (P) ve sülfür (S) incelenmiştir. Ni, Cu ve SO_2 ile kirlenmiş alanlarda (Sør-Varanger, kuzey Norveç). E. Hermaphroditum türünün yapraklarında, *Vaccinium myrtillus* türünün yapraklarından daha yüksek konsantrasyonlarda Ni bulunmuştur.Tüm türlerde yapraklar,emisyonlardan çok daha fazla etkilenmiştir. Ayrıca *Vaccinium myrtillus*türünün yapraklarında S miktarı arttıkça Ni ve Cu doğru orantılı olarak artarken, Mn seviyeleri azalmıştır. *E hermaphroditum* türünün yapraklarında ise Ni ve Cu ile orantılı olarak

Fe konsantrasyonuartarken, Ca seviyeleri azalmıştır (Uhlig ve Junttila, 2001).

Acer negundo L., Aesculus hippocastaneum L., Ailanthus altissima (Mill.) Swingle, Fraxinus angustifolia Vahl., Populus nigra L. and Robinia pseudoacacia L.;Çalışma Cd, Pb, Zn,ve Ni metalleri ile kent parkları ve yol kenarlarında (İstanbul, Türkiye)yapılmıştır. Pb ve Zn' nin yüksek miktarda birikimi, peroksidaz (POD) aktivitesinde önemli artış göstermesi ve klorofil biyosentezi üzerindeki düşük toksisite etkisi nedeniyle incelenen türler arasında, *Populus*nigra türünün biyobelirteç bir bitki olduğu öne sürülmüştür(Baycuet al. 2006).

Ağır metal kirleticilerin olduğu havaya maruz kalan süs bitkilerin tepkileri ve olası ektraksiyon potansiyelleriile ilgili sınırlı deneysel veriler mevcuttur.Bu konunun daha iyi anlaşılması için;

- Süs bitkileri tarafından ağır metallerin/partiküler maddenin (PM) alımı
- Süs bitkilerinde ağır metallerin/PM yer değiştirmesinin hücresel mekanizmasıhakkında daha fazla çalışma yapılmalıdır.

4. YORUM VE ÖNERİLER

Mevcut literatürler ile yapılan kapsamlı incelememiz, süs bitkilerinin geleneksel iyileştirme tekniklerine kıyasla daha çevre dostu bir yaklaşım olarak, kirli ortamlardan ağır metallerin fitoekstraksiyonu için umut verici bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca süs bitkilerinin genetik manipülasyonu, fito-ekstraksiyon kabiliyetlerinin artmasına da neden olabilir.

Ağır metallerin biyoyararlanımı, alımı ve detoksifikasyonu hakkında kapsamlı bilgi sahibi olmak, süs bitkilerinde bitki ektraksiyon stratejilerinin geliştirilmesi veya iyileştirilmesi için önemlidir.Ağır metallerinsüs bitkilerinde alımı ve birikiminin hücresel mekanizmaları hakkındaki bilgiler nispeten sınırlıdır ve daha fazla araştırılması gerekmektedir.

Farklı süs bitkilerindeki enzimatik ve enzimatik olmayan detoksifikasyon yolları, ağır metaller / PM'lerin köklere ve / veya yapraklara giriş mekanizmaları tam olarak anlaşılamamıştır.Ağır metallerinekstrasyonunun ve detoksifikasyonunun altında yatan mekanizmaları anlamak için moleküler düzeyde daha derinlemesine çalışmalar gereklidir. Aşağıda yer alan alanların daha fazla araştırılması önerilmektedir (Lajayer ve ark. 2019);

- Ağır metallerin ve PM'lerin bitki yapraklarına girişi
- PM'lerin özellikleri ile ağır metallerin yapraktan alımı arasındaki ilişki

- Sentetik ve organik şelatlayıcı ajanların (EDTA, DTPA, EGTA gibi) ve faydalı mikroorganizmaların (mikorizalar, endofitler ve PGPR'ler gibi) farklı süs bitkilerinin bitki özütleme kapasitesini geliştirmesindeki rolü
- Ağır metallerin hem yaprak hem de kökten alımı için detoksifikasyon reaksiyonlarında yer alan farklı enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanların rolü
- Geliştirilmiş ağır metal sekestrasyon/detoksifikasyon özelliklerine sahip transgenik süs bitkilerinin oluşturulması
- Özellikle kesme çiçekler için ağır metallerle kontamine olmuş süs bitkilerinin deri teması ile ilişkili insan sağlığına yönelik ağır metallerin neden olduğu riskler

KAYNAKLAR

Baycu, G., Tolunay, D., Özden, H., Günebakan, S. (2006). Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn, and Ni concentrations in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul. *Environ Pollut* 143:545–554.

Benavides,M. P., Gallego, S. M., Tomaro, M. L. (2005). Cadmium toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology,* 17(1):21–34.

Biswas, G.C., Sarkar, A., Rashid, M.H., Shohan, M.H. et al. (2015). Assessment of the irrigation feasibility of low-cost filtered municipal wastewater for red amaranth (Amaranthus tricolor L cv. Surma). *Int. Soil Water Conserv. Res.,* 3, 239–252.

Borghei, M., Arjmandi, R., Moogouei, R. (2011). Potential of Calendula alata for phytoremediation of stable cesium and lead from solutions. *Environ Monit Assess,* 18:63–68.

Bosiacki, M. (2008). Accumulation of cadmium in selected species of ornamental plants. *Acta Sci Pol Hortorum Cultus,* 7:21–31.

Caldelas, C., Araus, J., Febrero, A., Bort, J. (2012). Accumulation and toxic effects of chromium and zinc in Iris pseudacorus L. *Acta Physiol Plant,* 34:1217–1228.

Casierra-Posada, F., Blanke, M.M., Guerrero-Guío, J.C. (2014). Iron tolerance in Calla Lilies (Zantedeschia aethiopica). *Gesunde Pflanz,* 66:63–68

Chatterjee, S., Singh, L., Chattopadhyay, B., Datta, S., Mukhopadhyay, S. (2012). A study on the waste metal remediation using floriculture at East Calcutta Wetlands, a Ramsar site in India. *Environ Monit Assess* 184:5139–5150.

Chojnacka, K. (2010). Biosorption and bioaccumulation—the prospects for practical applications. *Environment International,*36(3): 299–307.

Chowdhury, R.A., Datta, R., Sarkar, D. (Eds.) (2018). Heavy metal pollution and remediation. In Green Chemistry; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp. 359–373.

Chu, Y., Yang, L., Wang, X., Wang, X., Zhou, Y. (2021). Research on distribution characteristics, influencing factors, and maintenance effects of heavy metal accumulation in bioretention systems: *Critical review. J. Sustain. Water Built Environ.* 7, 03120001.

Cui, S., Zhou, Q., Wei, S., Zhang, W., Cao, L., Ren, L. (2007). Effects of exogenous chelators on phytoavailability and toxicity of Pb in Zinnia elegans Jacq. *J Hazard Mater* ,146:341–346.

Çolak, S., Yazici, K., and Akça, Ş. B. (2020). Determınatıon Of Heavy Metal Contents in St John s Wort Hyperıcum Spp In Zonguldak Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 29(5), 3571–3578.

Eissa, M.A. (2016) Effect of sugarcane vinasse and EDTA on cadmium phytoextraction by two saltbush plants. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 23, 10247–10254.

Forte, J., Mutiti, S. (2017). Phytoremediation Potential of *Helianthus annuus* L. and *Hydrangea paniculata* Siebold. in Copper and Lead-Contaminated Soil. *Water Air Soil Pollut* 228: 77.

Fu, F., Wang, Q. (2011) Removal of heavy metal ions from wastewaters: *A review. J. Environ. Manag.* 92, 407–418.

Goswami, S., Das, S. (2016). Copper phytoremediation potential of *Calandula officinalis* L. and the role of antioxidant enzymes in metal tolerance. *Ecotox Environ Safe,* 126:211–218.

Gupta, A.K., Verma, S.K., Khan, K., Verma, R.K. (2013). Phytoremediation using aromatic plants: A sustainable approach for remediation of heavy metals polluted sites. Environ. Sci. Technol 2013, 47, 10115–10116

Gülgün, B., Balık, G., Dursun, Ş., and Yazici, K. (2016). The Role of Phytoremediation in Reclamation of Soil Pollution and Suitability of Certain Ornamental Plants to Phytoremediation. Presented at the Waset 2016 .

Lajayer, A.B., Ghorbanpour, M., Nikabadi, S. (2017). Heavy metals in contaminated environment: Destiny of secondary metabolite biosynthesis, oxidative status and phytoextraction in medicinal plants. *Ecotoxicol. Environ.* 145, 377–390.

Lajayer, B.A, Moghadam, N.K., Maghsoodi, M.R., Ghorbanpour, M., Kariman, K. (2019). (Phytoextraction of heavy metals from contaminated soil, water and atmosphere using ornamental plants: mechanisms and efficiency improvement strategies.Environmental Science and Pollution Research, https://doi.org/10.1007/s11356-019-04241-y.

Lal, K., Minhas, P., Chaturvedi, R., Yadav, R. (2008). Extraction of cadmium and tolerance of three annual cut flowers on Cd-contaminated soils. *Bioresour Technol*, 99:1006–1011.

Li, X., Zhu, W., Meng, G., Guo, R., Wang, Y. (2020). Phytoremediation of alkaline soils co-contaminated with cadmium and tetracyclinenantibiotics using the ornamental hyperaccumulators Mirabilis jalapa L. and Tagetes patula L. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 27,14175–14183.

Licata, P., Naccari,F., Lo Turco, V., et al. (2010) Levels of Cd (II), Mn (II), Pb (II), Cu (II), and Zn (II) in common buzzard (Buteo buteo) from Sicily (Italy) by derivative stripping potentiometry. *International Journal of Ecology,* 2010 Article ID 541948, 7 pages.

Lin,C. C., Lai,H. Y., Chen,Z. S. (2010). Bioavailability assessment and accumulation by five garden flower species grown in artificially cadmium-contaminated soils. *International Journal of Phytoremediation,* 12(5): 454–467.

Liu, J. N., Zhou,Q. X., Sun,T. et al. (2008). Growth responses of three ornamental plants to Cd and Cd-Pb stress and their metal accumulation characteristics. *Journal of Hazardous Materials,* 151(1): 261–267.

Liu, J., Xin, X., Zhou, Q. (2018) Phytoremediation of contaminated soils using ornamental Plants. *Environ. Rev.,* 26, 43–54.

Liu, Z., He, X., Chen,W., Yuan,F., Yan,K., Tao, D. (2009). Accumulation and tolerance characteristics of cadmium in a potential hyperaccumulator-Lonicera japonica Thunb. *Journal of Hazardous Materials,* 169(1–3):170–175.

Lwin, C.S., Seo, B.H., Kim, H.U., Owens, G., Kim, K.R. (2018). Application of soil amendments to contaminated soils for heavy metal immobilization and improved soil quality—A critical review. *Soil Sci. Plant. Nutr.,*64, 156–167.

Macci, C., Peruzzi, E., Doni, S., Iannelli, R., Masciandaro, G. (2015). Ornamental plants for micropollutant removal in wetland systems. *Environ Sci Pollut Res* 22:2406–2415.

Maleki, M., Ghorbanpour, M., Kariman, K. (2017). Physiological and antioxidative responses of medicinal plants exposed to heavy metals stress. *Plant Gene,*11, 247–254.

Miao, Q., Yan, J. (2013). Comparison of three ornamental plants for phytoextraction potential of chromium removal from tannery sludge. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 15:98–105.

Muthusaravanan, S., Sivarajasekar, N., Vivek, J.S., Priyadharshini, S.V., et al. (2020). Research updates on heavy metal phytoremediation: Enhancements, efficient post-harvesting strategies and economic opportunities. In Green Materials for Wastewater Treatment; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 191–222.

Naderi, M.R., Shahraki, A.D., Naderi, R. (2013). Overview of phytoremediation soils contaminated with heavy metals. *Hum. Environ. Quart.* 10, 35–49.

Nedjimi, B. and Daoud, Y. (2009). Cadmium accumulation in Atriplex halimus subsp. schweinfurthii and its influence on growth, proline, root hydraulic conductivity and nutrient uptake. *Flora,* 204(4): 316–324.

Patrn, J., Lonka, N., Panda,B. B. (1994). Tolerance and cotolerance of the grass Chloris barbataa SW. to mercury, cadmium and zinc. *New Phytologist,* 128:165–171.

Pérez-López, R., Márquez-García, B., Abreu, M.M., Nieto, J.M., Córdoba, F. (2014). Erica andevalensis and Erica australis growing in the same extreme environments: phytostabilization potential of mining areas. *Geoderma*, 230:194–203.

Rajkumar, K., Sivakumar, S., Senthilkumar, P., Prabha, D., et al. (2009). Effects of selected heavymetals (Pb, Cu, Ni, and Cd) in the aquatic medium on

the restoration potential and accumulation in the stem cuttings of the terrestrial plant, *Talinumtriangulare Linn. Ecotoxicology,* 18:952–960.

Rungruang, N., Babel, S., Parkpian, P. (2011). Screening of potential hyperaccumulator for cadmium from contaminated soil. *Desalin Water Treat*, 32:19–26.

Sarwar, N., Imran, M., Shaheen, M.R., Ishaq,W., Kamran, A., et al. (2016). Phytoremediation strategies for soils contaminated with heavy metals: Modifications and future perspectives. *Chemosphere,* 171, 710–721.

Simon E, Braun M, Vidic A, Bogyó D, Fábián I, Tóthmérész B (2011)Air pollution assessment based on elemental concentration of leavestissue and foliage dust along an urbanization gradient in Vienna.Environ Pollut 159:1229–1233.

Tabrizi, L., Mohammadi, S., Delshad, M., Motesharezadeh, B. (2015). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on yield and phytoremediation performance of pot marigold (Calendula officinalis L.) under heavy metals stress. *Int J Phytoremed*, 17:1244–1252.

Trigueros, D., Mingorance, M., Oliva, S.R. (2012). Evaluation of the ability of Nerium oleander L. to remediate Pb-contaminated soils. *J Geochem Explor* 114:126–133.

Uhlig, C., Junttila, O. (2001). Airborne heavy metal pollution and its effects on foliar elemental composition of Empetrum hermaphroditum and Vaccinium myrtillus in Sør-Varanger, northern Norway. *Environ Pollut* 114:461–469.

Venkatachalam, P., Jayalakshmi, N., Geetha, N., Sahi, S.V., Sharma, N.C. et al. (2017). Accumulation efficiency, genotoxicity and antioxidant defense mechanisms in medicinal plant Acalypha indica L. under lead stress. *Chemosphere,* 171, 544–553.

Wang, L., Ji, B., Hu, Y., Liu, R., Sun,W. (2017). A review on in situ phytoremediation of mine tailings. *Chemosphere,* 184, 594–600.

Wang, Y., Yan, A., Dai, J., Wang, N., Wu, D. (2012). Accumulation and tolerance characteristics of cadmium in Chlorophytum comosum L.: a popular ornamental plant and potential Cd hyperaccumulator. *Environ Monit Assess* 184:929–937.

Waranusantigul, P., Kruatrachue, M., Pokethitiyook, P., Auesukaree, C. (2008). Evaluation of Pb phytoremediation potential in Buddleja asiatica Lour. and B. paniculata. *Water Air Soil Pollut* 193:79–90.

Watanabe, T., Murata, Y., Osaki, M. (2009). Amaranthus tricolor has the potential for phytoremediation of cadmium-contaminated soils. Commun. *Soil Sci. Plant Anal.,* 40, 3158–3169.

Wiszniewska, A., Hanus-Fajerska, E., Muszyńska, E., Smoleń, S. (2017). Comparative assessment of response to cadmium in heavy metaltolerant shrubs cultured in vitro. *Water Air Soil Pollut* 228:304.

Yazdanbakhsh, A., Alavi, S.N., Valadabadi, S.A., Karimi, F., Karimi, Z. (2020). Heavy metals uptake of salty soils by ornamental sunflower, using cow manure and biosolids: A case study in Alborz city, Iran. Air Soil Water, Res. 13.

Yazici L. (2020a). Determination of Yield and Yield Components in Some Local Confectionary Sunflower Helianthus annuus L Populations," ISPEC Journal of Agricultural Sciences, 4(4), 940–951, (2020).

Yazici L. (2020b). 1. Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Teori ve Araştırmalar II Bölüm Adı: TÜRKIYE'DE HAŞHAŞ (Papaver Somniferum L.) YETIŞTIRICILIĞI VE ISLAH ÇALIŞMALARI, , Yayın Yeri: Gece Publishing, ISBN:978-625-7319-11-9, Bölüm Sayfaları:105 -136

Yazici, L., Yılmaz, G. (2020). Hybrid Vigor for Alkaloid Contents in Opium Poppy Papaver somniferum L, Agricultural Science Digest, 40(3), 290–294, (2020).

Yazici, L., Yılmaz G. (2021). Investigation of Alkaloids in Opium Poppy (Papaver somniferum L.) Varieties and Hybrids, urnal of Agricultural Sciences (Tarim Bilimleri Dergisi) 2021, 27 (1), 62 – 68, (2021).

Zhong, S., Shi, J., Xu, J. (2010). Influence of iron plaque on accumulation of lead by yellow flag (Iris pseudacorus L.) grown in artificial Pbcontaminated soil. *J Soils Sediments*, 10:964–970.

Zhu,Y. G., Zhao,Z. Q., Li, H. Y., Smith, S. E., Smith,F. A. (2003). Effect of zinc-cadmium interactions on the uptake of zincand cadmium by winter wheat (Triticum aestivum) grown in pot culture. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology,* 71(6):1289–1296.

Muhammed ÇUHADAR [1]

1 Dr. Öğr. Üyesi Muhammed ÇUHADAR, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye. E mail: muhammedcuhadar@gmail.com. ORCID: 0000-0003-0776-5893

1. GİRİŞ

Genel olarak kuraklık, yağışların, kaydedilen normal seviyelerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu, arazi ve su kaynaklarının olumsuz etkilenmesine ve hidrolojik dengenin bozulmasına sebep olan doğal olay olarak tanımlanır (Kapluhan, 2013). Ayrıca, nüfus artışı nedeniyle artan su talebi ve iklim değişikliği ve değişkenliği yüzünden sınırlı ve belirsiz su arzı ile kuraklığın daha sık ve şiddetli hale gelmesi beklenmektedir (Kim ve diğerleri, 2015). Kuraklık, çoğunlukla yağışın normal miktarının altına düşmesiyle oluşmakta olup, bitkinin çeşitli büyüme aşamalarında, su kaynağı ve toprak nemine bağımlılığı nedeniyle, kuraklıktan etkilenecek ilk sektör tarımdır (Narasimhan ve Srinivasan, 2005). Kuraklık, bitkilerin büyüme ve gelişmesini etkileyen en yaygın çevresel streslerden biridir.

Birçok bilim insanının yapmış olduğu iklim sınıflamasına göre Türkiye genelde kurak, yarı kurak ve yarı nemli iklim kuşağında yer almaktadır. Yarı kurak ve kurak iklim kuşağındaki alanlar ülke alanının yaklaşık %65'ini kapsamaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2011). Türkiye'nin üç tarafının denizlerle çevrili olması, yüksek dağların kıyılar boyunca uzanışı, yüksekliğin aniden değişebilmesi ve denize olan uzaklık, iklimin kısa mesafelerde değişmesine neden olmaktadır. Sıcaklık, yağış ve rüzgarlar da iklim özelliklerine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Kuzey ile güney arasındaki enlem farkı da (6°) sıcaklık farklılığında önemli bir faktördür. Bu yüzden Türkiye'nin güneyi, subtropikal iklimlere benzer Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Akdeniz ikliminde sıcak ve kurak yaz mevsimi, ılık ve yağışlı kış mevsimi hakimdir. Kuzeyde ise Karadeniz iklimi her mevsim yağışlıdır. İç bölgeler sıradağlarla çevrelenmiş olduğundan az yağış alır ve step iklimi karakterindedir. Yıllık ve günlük sıcaklık farkları fazladır. İç ve Doğu Anadolu'da kışlar soğuk ve uzun, kıyı bölgelerindeyse ılık ve kısadır. Yağış bölgeye ve zamana göre büyük farklılıklar gösterir (DSİ, 2015).

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın 2013 yılında yayınladığı "Türkiye Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı (2013-2017)" isimli çalışmada, Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası'nda genel sıcaklık artışının 1-2˚C'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca Akdeniz Havzası'nda kuraklığın hissedildiği alanların ve özellikle iç kesimlerde aşırı sıcak gün sayısının artacağından bahsedilmektedir. Türkiye'de ise durum daha vahim olup, gelecek yıllardaki sıcaklık artışının 2,5 ila 4°C arasında olacağı öngörülmektedir. Bu sıcaklık artışlarının Ege ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde 4°C'yi, iç bölgelerde ise 5˚C'yi bulacağı tahmin edilmektedir.

Özellikle kurak ve yarı-kurak iklim kuşağına uyum sağlamış bitkilerin belirlenmesi, toprakta nem kaybını en aza indirecek sürüm teknikleri,

toprakta su ve nem birikimini arttıran ve erozyonu önleyen uygun teraslamalar vb. teknik önlemler yanında, uygulanmasında yarar görülen idari ve yasal düzenlemeler, kuraklığın etkilerinin azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2011). Bu çalışmada da kuraklık ve çeşitleri, kuraklık koşullarına uygun sulama teknikleri ve susuz tarım için bir zorunluluk olan kuru tarım teknikleri hakkında bilgi verilmesi ve bu bağlamda tarım sektöründe bu uygulamaların yaygınlaştırılması için öneriler geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. KURAKLIK ÇEŞİTLERİ

Ekonominin birçok sektörünü yavaşça etkileyen ve pek çok zaman diliminde etkisini gösteren kuraklığın farklı çeşitleri bulunmaktadır. Bunlar; meteorolojik, hidrolojik, sosyo-ekonomik ve tarımsal kuraklıktır.

2.1. Meteorolojik Kuraklık

Meteorolojik (veya klimatolojik) kuraklık, yalnızca normalin altına düşen yağış miktarına ve yağışsız geçen süreye bağlı olarak ifade edilir (Wilhite, 1994). Dolayısıyla, yoğunluk ve süre bu tanımların anahtar özellikleridir. Meteorolojik kuraklık tanımları, bölgeye özgü olarak düşünülmelidir çünkü yağış eksikliğine neden olan atmosferik koşullar iklim rejimine bağlıdır (Mulinde at al., 2016). Örneğin, bazı tanımlar, meteorolojik kuraklığı, belirli bir zaman diliminde normalin altında gerçekleşen yağış miktarının büyüklüğünden ziyade belirli bir eşik değerden daha az yağış alan gün sayısı bazında farklılaştırır. Böyle bir tanım, yağış dağılımının mevsimlik olduğu ve yağışsız uzun sürelerin yaygın olduğu bölgelerde gerçekçi değildir. Meteorolojik kuraklık tanımlarının çoğu, gerçek yağış çıkışlarını aylık, mevsimlik veya yıllık zaman ölçeklerinde ortalama miktarlarla ilişkilendirir (Wilhite, 2000). Yani, en geçerli tanım olarak meteorolojik kuraklık, belirli bir zaman diliminde yağışların uzun yıllara ait normal seviyelerin altına düşmesidir (Dunkel, 2009).

2.2. Hidrolojik Kuraklık

Hidrolojik kuraklığın sıklığı ve ciddiyeti, genellikle nehir havzası ölçeğinde tanımlanmaktadır. Whipple (1966), hidrolojik kuraklık yılını, toplam akışın uzun vadeli ortalama akıştan daha düşük olduğu bir yıl olarak tanımlamıştır. Düşük akış frekansları birçok akış hesaba katılarak belirlenmektedir. Seçilen bir süre için gerçek akış belirli bir eşiğin altına düşerse, hidrolojik kuraklığın devam ettiği kabul edilmektedir (Wilhite, 1993; Wilhite 1994). Ancak, bir hidrolojik kuraklık periyodunu tanımlamak için aşılması gereken gün sayısı ve olasılık seviyesi gelişigüzel bir şekilde belirlenmektedir. Bu kriterler dereler ve nehir havzalarına göre değişmektedir (Wilhite, 2000).

Kuraklığın başlaması sırasında, kuraklığı yaşayan ilk sektör tarım olacaktır, çünkü toprak nemi normalde hidrolojik sistemden etkilenen ilk bileşen olmaktadır. Ancak yağmurlar tekrar başladığında, toprak nemi seviyesi kısa bir zaman dilimi içinde ve önemli ölçüde artabilir. Böylece, özellikle yağmura bağlı ekim alanlarında tarımsal kuraklık aniden sona erebilir. Bununla birlikte, bu yağmurların zamanlamasına bağlı olarak, etkiler devam edebilir çünkü potansiyel bitki verimleri zaten önemli ölçüde etkilenmiş olabilir. Hidrolojik kuraklık, rezervuarların ve yeraltı sularının eski haline dönmesi uzun bir süreçte gerçekleşeceğinden, aylar veya yıllar boyunca devam edebilir. Örneğin, 1987 ile 1992 arasında Missouri Nehri havzasında yaşanan şiddetli kuraklık yıllarının ardından, rezervuarların normal seviyesine gelmesi için havza üzerinde dört ila beş yıllık normal yağışın gerekli olacağı tahmin edilmiştir (Wilhite, 2000).

2.3. Sosyo-Ekonomik Kuraklık

Kuraklık çeşitleri arasında sosyo-ekonomik kuraklık çeşidi bazı çalışmalarda yer almakta, bazı çalışmalar ise gruplandırmada diğer üç kuraklık çeşidini dikkate almaktadır. Sosyo-ekonomik kuraklık, bazı ekonomik malların veya hizmetlerin arz ve talebini meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklık unsurlarıyla ilişkilendirir (Wilhite, 2000). Bazı bilim adamları, arz ve talebin zaman ve mekan süreçlerinin, kuraklığın nesnel bir tanımına dahil edilmesi gereken iki temel süreç olduğunu öne sürmektedir (Yevjevich, 1967; Wilhite, 2000). Örneğin, bazı ekonomik malların (su, saman, hidroelektrik enerji gibi) arzı hava şartlarına bağlıdır. Çoğu durumda, bu ürüne olan talep, artan nüfus ve/veya kişi başına tüketimin bir sonucu olarak artmaktadır. Bu nedenle, sosyo-ekonomik kuraklık, bu ürüne olan talebin, hava koşullarına bağlı arz yetersizliğinin bir sonucu olarak arzın üzerine çıkması durumunda meydana geldiği şeklinde tanımlanabilir (Sandford, 1979). Bu kuraklık kavramı, kuraklık ve insan faaliyetleri arasında var olan güçlü bağımlılığı destekler. Bu nedenle, kuraklık oluşumu, fiziksel olayın sıklığındaki bir değişiklik, su kıtlığına karşı toplumsal kırılganlıktaki bir değişiklik veya her ikisinden dolayı artabilir. Örneğin, aşırı otlatma gibi kötü arazi kullanımı uygulamaları hayvan taşıma kapasitesini azaltabilir ve toprak erozyonunu artırabilir, bu da gelecekteki kuraklıkların etkilerini ve kırılganlıklarını şiddetlendirir. Bu örnek, özellikle yarı kurak bölgelerle ve engebeli veya eğimli arazilerle ilgilidir (Wilhite, 2000).

2.4. Tarımsal Kuraklık

Tarımsal kuraklık, meteorolojik kuraklığın çeşitli özelliklerini tarımsal etkilerle ilişkilendirerek yağış azlığına, gerçek ve potansiyel buharlaşma arasındaki farka ve topraktaki su açığına odaklanır (Wilhite, 2000). Bir bitkinin suya olan talebi, mevcut hava koşullarına, bitkinin biyolojik özelliklerine, büyüme aşamasına ve toprağın fiziksel ve biyolojik özellik-

lerine bağlıdır (Wilhite ve Glantz, 1985). Tarımsal kuraklığın operasyonel bir tanımı, bitki gelişiminin farklı aşamalarında bitkilerin değişken (girdi) duyarlılığını hesaba katmalıdır. Örneğin, toprak üstü nemi erken büyüme gereksinimlerini karşılamak için yeterliyse, erken büyüme dönemindeki yetersiz toprakaltı nemi, nihai ürün verimini çok az etkileyecektir. Bununla birlikte, toprak altı nemi eksikliği devam ederse, ciddi bir verim kaybı ortaya çıkabilecektir (Wilhite, 2000).

Kuraklığın etkileri bitkilere özgüdür çünkü hava koşullarına en duyarlı fenolojik aşamalar bitkiler arasında değişiklik gösterir. Ekim ve dikim tarihleri ve olgunlaşma süreleri de bitkiler ve bölgeler arasında değişiklik gösterir. Kuraklık şartlarıyla bağlantılı olarak ortaya çıkan yüksek bir sıcaklık stresi dönemi, bir ürün için kritik bir hava koşullarına duyarlı büyüme aşamasına rastlayabilirken, başka bir ürünün kritik bir aşamasıyla aynı zamana denk gelmeyebilir. Yani hava koşullarına duyarlı olunan kritik zamanlar bitkiden bitkiye farklılık göstermektedir. Tarımsal planlama yapmak, bitkiyi, bitkinin genotipini, ekim tarihini ve ekim uygulamalarını değiştirmek suretiyle kuraklık üzerindeki etki riskini çoğu zaman azaltabilir (Wilhite, 2000).

Tarım, genellikle kuraklıktan etkilenen ilk ekonomik sektördür, çünkü topraktaki nem kaynakları, özellikle nem eksikliği süresi, yüksek sıcaklıklar ve rüzgarlı koşullarla ilişkiliyse, hızla tükenir. Büyüme mevsimi boyunca yağışların zamanlaması, etkilerin belirlenmesinde kritik öneme sahiptir. Yağışın zamanında (yani kritik fenolojik aşamalarla çakıştığında) ve etkili olması (yani, düşük yoğunluklu ve yüksek toprak sızma oranı) durumunda, kuraklık sırasında ürün veya yem verimleri normal veya normalin üzerinde olabilir (Wilhite, 2000).

Kuraklığın etkileri ilk olarak tarımda toprak neminde azalma ve yüksek buharlaşma şeklinde görülür. Kuraklık, tarım dışı toplumlarla karşılaştırıldığında, tarım toplulukları üzerinde her zaman daha ciddi etkilere sahip olmuştur. Kırsal ekonomiler, gelişmekte olan ülkelerin çoğunda tarıma büyük ölçüde bağımlıdırlar ve tarım özellikle yağışa bağlıdır. Kuraklık hem yüzey hem de yer altı su kaynaklarının kıtlığına neden olabilir ve bitkisel ve hayvansal üretim üzerinde yıkıcı etkilere sahiptir (Ashraf ve Routray, 2013). Tarımsal kuraklık, topraktaki nem oranının iklimsel olarak uygun miktarın altına sürekli düşmesi, böylece bitkisel üretimi, dolaylı olarak hayvansal üretimi olumsuz etkilemesi anlamına gelmektedir (Quiring ve Papakryiakou, 2003).

Tarımsal bir bakış açısıyla, kuraklık sadece yağış eksikliği değil, gelişmekte olan bitkilerin kullanması için mevcut bir su eksikliği demektir. Büyüme mevsiminde kritik bir zamanda ortaya çıkan yüzeydeki veya kök tabakalardaki su kaybı, tarımsal kuraklığın ürün verimini düşürmesine ne-

den olabilir. Toprağın ve bitkinin kuruması şiddetli kuraklık olarak adlandırılan ileri bir süreçtir. Süreç devam ederse, kuraklık, bitki üzerinde geri dönülemez bir hasar bırakacaktır (Chen ve diğerleri, 2010).

Kuraklık, tarımda ileri teknoloji kullanan ülkeler için dahi bitkisel ya da hayvansal üretimde en önemli sorunlardan biridir. Tarımın temel sorunları arasında kurak ve yarı kurak bölgelerde yağış kıtlığı, düzensiz yağış rejimleri, kaynakların az olması gibi etmenler kendini göstermektedir. Su azlığı ve yağış yetersizliği olarak adlandırılan kuraklığa bir çözüm yolu bulmak ve bu bölgeleri tarıma uygun bir hale getirmek için ya sulama olanakları geliştirilmeye ya da kuru tarım yöntemleri uygulanmaya çalışılmaktadır (Kapluhan, 2013). Su kaynaklarının azalması, sulanacak alanı kısıtlayacağı için, verim düşüklüğüne sebep olacaktır. Ancak, kuraklığa dayanıklı ürün yetiştirilmesi ve modern sulama yöntemlerinin kullanımının yaygınlaştırılması ile risk azaltılabilecektir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2013).

3. KURAKLIK KOŞULLARINA UYGUN TARIM TEKNİKLERİ

Kuraklık, tarımsal üretim ve gelir açısından en önemli risk kaynaklarından birisidir. Büyük bir kuraklık, ürün verimini azaltabilir, çiftçilerin işlenen veya hasat edilen arazisini daraltabilir, hayvancılık verimini düşürebilir ve yem, sulama suyu gibi üretim girdilerinin maliyetlerini artırabilir (Wallander ve diğerleri, 2017).

Çiftçiler, yetiştirecekleri ürünün seçimini, üretim sistemlerini ve girdiler hakkındaki kararları (ne kadar gübre kullanacakları gibi) büyük ölçüde bulundukları bölgenin ortalama hava koşullarına dayanarak vermektedir. Ancak, aynı çiftçiler bu koşullar değiştiğinde savunmasız kalmaktadır. Bu durumda çiftçiler, çeşitli tarım tekniklerini kullanarak kuraklık karşısında ufak ama anlamlı iyileştirmeler yapabilir. Örneğin, kuraklığa dayanıklı bitki yetiştirme, toprak işlememe ya da azaltılmış toprak işleme, örtü bitkilerinin kullanımı ve ürün rotasyonu gibi çeşitli yönetim uygulamaları, işletmelerin kuraklığa uyum sağlamasına yardımcı olabilir. Bu çalışmada da yer verilen bu yöntemlerin bir kısmı aşağıda açıklanmıştır.

3.1. Kuru Tarım ve Kuraklığa Dayanıklı Bitkiler

Kuru tarım, yıllık 500 mm'den az yağış alan bölgelerde sulamasız yapılan ve ekonomik değeri olan tarımsal üretim olarak tanımlanmaktadır (Peterson, 2005). Kuru tarım, yağışların bitkiler için kısıtlı bir faktör olduğu yerlerde uygulanması zorunlu bir yöntemdir (Altın, 2011). Kurak olarak tabir edilen alanlar (çöller de dahil), dünya topraklarının yaklaşık %41'ini kapsamakta ve bu toprakların %90'ı gelişmekte olan ülkelerde yaşayan iki milyar insanın ihtiyaçlarını karşılamaktadır (United Nations,

2011). Bu alanlarda uygulanan tarım sistemi, çoğu kış ve ilkbaharda düşen, yıllık 300-500 mm yağış özelliği göstermektedir (Nangia ve diğerleri, 2018).

Türkiye'de ise toplam işlenen arazinin yaklaşık %82'sinde yıllık toplam yağış miktarı 500 mm'nin altında olduğu için kuru tarım uygulaması yapılmaktadır (İşler ve Kılınç, 2016). Türkiye'de bu denli büyük bir oranda yapılan kuru tarım sisteminde seçilecek bitki çeşidi, ekonomik olarak büyük önem arz etmektedir. Bu bitkilere bazı örnekler, izleyen bölümde verilmektedir.

Buğday

Buğday, kurak ve bol yağışlı alanlardan ılık nemli ve kuru soğuk alanlara kadar çok geniş alanda yetişmeye adapte olmuş bir bitkidir (Acevedo ve diğerleri, 2006). Buğdayın bütün büyüme mevsimi boyunca sevdiği en uygun sıcaklık aralığının 17 ila 23C° olduğu kabul edilmektedir. En az 0°C ve en fazla 37°C sıcaklıklarda buğdayın gelişiminin duracağı belirtilmektedir (Porter ve Gawith, 1999). Buğday için en uygun yağış ihtiyacı yılda yaklaşık 600 mm'dir (DAFF, 2016). Bunun dışında yıllık 250 mm ile 450 mm arasında yağış alan yerlerde de yetişebilmektedir (Anderson ve Impiglia, 2002).

Arpa

Arpa, kuraklığa dayanıklı bir üründür ve optimum verim için 390 ila 430 mm yağış gerekir (DAFF, 2009). Ancak yıllık 250 mm'nin altında yağış alan yerlerde de yetiştirilebilmektedir (Anderson ve Impiglia, 2002). Arpa, daha kısa bir büyüme süresine ihtiyaç duymakta ve çiçeklenme döneminde ortalama 15 ila 17°C sıcaklık gerekmektedir. Yıllık gereken sıcaklık aralığı 5 ile 27°C arasında değişir ve yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklıdır (DAFF, 2009).

Mercimek

Mercimek düşük yağış koşullarına iyi adapte olmuştur. Aynı zamanda ısı ve kuraklık stresine karşı nispeten toleranslıdır. Mercimeğin donma toleransı iyidir ancak yüksek yağış koşullarında hastalıklar ortaya çıkabilir (DAFF, 2008). 35°C'nin üzerindeki sıcaklıklar ve su nem stresi, mercimeğin gelişimini etkileyebilir. Mercimeğin en uygun yetişme alanı yıllık 350-500 mm yağış alan yerlerdir. Daha kuru veya soğuk bölgelerde mercimek bitkileri, verimli bir şekilde hasat edilecek kadar gelişemeyebilir (GRDC, 2017a).

Nohut

Nohut, yıllık 300-500 mm yağış alan alanlara kış bitkisi olarak çok uygundur. Kış aylarında bitki büyümesi çok sınırlıdır, ancak ilkbaharda daha

sıcak havalarda hızlanır (GRDC, 2017b). 29°C'nin üstündeki ve 0°C'nin altındaki sıcaklıklar çiçeklenme ve bakla oluşumu sırasında zararlı olabilir. Derin ana kökü sayesinde nohut, toprak profilinin derin katmanlarından nemi çekebildiğinden kuraklığa oldukça dayanıklıdır (DAFF, 2014).

Yer fıstığı

Yer fıstığı orta derecede kuraklığa dayanıklı bir bitkidir, ancak tüm bitkiler gibi, yüksek verim elde etmek için mevsim boyunca neme ihtiyaç duyar. Kurak koşullarda üretilecek yer fıstığı için dikkate değer bir verim alınması açısından 400 mm ve üzeri yıllık yağış gereklidir. Yer fıstığında 25-30°C arası ılık sıcaklıklar bitki gelişimini harekete geçirirken, meyve oluşumu için en uygun sıcaklık 22-24°C arasıdır. 35°C'nin üzerindeki sıcaklıklar, çiçek sayısını azaltacaktır (GRDC, 2017c).

Fiğ

Fiğ çok yönlü, yüksek verimli, düşük girdili bir bitkidir. Otlatma, yem, yeşil veya kahverengi gübre, hayvancılık için tahıl veya tohumluk olarak kullanılabilir. Fiğ orta derecede kuraklığa dayanıklı bir ürün olarak kabul edilir. Fiğ, toprakta su birikmesine karşı hassastır. Fiğ, yılda 250 mm kadar az yağış alan bölgelerde bile yetişebilmektedir. Fiğ, özellikle çiçeklenme döneminde aşırı sıcak veya soğuk koşullara duyarlılığı açısından serin mevsim baklagilleri gibidir. 35°C'nin üzerindeki ısı dalgaları ve nem stresi fiği ciddi şekilde etkileyebilmektedir (GRDC, 2017d).

Mürdümük

Kaynak bakımından fakir çiftçiler için ideal bir baklagil olan mürdümük, minimum harici girdilerle büyüyen kuraklığa dayanıklı bir bitkidir ve yıllık 200 ila 300 mm yağış alan yerlerde bile yetiştirilebilmektedir (Hillock ve Maruthi, 2012). Kuraklığa olan aşırı direnci sayesinde, iklim değişikliği nedeniyle birçok bölgede daha da önemli hale gelmesi muhtemeldir. Kuraklığa karşı toleransının yanında, mürdümük aşırı yağışa da dayanıklıdır ve sele maruz kalan arazilerde de yetiştirilebilir (Patto ve diğerleri, 2011). Mürdümük, düşük yağış koşullarına en çok adapte olan baklagildir. Ancak, 7°C'nin altında ve 25°C'nin üstündeki sıcaklıklar, büyüme üzerinde olumsuz etkiye sahip olabilmektedir (GRDC, 2017e).

Üzüm

Üzüm, kurak alanlarda ve yarı kurak bölgelerde oldukça geniş bir tarım alanı kaplayan geleneksel olarak sulanmayan bir bitkidir (Cifre ve diğerleri, 2005). Üzüm, tipik olarak sıcak ve kuru bir iklime, ılık gündüz, serin gece ve düşük neme ihtiyaç duyar. Bu yönüyle üzüm kuraklığa dayanıklı bir bitkidir. Üzüm kışın meydana gelen sıfırın altındaki sıcaklıklara karşı hassastır ve bu sıcaklık çiçek kümelerine zarar verebilir (DAFF, 2012).

İncir

İncir, subtropikal bir meyvedir. Aynı zamanda tuz ve kuraklığa dayanıklı bitkilerden biridir. İncir kuraklığa oldukça dayanıklı olup, incir yetiştiriciliği yapılan pek çok ülkede nadiren sulanır. İncir için en uygun sıcaklık aralığı ise 15,5-21°C'dir. Olgun ağaçlar, çeşitlere bağlı olarak -12 ila -9,5°C'ye kadar düşük sıcaklıklara dayanabilir, ancak genç ağaçların kış aylarında korunmaları gerekebilir, çünkü çok güçlü değillerdir, En iyi kalitede incirler, özellikle meyve gelişimi ve olgunlaşma döneminde, kuru iklime sahip bölgelerde üretilir (Sinha, 2003).

3.2. Toprak İşlemesiz Tarım

Farklı tarım sistemlerinin birbirinden ayıran en önemli fark, toprağın sürülmesi ya da sürmekten kaçınılmasıdır. Geleneksel uygulama, hasat sonrası tarladan bitki örtüsünü sürmek ve tarlayı çıplak bırakmak suretiyle toprak yüzeyini bozmaktadır. Halbuki, toprak işleme yapılmayan yöntemde, toprakta bitki kalıntıları bırakılmaktadır (Peiretti, 2001).

Toprak işlemesiz tarım (doğrudan ekim), toprak erozyonunu azaltmayı, girdi maliyetlerini düşürmeyi ve uzun vadeli ürün verimliliğini sürdürmeyi hedefleyen bir yönetim sistemidir (Pittelkow ve diğerleri, 2015). Bu sistem, 1960'da ilk defa ABD'de uygulanan ve geleneksel toprak işleme yerine geçen bir tarım sistemidir. Bu uygulamada, hasattan sonra mahsul kalıntısı erozyona karşı bir koruma olarak tarlada bırakılır. Yeni mahsulün ekim zamanı geldiğinde, özel makineler toprağa, içine tohumun ve gübrenin düştüğü çok ince bir oluk açar. Bu oluk daha sonra aynı makine tarafından kapatılır. Toprak işlemesiz tarımda yabani otlar, eşzamanlı yabani ot öldürücüleri uygulamasıyla kontrol edilmektedir.

Toprak işlemesiz tarım sistemi, tohum, gübre veya diğer bazı girdilerin depolanabilmesi için toprakta açılması gereken küçük yuva haricinde, toprak işlemekten tamamen kaçınmaya dayalı tek tarım sistemidir. Sistemin bir başka önemli özelliği ise toprağın her zaman tamamen kapalı tutulmasıdır. Bu hedef, toprak yüzeyinin tamamen ve sürekli kapatıldığı toprak işlemesiz tarımın yönetim stratejisinin temel hedeflerinden birini teşkil ederken, diğer tüm tarım sistemleri farklı toprak işleme derecelerine dayanmaktadır (Peiretti, 2001).

Toprağın işlenmemesi hem toprak yapısını iyileştirerek hem de toprak biyolojik aktivitesini, besin döngüsü, toprak su tutma kapasitesi, su sızma ve su kullanım verimliliğini artırarak toprak kalitesinde iyileşmelere neden olmaktadır (Pittelkow ve diğerleri, 2015). Toprak işlemesiz tarım sistemi, su yönetimi açısından çok verimlidir. Bu, sistemin en önemli avantajı olarak görülmektedir. Tarımsal ekosistemin çoğunluğu için, su önemli bir sınırlayıcı üretim faktörünü temsil eder. Belirli bir agroekolojik özellik

ve büyüme mevsimi için, toprak işlemesiz tarım sistemi, toprakta bulunan mevcut su miktarını artırabilir. Bu sayede, bu yöntem ile özellikle yarı kurak bölgelerde çok büyük su verimliliği avantajı elde edilebilmektedir (Peiretti, 2001). Totis de Zeljcovich ve diğerleri (1984), toprak işlemeksizin yapılan mısır üretiminde daha çok su ve ürün verimliliği elde etmiştir. Pieretti (2001) ise, toprak işlemesiz tarımda geleneksel toprak işlemeye göre su verimliliğinde %37 artış tespit etmiştir. Toprak işlemesiz tarım sistemi, geleneksel toprak işleme yöntemine göre daha fazla su tutma kapasitesine sahiptir. Bu özellik, sadece bitkilere daha fazla su sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda suyun akıp gitmesini ve su erozyonunu da kuvvetli bir şekilde azaltmaktadır. Toprak işlemesiz tarımın bu yararları düşünüldüğünde bu sistemin uygulandığı alanların artırılması hem ülke ekonomisi hem de çevre açısından büyük önem arz ettiği sonucuna ulaşılmaktadır.

4. SULAMA YÖNTEMLERİ

Sulama, küresel gıda üretimi için hayati bir öneme sahiptir (Kendall ve Pimentel, 1994). Dünyadaki ekim alanlarının yaklaşık %21'i sulanmaktadır. Miktar olarak bitkisel üretimin yaklaşık %40'ı bu %21'lik sulanan alanda gerçekleştirilmektedir (FAO, 2012) ve sulanan alanlardan alınan verim, sulanmayan alanlardan alınan verimden yaklaşık olarak 2 ila 2,5 kat daha fazla olmaktadır (Kendall ve Pimentel, 1994).

Tarım sektörü dünyadaki en büyük tatlı su kullanıcısıdır ve toplam tatlı suyun üçte ikisini tek başına tüketmektedir. Dünyanın birçok yerinde, sulama suyu aşırı kullanılmakta ve dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde tatlı su sıkıntısı kritik hale gelmektedir. Ayrıca, hızlı kentleşme, tarımda tatlı su ihtiyacı ile diğer sektörler arasında çatışmalara neden olmaktadır. Sonuç olarak, tarıma verilen tatlı su kaynaklarının, diğer sektörlerin gelişimsel ihtiyaçlarını karşılamak için yeniden rasyonalize edilmesi gerekecektir (Chai ve diğerleri, 2016). Bu da tarımda kullanılan suyun verimliğini artırmak ile mümkün olacaktır. Su verimliliğini artırmanın yolu da büyük ölçüde sulama yöntemi ile ilişkilidir (Arslan ve diğerleri, 2020; Değirmenci ve diğerleri, 2016; Kartal ve diğerleri, 2019a; 2019b; Kartal ve diğerleri, 2020).

4.1. Yüzey Sulama Yöntemleri

Yüzey sulama, yerçekimi ile toprak üzerinden akan su ile gerçekleştirilir. Su genellikle su kaynağından kanallar, borular veya hendekler yoluyla yerçekimi ile sağlanır. Bununla birlikte, bazı yerlerde suyun kaynağından daha yüksek bir alanda tarlalara pompalanması gerekebilir. Yüzey sulama sistemlerinin tipleri arasında salma, karık (furrow), tava (basin) ve uzun tava (border) sulaması bulunur. Yüzey sulama sistemleri genellikle tarla bitkileri, meralar ve meyve bahçeleri için kullanılır.

Yüzey sulama sistemlerinin etkinliği, toprak tipi, tarla bütünlüğü, ürün tipi ve yönetimindeki değişikliklerden dolayı çok büyük farklılıklar gösterir. Yüzeysel sulama genellikle yağmurlama veya damla sulamadan daha az verimli olarak kabul edilir, çünkü suyu bir boru değil, toprağın yüzeyi taşımaktadır (Bjorneberg, 2013). Bu nedenle sulamada ciddi su kayıplarına neden olmaktadır. Yüzey sulama sistemlerindeki kaçınılmaz sonuç, bitkinin ihtiyacı olduğunda yeterli miktarda su alamaması ve verim düşüklüğüne neden olmasıdır (Sagardoy, 2000).

Birçok çalışmada yüzey sulama sisteminde sulama etkinliğinin ortalama %60 seviyesinde olduğu belirtilmektedir (Howell, 2003; Irmak ve diğerleri, 2011; Smith ve diğerleri, 2005; Coşkun, 2008; Bjorneberg, 2013; Phocaides, 2007; Phocaides, 2000; Soussa, 2010). Bu sonuç yüzey sulama sistemlerinde kullanılan suyun ortalama %40'ının bitki tarafından kullanılamadığını göstermektedir. Bu özelliği ile yüzey sulama yöntemlerinin su kısıtı olan ve kuraklık eğilimi olan yerlerde kullanımı uygun görülmemektedir.

Salma sulama

Salma sulama ülkemizde en fazla kullanılan sulama yöntemlerindendir. Yöntemde su, tarla başı kanalı veya boru hatlarından tarla üzerinde rasgele yayılmaya bırakılmaktadır. Su, bir yandan toprak yüzeyinde ilerlerken bir yandan da infiltrasyonla toprak içerisine sızar ve istenen miktarda su kök bölgesinde depolanmaya çalışılır. Bu yöntemle tarlanın her tarafını eşit olarak sulamak mümkün değildir.

Karık sulama

Karık sulamada su, %0,1–3,0 eğime sahip tarlalarda, tipik olarak 0,1-0,3 metre genişliğindeki eşit aralıklı oluklarda akar. Su genellikle bir sulama sırasında 12 ila 24 saat boyunca oluklarda akar, ancak oluk uzunluğuna, toprak özelliklerine ve su yönetimi hususlarına bağlı olarak bu süre daha kısa veya daha uzun olabilir (Bjorneberg, 2013). İdeal olarak, tarlanın eşit şekilde sulanması için su, tarla boyunca toplam sulama süresinin yaklaşık %25'inde ilerlemelidir. Toplam sulama süresi ise suyun, tarlanın en dip ucuna ulaştığı toplam süredir. Bu sürenin %25'ine gelindiğinde sulama bitirilmelidir (Rawitz, 1973).

Karık sulama, diğer birçok sulama sisteminden daha düşük sermaye yatırımı, daha az teknik bilgi ve daha fazla emek gerektirir. Su karıklara aktığı için tarlalar tesviye veya derecelendirme olmadan sulanabilir. Karık sulama, otomasyon için uygun değildir, çünkü her sulama için ve her karık için su debisi ayarlanmalıdır (Bjorneberg, 2013).

Tava ve uzun tava sulama

Tava ve uzun tava sulama sistemlerinin her ikisinde de toprak üzerinde akan düzenli bir su tabakası olduğundan benzer bir yapı göstermektedir. Aralarındaki en önemli fark tava sulamasında neredeyse düz bir alana su verilmesidir. Uzun tava sulama sisteminde su, eğimli bir alanı dikdörtgen şeritlere bölen hendekler arasında akar. Hendeklerin amacı, su birikintisi yaptığı tava sulamadan farklı olarak, tarla boyunca akmasıdır. Tava sulama, salma sulamaya nazaran daha kontrollü bir yöntemdir.

Uzun tava sulama sistemleri eğimli tarlalar için tava sulama sistemlerine göre daha uygundur, çünkü su, tava sisteminde havuzlarda birikmek yerine hendekler arasında akmaktadır. Hendekler arasındaki sulanan alanlar 3-30 m genişliğe ve 400 m uzunluğa kadar ulaşabilir. Hendekler arasındaki seviye neredeyse aynı olmalıdır, böylece su alandan eşit şekilde akacaktır. Hendekler boyunca eğim, karık sulama ile aynı olabilir, ancak uzun tava sistemleri genellikle %0,5'ten daha düşük eğimlere sahip alanlarda uygulanmaktadır (Bjorneberg, 2013).

4.2. Basınçlı Sulama Yöntemleri

İsteğe bağlı olarak uygulanan basınçlı sulama sistemleri, yağmurlama ve damla sulama gibi tarla sulama sistemlerinin gerektirdiği debi ve basınçla, çiftçilerin belirlediği süre aralığı ve sıklığı ile yapılan sulama sistemleridir (Calejo ve diğerleri, 2008). Bir basınçlı sulama sistemi, suyun kaynağından sulanabilir alana kadar basınç altında su sağlamak için uygun şekilde tasarlanmış ve monte edilmiş borular, bağlantı parçaları ve diğer cihazlardan oluşan bir ağ kurulumudur.

Borulu sistemlerde yüzey sulama sistemlerinde görülen %40 su kaybı yaşanmamaktadır. Bitkilere sulama uygulaması sırasında su kayıpları %10'dan (damla) %30'a (yağmurlama) kadar farklılık göstermektedir. Sonuç olarak, basınçlı sulama sistemlerinde su kayıpları en aza indirilebilmekte ve %75-95 arası su kullanım verimliliği elde edilebilmektedir (Phocaides, 2007).

Yağmurlama sulama yöntemi

Bu yöntemde, su orta ila yüksek basınç altında bir boru ağı vasıtasıyla taşınır ve küçük çaplı bir püskürtücüden geçirilir ve zemine ya da yağmur gibi ekin üzerine püskürtülür (Shankar ve diğerleri, 2015). Su basınçlı bir şekilde sulama sisteminin genellikle toprak altına gömülü olan ana hat borusuna iletilir ve boruların gömülü olması tarımsal faaliyeti etkilemez (Bjorneberg, 2013).

Yağmurlama sulama, tarla bitkileri, sebzeler, meyve bahçeleri, çimenler ve meralar dahil olmak üzere çok çeşitli bitkilerde kullanılmaktadır

(Shankar ve diğerleri, 2015). Yağmurlama sistemlerinden ayrıca, atık su kullanılmasında, bitkileri dondan korumada ve kapalı hayvan faaliyetlerinde toz kontrolü için yararlanılmaktadır (Bjorneberg, 2013). Birçok çalışmada yağmurlama sulama yönteminin sulama etkinliğinin yaklaşık %80 olduğu belirtilmektedir (Phocaides, 2010; Howell, 2003).

Damla sulama yöntemi

Damla sulama, bitkilerin kök sistemlerine sık aralıklarla ve az miktarda kontrollü olarak su sağlanmasıdır (Bernstein ve Francois, 1973). Damla sulama, suyu belirli alanlara düşük oranlarda ve düşük basınçla uygular, böylece sulama suyu kök bölgeye minimum kayıpla ulaşır. Su, plastik boru veya şeritteki dağıtıcılar vasıtasıyla kabarcık veya sprey şeklinde damlar ve toprak yüzeyinin sadece bir kısmını ıslatır (Bjorneberg, 2013).

Damla sulama, yüzey sulama yöntemleri ile karşılaştırıldığında ürün verimini ve su kullanım etkinliğini önemli ölçüde artırabilmektedir. Ayrıca, buharlaşan su kaybını en aza indirerek mevsimsel yağışların toprak profili tarafından yakalanmasını maksimize etmektedir (Jha ve diğerleri, 2016). Yıllık yağış miktarının düşük olduğu ve değişkenlik gösterdiği yerlerde sulama suyunun maksimum verimini sağlamak için sulama sistemlerinin doğru yönetimi şarttır (Martinez ve Reca, 2014) ve damla sulama yöntemi su kısıtı olan yerlerde daha fazla kabul görmektedir (Bjorneberg, 2013). Birçok çalışmada, damla sulama yönteminin sulama etkinliğinin yaklaşık %90 olduğu belirtilmektedir (Phocaides, 2010; Howell, 2003; Bjorneberg, 2013).

5. SONUÇ

Kuraklık birçok sektör için yıkıcı etkileri olan doğal afetlerden biridir. Ancak kuraklık en fazla tarım sektörünü etkilemekte, her yıl bitkisel ve hayvansal ürünlerde büyük zarara neden olmaktadır. Bunların yanında ülkemizde toplam işlenen tarım arazisinin büyük bir kısmı yıllık 500mm'in altında yağış aldığı ve iklim değişikliği nedeniyle yaşanacak yağış düzensizliği ve kuraklık artışı gerçeğinden hareketle, kuru tarım sistemleri ve etkinliği daha yüksek olan sulama yöntemlerinin önemi ön plana çıkmaktadır. Bu yöntemlerin en önemlileri doğrudan ekim yöntemi ve basınçlı sulama yöntemleridir. Doğrudan ekim yöntemi hem toprağı erozyona karşı korumakta hem de toprağın su tutma kapasitesini artırarak kurak koşullarda birçok avantaj sağlamaktadır. Bu yöntem ülkemizde pek fazla bilinmemekte ve uygulanmamaktadır. Bu yöntemin çiftçilere benimsetilmesi ve kullanım oranının artırılması için verilen doğrudan ekim makinesi desteği önemlidir ancak desteğe rağmen birçok çiftçi bu yönteme yaklaşmamaktadır. Doğrudan ekim makinesinin Tarım ve Orman Bakanlığı'nca bölge çiftçilerine tahsis edilerek çiftçilere kiralama yoluyla kullandırılması, çiftçilerin bu yöntemi benimsemesinin sağlanması için güzel bir uygulama

olacaktır. Bu yöntemin faydalarını gören çiftçiler bu makineyi satın almak için hibe kullanımı kapsamında alım gerçekleştirecektir. Basınçlı sulama yöntemlerinin sulama etkinliği, yüzey sulama yöntemlerine göre çok yüksek düzeydedir. Bu durumda tarımda en büyük kısıtlardan biri olan suyun etkin kullanılması bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Basınçlı sulama sistemleri için çiftçilere devlet desteği sağlanmaktadır. Ancak bu desteğin basınçlı sulama sistemi kullanımını artırıp artırmadığının da tespit edilmesi gerekmektedir. Zira bazı çalışmalarda bu desteklerin bazı sorunlar nedeniyle sahada pek işe yaramadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sorunların belirlenmesi ve bunlara karşı önlem alınması gerekmektedir. Ürün bazlı verilen bazı desteklerin basınçlı sulama yöntemi kullanımı zorunluluğu ile verilmesi de bu sistemlerin kullanımın yaygınlaşması açısından önemlidir. Kuraklığa karşı alınacak önlemlerden bir tanesi de bitkileri kuraklığa daha dayanıklı hale getirmektir. Kuraklığa dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarının artırılması için verilecek teşvikler, özellikle araştırma enstitüleri ve üniversitelerin bu konuda yapacakları çalışmalar açısından oldukça önemlidir. Üniversitelerde Biyoteknoloji alanında çalışan genç akademisyenlere sağlanan burs imkanlarının bu tip çalışmalar kapsamında özelleştirilmesi, kuraklığa dayanıklı çeşit ıslahı çalışmalarının artırılmasında çok etkili olacaktır.

KAYNAKLAR

Acevedo, E., Silva, P. ve Silva, H., (2006). Growth and wheat physiology, development, Laboratory of Soil-Plant-Water Relations, Faculty of Agronomy and Forestry Sciences, University of Chile, Casilla, 1004p.

Altın, M., (2011). Doğu Anadolu Bölgesinde Nadas Alanlarından Yararlanma Olanakları, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15:(3-4), . Retrieved from http://dergipark.org.tr/ataunizfd/issue/2996/41563

Anderson, W.K. ve Impiglia, A., (2002). Management of dryland wheat. 407-432, Bread wheat improvement and production, BC. Curtis, S.Rajaram, H.Gomez Macpherson (Eds.), FAO Plant Production and Protection Series, Rome, 567p.

Arslan, F., Değirmenci, H., Kartal, S., ve Alcon, F. (2020). Mapping performance of irrigation schemes in Turkey. Agronomy Research, 18(4): 2303-2316.

Ashraf, M. ve Routray, J.K., (2013). Perception and understanding of drought and coping strategies of farming households in north-west Balochistan, International Journal of Disaster Risk Reduction, 5: 49-60.

Bernstein, L., ve Francois, L.E., (1973). Comparisons of drip, furrow, and sprinkler irrigation, Soil Science, 115(1): 73-86.

Bjorneberg, D.L., (2013). Irrigation: Methods, Encyclopedia of Environmental Management, Agricultural Research Service, Kimberly, ID, USA, 10.1016/B978-0-12-409548-9.05195-2. https://eprints.nwisrl.ars.usda.gov/1568/1/1524.pdf (Date of access: 24 October 2019).

Calejo, M.J., Lamaddalena, N., Teixeira, J.L. ve Pereira, L.S., (2008). Performance analysis of pressurized irrigation systems operating on-demand using flow-driven simulation models, Agricultural water management, 95(2): 154-162.

Chai, Q., Gan, Y., Zhao, C., Xu, H.L., Waskom, R.M., Niu, Y. ve Siddique, K.H., (2016). Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress: A review, Agronomy for Sustainable Development, 36(3): 20-36.

Chen, J., Lin, L. ve Lü, G., (2010). An index of soil drought intensity and degree: An application on corn and a comparison with CWSI, Agricultural Water Management, 97(6): 865-871.

Cifre, J., Bota, J., Escalona, J.M., Medrano, H., ve Flexas, J., (2005). Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (Vitis vinifera L.): An open gate to improve water-use efficiency?, Agriculture, Ecosystems & Environment, 106(2-3): 159-170.

Coşkun, Z., (2008). Basınçlı sulama yöntemleri ve su tasarrufu, Sulama-Drenaj Konferansı, 10-11 Nisan 2008, Adana, Türkiye, Bildiriler Kitabı: 279-293s.

DAFF, (2008). "Groving lentils", Republic of South Africa, https://www.daff.gov.za/docs/Infopaks/lentils.pdf (Date of Access: 30 July 2019)

DAFF, (2009). "Barley, Republic of South Africa", https://www.daff.gov.za/daffweb3/Portals/0/Brochures%20and%20Production%20guidelines/Brochure%20Barley.pdf (Date of Access: 30 July 2019)

DAFF, (2012). "Grapes, Production Guideline", https://www.daff.gov.za / daffweb3/Portals/0/Brochures%20and%20Production%20guidelines/grapes_prod%20guideline.pdf (Date of Access: 30 July 2019)

DAFF, (2014). "Chickpea", https://www.daff.gov.za/daffweb3/Portals/0/Brochures %20and%20Production%20guidelines/Brochure%20 Chick%20Pea.pdf (Date of Access: 30 July 2019)

DAFF, (2016). "Production Guideline For Wheat", https://www.daff.gov.za/Daffweb3/Portals/0/Brochures%20and%20Production%20guidelines/Wheat%20-%20Production%20Guideline.pdf (Date of Access: 30 July 2019)

Değirmenci, H., ve Arslan, F. (2016. Assessment of irrigated areas by sprinkler and drip irrigation methods in Lower Seyhan Plain. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Doğa Bilimleri Dergisi, 19(4): 454-461.

DSİ, (2015). 2015 Yılı Faaliyet Raporu. Ankara, 359s.

Dunkel, Z., (2009). Brief surveying and discussing of drought indices used in agricultural meteorology, Időjárás, 113: 23-37.

FAO, (2012). Irrigation areas, irrigated crops, environment, http://www.fao.org/nr/water/aquastat/didyouknow/index3.stm (Erişim Tarihi: 16 Kasım 2019)

GRDC, (2017a). "Grownotes, Lentin", https://grdc.com.au/__data/assets/pdf_file /0020/243281/GRDC-GrowNotes-Lentil-Southern.pdf?utm_source=website&utm_medium=download_button&utm_campaign=pdf_download&utm_term=South&utm_content=Lentil%20Southern%20Region%20-%20GrowNotes%E2%84%A2 (Date of Access: 30 July 2019).

GRDC, (2017b). "Grownotes, Chickpea", https://grdc.com.au/__data/assets/pdf_file /0022/301639/GRDC-GrowNotes-chickpea-Southern-region.pdf?utm_source=website&utm_medium=download_button&utm_campaign=pdf_download&utm_term=South&utm_content=Chickpea%20Southern%20Region%20-%20GrowNotes%E2%84%A2 (Date of Access: 30 July 2019).

GRDC, (2017c). "Grownotes, Peanuts", https://grdc.com.au/__data/assets/pdf_file /0020/315308/GRDC-GrowNotes-Peanuts-Northern.pdf?utm_source=website&utm_medium=download_button&utm_campaign=pdf_download&utm_term=North&utm_content=Peanuts%20Northern%20Region%20-%20GrowNotes%E2%84%A2 (Date of Access: 31 July 2019).

GRDC, (2017d). "Grownotes, Vetch", https://grdc.com.au/__data/assets/ pdf_file/0020/293105/GRDC-GrowNotes-Vetch-Western.pdf (Date of Access: 31 July 2019).

GRDC, (2017e). “Grownotes, Field Peas”, (https://grdc.com.au/__data/assets/pdf_file/0020/315371/GRDC-GrowNotes-Field-Peas-Northern.pdf Date of Access: 31 July 2019).

Hillocks, R.J. ve Maruthi, M.N., (2012). Grass pea (Lathyrus sativus): Is there a case for further crop improvement?, Euphytica, 186(3): 647-654.

Howell, T.A., (2003). Irrigation efficiency, Encyclopedia of water science, Taylor and Francis, New York, 467p.

Irmak, S., Odhiambo, L.O., Kranz, W.L. ve Eisenhauer, D.E., (2011). Irrigation efficiency and uniformity, and crop water use efficiency, Biological Systems Engineering: Papers and Publications, Nebraska, 451p.

İşler, N. ve Kılınç, M., (2016). Tarla Tarımı, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Hatay, 184s.

Jha, A., Malla, R., Sharma, M., Panthi, J., Lakhankar, T., Krakauer, N., ... ve Shrestha, M., (2016). Impact of irrigation method on water use efficiency and productivity of fodder crops in Nepal. Climate, 4(1): 2-13.

Kapluhan, E., (2013). Türkiye’de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi, Marmara Coğrafya Dergisi, (27): 487-510s.

Kartal, S., Değirmenci, H., ve Arslan, F. (2020). Assessment of irrigation schemes with performance indicators in southeastern irrigation district of Turkey. Journal of Agricultural Sciences, 26(2): 138-146.

Kartal, S., Değirmenci, H., ve Arslan, F. (2019a). Ranking irrigation schemes based on principle component analysis in the arid regions of Turkey. Agronomy Research, 17(2): 456-465.

Kartal, S., Değirmenci, H., ve Arslan, F. (2019b). Sulama Kanal Çeşitleri ve Uzunluklarının Sulama Performans Göstergelerine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22(3): 444-450.

Kendall, H.W. ve Pimentel, D., (1994). Constraints on the expansion of the global food supply, Ambio-Stockholm, 23: 198-198.

Kim, H., Park, J., Yoo, J. ve Kim, T.W., (2015). Assessment of drought hazard, vulnerability, and risk: A case study for administrative districts in South Korea, Journal of Hydro-environment Research, 9(1): 28-35.

Martínez, J., ve Reca, J. (2014). Water use efficiency of surface drip irrigation versus an alternative subsurface drip irrigation method. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 140(10): 401-403.

Mulinde, C., Majaliwa, M., Twesigomwe, E. ve Egeru, A., (2016). Meteorological drought occurrence and severity in Uganda, 185-208, Disasters and Climate Resilience in Uganda: Processes, Knowledge and Practices, Nakileza,BR, Bamjtaze,Y, Mukwaya,P (Eds), UNDP, Kampala, Uganda, 185-208.

Nangia V, Oweis T, Kemeze F.H. ve Schnetzer J., (2018). Supplemental irrigation: A promising climate-smart practice for dryland agriculture. Climate-Smart

Agriculture Practice Brief. Wageningen, Netherlands: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). 8p.

Narasimhan, B. ve Srinivasan, R., (2005). Development and evaluation of Soil Moisture Deficit Index (SMDI) and Evapotranspiration Deficit Index (ETDI) for agricultural drought monitoring, Agricultural and Forest Meteorology, 133(1-4): 69-88.

Patto, M.C.V., Hanbury, C.D., Lambein, F., Ochatt, F.S. ve Rubiales, D., (2011). Grass pea, 151-204, Vega, de la MP., Torres, AM, Cubero, J.I. and Kole, C. (Eds.), Genetics, genomics and breeding of cool season grain legumes. SciencePublishers, Lebanon, 480p.

Peiretti, R. A., (2001). Direct seed cropping in Argentina: economic, agronomic, and sustainability benefits, 178-200, Solbrig, O.T., Paarlberg, R., Franceso, D.C. (Eds.), Globalization and the Rural Environment, Cambridge, Harvard University David Rockefeller Center for Latin American Studies, Cambridge 551p.

Peterson, G.A., (2005). Dryland Farming, Academic Press, New York, 2200p.

Phocaides, A., (2000). Technical handbook on pressurized irrigation techniques. Food and Agric. Organ., Rome.

Phocaides, A., (2007). Handbook on pressurized irrigation techniques. Food & Agriculture Org., Rome, 254p.

Pittelkow, C.M., Linquist, B.A., Lundy, M.E., Liang, X., van Groenigen, K. J., Lee, J., ... ve van Kessel, C., (2015). When does no-till yield more? A Global Meta-Analysis. Field Crops Research, 183: 156-168.

Porter, J.R. ve Gawith, M., (1999). Temperatures and the Growth and Development of Wheat: A Review, European Journal of Agronomy, 10(1): 23-36.

Quiring, S.M. ve Papakryiakou, T.N., (2003). An evaluation of agricultural drought indices for the Canadian prairies, Agricultural and forest meteorology, 118(1-2): 49-62.

Rawitz, E., (1973). Gravity irrigation. In Arid Zone Irrigation, Springer, Berlin, Heidelberg, 323-337.

Sagardoy, J.A., (2000). Performance analysis of on-demand pressurized irrigation systems (No. 59). Food & Agriculture Org., Rome, 132p.

Sandford, S., (1979). Towards a definition of drought. In Proceedings Symposium on Drought in Botswana June 5-8, 1978, Gaborone, Published by the Botswana Society in collaboration with Clark University Press, Gaborone, 33-40.

Shankar, M.S., Ramanjaneyulu, A. ve Neelima, T., (2015). Sprinkler Irrigation–An Asset in Water Scarce and Undulating Areas, 259-283, Integrated Soil and Water Resource Management for Livelihood and Environmental Security, Rajkhowa, D.J., Das, A., Ngachan S.V., Sikka, A., Lyngdoh, M.

(Eds.), ICAR Research Complex for NEH Region, Umiam, Meghalaya. .p.

Sinha, K.K., (2003). Figs, 2394-2399, Caballero, B., Trugo, L., Finglas, P.M., (Eds.), The Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition, Second Edition, Academic Press, Baltimore, USA, 6000p.

Smith, R.J., Raine, S.R. ve Minkevich, J., (2005). Irrigation application efficiency and deep drainage potential under surface irrigated cotton. Agricultural Water Management, 71(2): 117-130.

Soussa, H.K., (2010). Effects of drip irrigation water amount on crop yield, productivity and efficiency of water use in desert regions in Egypt, Nile Basin Water Sci. Engineering J, 3(2): 96-109.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, (2011). Kurak ve Yarı Kurak Alan Yönetimi Çalıştayı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Nevşehir, 462s.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, (2013). Türkiye Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı (2013-2017), Ankara 2013. 59s.

Totis de Zeljkovich, L. V. Zeljkovich, ve L. Blotta. (1984). Sistemas de Labranza en la Rotación Trigo-SojaMaíz. Efectos en el Contenido de Humedad del Suelo y en el Consumo y Eficiencia del Agua del Cultivo del Maíz. EEA INTA Pergamino: República Argentina.

United Nations, (2011). Global Drylands: A UN system-wide response, New York, 132p.

Wallander, S., Marshal, E. ve Aillery, M., (2017). "Farmers Employ Strategies To Reduce Risk of Drought Damages", Unites States Department of Agriculture, Economic Research Service. https://ageconsearch.umn.edu/record/264878/files/https___www_ers_usda_gov_amberwaves_2017_june_farmers-employ-strategies-to-reduce-risk-of-drought-damages___WgnFJk4 OAx8_ pdfmyurl.pdf (Erişim tarihi: 26 Ekim 2019)

Whipple, W., (1966). Regional drought frequency analysis, Journal of the Irrigation and Drainage Division, 92(2): 11-32.

Wilhite, D.A. ve Glantz, M.H., (1985). Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. Water international, 10(3): 111-120.

Wilhite, D.A., (1993). The Enigma of Drought, 3-15, Drought Assessment, Management, and Planning: Theory and Case Studies, Wilhite, DA, (Ed.), Natural Resource Management and Policy, vol 2. Springer, Boston, MA,

Wilhite, D.A., (1994). Preparing for drought: A guidebook for developing countries, Diane Publishing, USA, 78p.

Wilhite, D.A., (2000). Drought As a Natural Hazard: Concepts and Definitions. Drought Mitigation Center Faculty Publications, London: Routledge, 69p.

Yevjevich, V., (1967). An Objective Approach to Definitions and Investigations of Continental Hydrologic Droughts, Journal of Hydrology, 7(3): 353-372.

***Handan ÇAKAR*[1]**

1 Dr. Öğr. Üyesi Handan ÇAKAR, Ege Üniversitesi, Bayındır Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, Türkiye. handan.cakar@ege.edu.tr, ORCİD ID: 0000-0001-7209-5545

Giriş

Günümüzde gelişen kentleşmeyle birlikte kent yaşamına sıkışan insanın doğaya olan özlemi, kentsel açık yeşil alanlara olan ilgiyi de artmıştır. Kentsel açık yeşil alanlar, insan ile doğa arasındaki bozulan ilişkiyi dengelemede ve kentsel yaşam koşullarının iyileştirilmesinde önemli bir konuma sahiptir (Gül ve Küçük, 2001). Bu kapsamda yeşil alanlar, kentsel mekânda doğal habitatlar yaratmaları ve sağlıklı çevreler oluşturmaları açısından kent makroformu ve yaşamı için önemli alanlardır. Ayrıca bu alanlar, çevre kalitesini hem ekolojik hem de ekonomik anlamda artırmaktadır (Özdemir, 2009). Ancak, olumsuz etkilerini her geçen gün artarak hissettiğimiz küresel ısınma ve sebep olduğu kuraklık her alanda olduğu gibi yeşil alanları da önemli ölçüde etkilemektedir. Su döngüsünde oluşan azalmalar ve aksamalar, yeşil alanlarda kullanılan suyun daha etkin kullanılması gerçeğini ortaya çıkarmıştır (Yazgan vd., 2014). Suyun etkin kullanımının gerektiği günümüz şartlarında peyzaj düzenlemelerinde egzotik bitki türleri, çim alanlar ve çiçek parterleri gibi suya yüksek oranda gereksinim duyan bitkilerin kullanılması, su kısıtının söz konusu olduğu durumlarda bitkilerin yeterince gelişememesine hatta varlığını sürdürememesine sebep olmaktadır (Çakar vd., 2018). Günümüz şartlarında yeşil alanların varlığını ekolojik açıdan uygun bitki türü seçimleri ve suyun etkin kullanımıyla devam ettirmek mümkünken, büyük miktarlarda su kullanımı gerektiren klasik peyzaj düzenleme yaklaşımı su tasarrufu noktasında ciddi sorunlar oluşturmaktadır.

Kırca ve Sevinç (2020), kentlerde etkin doğa koruma açısından yol kenarlarındaki çim alanlar üzerine yaptığı bir araştırmada 279.7 ha çim alanın sulanması için yılda yaklaşık 2,349,480 m^3 su harcandığını hesaplamış ve bu miktarın 1550 kişinin yıllık su kullanımına eşdeğer olduğunu ortaya koymuştur. Suyun yönetimi ve kullanımındaki hatalar sebebiyle dünya nüfusunun %40'ı susuzluk tehlikesi ile karşı karşıya kalırken, 1 milyar insanın sudan mahrum kaldığı dünyamızda, suyun etkin kullanımının büyük önem arz ettiği görülmektedir (Ceylan, 2018).

Peyzaj tasarımında temel amaç; sürdürülebilirlik bağlamında ve tasarım ilkeleri ışığında çalışma alanına ilişkin mümkün olan en iyi mekânsal kompozisyonun ortaya konulmasıdır (Korkut vd., 2010). Bu doğrultuda çalışma kapsamında; klasik peyzaj yaklaşımında tercih edilen çim alanların günümüz şartlarında ekolojik ve ekonomik açıdan sakıncalarına değinilmiş, sürdürülebilir yeşil alanlar için çime alternatif oluşturabilecek bazı diğer yer örtücü bitki türleri önerilmiş, genel özellikleri verilerek peyzaj tasarımlarında kullanım alanları belirtilmiştir.

Peyzaj tasarımlarında yer örtücü bitkiler:

Peyzaj tasarımlarında ekolojik yararlarının yanı sıra kullanıldıkları pozisyon ve kompozisyonlara göre mekân oluşturabilme özelliğine sahip olan bitkiler, bitkilendirme teknikleriyle bir mekânın oluşması ve algılanması için gerekli olan tavan, taban ve duvarlar elemanlarını oluştururlar. Mekân bileşenlerinden olan taban elemanlarının oluşturulması için yer örtücü bitki olarak çok yıllık otsu bitkilerin yanı sıra fazla boylanmayan çalı grubuna ait bitki taksonları da kullanılabilmektedir (Gülpınar Sekban vd., 2018).

Bitkinin toprak üstü kısımlarıyla toprağa temas eden veya belirli bir mesafeden toprak yüzeyini aralıksız dolduran ve en fazla 30 cm yüksekliğe sahip genelde otsu, yarı odunsu ve hatta odunsu yapıdaki bitkiler olarak tanımlanabilen yer örtücü bitkiler, günümüzde peyzaj amaçlı bitkisel tasarım çalışmalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yer örtücü bitkilerin başında, Poaceae familyasına ait çim türleri gelmektedir (Gül vd., 2012).

Çim alanların ekolojik ve ekonomik sakıncaları:

Çim bitkilerinin spor alanlarında ve basılmaya dayanıklı rekreasyon alanlarının oluşturulmasında ideal yer örtücü bitki olarak görülmesine rağmen eğimli alanlarda ya da sadece estetik amaçlı düzenleme istenen peyzaj mekanlarında kullanılması uygun görülmeyip, bu alanlarda çime nazaran daha fazla estetik ve işlevsel katkılar sağlayabilen, tesis ve bakım maliyeti daha az olabilen diğer yer örtücü bitkilerin kullanımı önerilmektedir (Özçelik ve Gül, 2004; Çorbacı vd., 2011; Yazgan vd., 2014).

Çim alanların toprak erozyonu, toz ve hava kirliliğini önlemek, yüzeysel akışa geçen suyu azaltmak, gürültü ve ısı kontrolü sağlamak, estetik kaliteyi yükseltmek ve spor alanları oluşturmak (Clark ve Kenna 2010; Zere Taşkın ve Bilgili, 2020) gibi faydalarının yanı sıra kıt olan su kaynaklarının sulama suyu olarak heba edilmesi, yabancı otlarla mücadelede pestisit ve herbisitlerin bol miktarda kullanımıyla toprağın ve yeraltı sularının kirletilmesi, sık ve düzenli biçim ihtiyacı sebebiyle enerji ve vakit kaybı oluşturması, biçim sırasında fosil yakıt tüketimi sebebiyle karbon emisyonunda artış oluşturması, gübreleme ve silindirleme gibi bakım işlerinde yüksek ekonomik maliyet oluşturması ve toprak verimini düşürmesi, homojen yapısı sebebiyle başta tozlaşmayı sağlayan türler olmak üzere birçok tür için ilgi çekici olmayıp biyolojik anlamda çöl özelliği göstermesi, diğer yeşil alan tipleriyle kıyaslandığında karbon tutma özelliğinin çok zayıf olması, diğer çok yıllık otsu türlerle kıyaslandığında sığ kök yapısı nedeniyle toprağın fiziksel yapısını geliştirmede yetersiz kalması (Robbins ve Sharp 2003; Hogue ve Pincetl 2015; Lerman ve Contosta 2019; Whitney 2010; Aronson ve ark. 2017;

Johnston ve ark. 2016) gibi zararlarının da olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalar sonucu bazı faydaları da bulunan çim alanların ekolojik ve ekonomik sakıncalarının faydalarından çok daha fazla olduğu ortaya koyulmuştur. Bu sakıncalar göz önünde bulundurulduğunda, çime alternatif olarak diğer yer örtücü bitki türleri ön plana çıkmaktadır.

Peyzaj tasarımlarında bitki materyali olarak çime nazaran daha fazla estetik ve işlevsel katkılar sağlayabilen, tesis ve bakım maliyeti daha az olabilen çok sayıda diğer otsu, yarı odunsu ve odunsu yer örtücü bitkiler bulunmaktadır (Gül vd., 2014).

Çime alternatif oluşturabilecek bazı diğer yer örtücü bitki türleri:

1- *Aptenia cordifolia* (Aizoaceae): Buz çiçeği

Bitkinin boyu: 15 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 30-60 cm

Şekil 1. *Aptenia cordifolia (Url 1)*

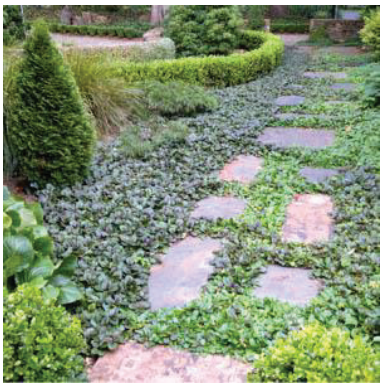
Yaprak dökmeyen, çok yıllık bir bitkidir. Kalpsi formdaki etli yaprakları parlak yeşil renklidir. Üzerine toz şeker serpilmiş gibi zerre zerre ışıldayan yaprakları sebebiyle Buz çiçeği adını almıştır. İlkbahar ve yaz mevsimi boyunca pembe-mor renkte çiçekleri vardır (Şekil 1). Güneşli alanlarda yetişen bitki, kuraklığa dayanıklıdır.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki, yabancı ot gelişmesine izin vermez. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Erozyon kontrolü için idealdir. Eğimli alanlarda ve kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 1).

2- *Ajuga reptans* (Lamiaceae): Dağ mayasıl otu

Bitkinin boyu: 10-20 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 15-60 cm



Şekil 2. *Ajuga reptans (Url 2)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Eliptik formdaki yaprakları koyu yeşil renkte ve mor lekelidir. Mavi-mor renkteki çiçekler ilkbahar ortasında başlayıp yaz başına kadar devam eder (Şekil 2). Gölge alanlarda yetişen bitki, hızlı gelişir.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki ağaç ve çalı grubu bitkilerin altında rahatlıkla kullanılabilir. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Eğimli alanlarda kullanımı uygundur (Url 2).

3- *Arenaria verna* (Caryophyllaceae): İrlanda yosunu

Bitkinin boyu ≤ 5 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 20-25cm

Şekil 3. *Arenaria verna (Url 3)*

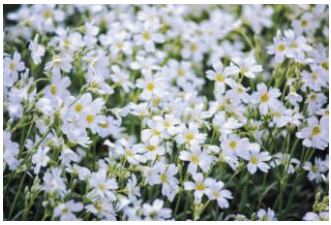
Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Yosunu andıran ince yaprakları yumuşak ve koyu yeşil renklidir. Beyaz renkteki küçük çiçekleri yazın açar (Şekil 3). Güneş alan yerleri tercih eden bitki, kısmi gölgeli yerlerde de yetişebilir.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki, zemin kaplamalarındaki taşların arasındaki derzlerde dolgu olarak da kullanılabilir. Basılmaya karşı hafif yaya trafiğini tolere edebilen yapıdadır. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 3).

4- *Cerastium tomentosum* (Caryophyllaceae): Yaz karı

Bitkinin boyu: 15-30 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 15-45 cm



Şekil 4. *Cerastium tomentosum (Url 4)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Dikdörtgensi-mızraksı veya şerit formdaki küçük ve tüylü yaprakları gümüş gri renklidir. Bol miktarda açan beyaz renkteki çiçekler ilkbahar sonunda başlayıp yaz başına kadar devam eder (Şekil 4). Güneşli alanlarda yetişen bitki, hızlı gelişir. Kuraklığa dayanıklıdır.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki, yabancı ot gelişmesine izin vermez. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Yol kenarlarında ve kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 4).

5- *Chamaemelum nobile* (Asteraceae): Romen sarı papatyası

Bitkinin boyu: 7-15 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 25-30 cm

Şekil 5. *Chamaemelum nobile (Url 5)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Aromatik tüylü yaprakları yeşil renklidir. Beyaz renkteki çiçekler yaz başında başlayıp sonbahar başına kadar devam eder (Şekil 5). Güneşli alanlarda yetişen bitki, kuraklığa dayanıklıdır.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki, zemin kaplamalarındaki taşların arasındaki derzlerde dolgu olarak da kullanılabilir. Basılmaya karşı hafif yaya trafiğini tolere edebilen yapıdadır. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Arzu edilirse düzenli biçilebilir. Yol kenarlarında kullanımı uygundur (Url 5).

6- *Convallaria majalis* (Ruscaceae): Müge

Bitkinin boyu: 15-30 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 22-30 cm

Şekil 6. *Convallaria majalis (Url 6)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Eliptik formdaki, iri ve geniş, sapsız yaprakları koyu yeşil renklidir. Çan biçiminde, sarkık ve hoş kokulu küçük beyaz renkteki çiçekleri ilkbaharda açar (Şekil 6). Koyu gölge alanlarda yetişir.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki ağaç ve çalı grubu bitkilerin altında rahatlıkla kullanılabilir. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanımı uygundur (Url 6).

7- *Cotoneaster dammeri* (Rosaceae): Her dem yeşil dağ muşmulası

Bitkinin boyu: 22-30 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 120-180 cm

Şekil 7. *Cotoneaster dammeri (Url 7)*

Yaprak dökmeyen, çalı formlu bir bitkidir. Küçük, parlak ve yuvarlak yapraklar ilkbaharda koyu yeşil, kış mevsiminde kırmızımsı veya morumsu renklidir. İlkbahar sonunda açıp yaz başına kadar devam eden beyaz renkteki çiçeklerini, sonbahar-kış mevsiminde parlak kırmızı meyveler takip eder (Şekil 7). Güneşli alanlarda yetişen bitki, kuraklığa dayanıklıdır.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki, yabancı ot gelişmesine izin vermez. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Eğimli alanlarda, yol kenarlarında ve kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 7).

8- *Dichondra repens* (Convolvulaceae): Fare kulağı

Bitkinin boyu ≤ 5 cm

Şekil 8. *Dichondra repens (Url 8)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Böbreksi formdaki parlak küçük yaprakları koyu yeşil renklidir (Şekil 8). İlkbahar ve kış mevsiminde açan beyaz çiçekleri gösterişli değildir. Gölge ve yarı gölge alanlarda yetişir.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki, zemin kaplamalarındaki taşların arasındaki derzlerde dolgu olarak da kullanılabilir. Basılmaya karşı hafif yaya trafiğini tolere edebilen yapıdadır. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Yılda 2-3 kez biçmek yeterlidir. Kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 8).

9- *Drosanthemum floribundum* (Aizoaceae): Acem halısı

Bitkinin boyu ≤ 15 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 90-180 cm

Şekil 9. *Drosanthemum floribundum (Url 9)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık bir bitkidir. Silindirik formdaki etli küçük yaprakları açık yeşil renklidir. Mor renkteki çiçekleri ilkbahar sonunda başlayıp yaz başına kadar devam eder (Şekil 9). Güneşli alanlarda yetişen bitki, kuraklığa dayanıklıdır.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki, yabancı ot gelişmesine izin vermez. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Erozyon kontrolü için idealdir. Eğimli alanlarda ve kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 9).

10- *Galium odoratum* (Rubiaceae): Orman iplikçiği

Bitkinin boyu: 12-15 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 30 cm

Şekil 10. *Galium odoratum (Url 10)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Mızraksı formdaki tüysüz ve hoş kokulu yaprakları zümrüt yeşili renklidir. Hoş kokulu beyaz renkteki çiçekler ilkbahar sonu başlayıp, yaz boyunca devam eder (Şekil 10). Gölge alanlarda yetişir.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki ağaç ve çalı grubu bitkilerin altında rahatlıkla kullanılabilir. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Yol kenarlarında ve kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 10).

11- *Glechoma hederacea* (Lamiaceae): Yer sarmaşığı/ Yer nanesi

Bitkinin boyu ≤ 30 cm

Şekil 11. *Glechoma hederacea (Url 11)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık bir bitkidir. Böbreksi formdaki tüylü aromatik yaprakları yeşil renklidir (Şekil 11). Boru biçiminde hoş kokulu mavi-mor renkteki çiçekler, ilkbaharda başlayıp yaz sonuna kadar devam eder. Gölge alanları tercih eder.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki ağaç ve çalı grubu bitkilerin altında rahatlıkla kullanılabilir. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Yol kenarlarında kullanımı uygundur. İstilacı özelliği bakımından, peyzaj alanlarında kontrollü kullanılması önerilir (Url 11).

12- *Herniaria glabra* (Illecebraceae): Atyaran/Kaşıkotu

Bitkinin boyu ≤ 5 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 30-60 cm

Şekil 12. *Herniaria glabra (Url 12)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Eliptik formdaki zarsı küçük koyu yeşil yaprakları kışın bronzlaşır. Yazın açan beyaz renkteki küçük çiçekleri gösterişli değildir (Şekil 12). Güneşli alanları tercih eden bitki, kuraklığa dayanıklıdır.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki, zemin kaplamalarındaki taşların arasındaki derzlerde dolgu olarak da kullanılabilir. Basılmaya karşı hafif yaya trafiğini tolere edebilen yapıdadır. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Eğimli alanlarda, yol kenarlarında ve kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 12).

13- *Juniperus horizontalis* 'Golden Carpet' (Cupressaceae): Sarı yayılıcı ardıç

Bitkinin boyu: 7-10 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 90-120 cm

Şekil 13. *Juniperus horizontalis (Url 13)*

Yaprak dökmeyen, çalı formlu bir bitkidir. Limon yeşili renkteki yaprakları kışın bronz renklidir (Şekil 13). Güneşli alanlarda yetişen bitki, kuraklığa dayanıklıdır.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki, arzu edildiğinde budanabilir. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Erozyon kontrolü için idealdir. Eğimli alanlarda, yol kenarlarında ve kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 13).

14- *Lysimachia nummularia* 'Aurea' (Primulaceae): Kargaotu

Bitkinin boyu: 7-15 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 30-60 cm

Şekil 14. *Lysimachia nummularia 'Aurea' (Url 14)*

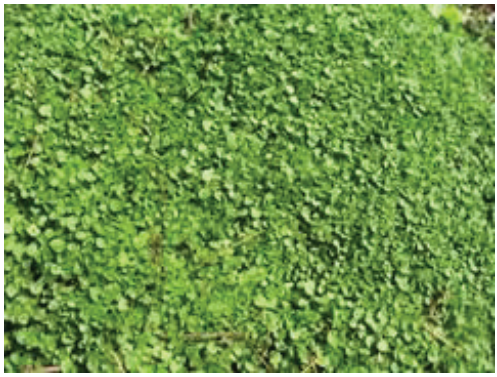
Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Kalpsi formdaki küçük parlak yaprakları limon yeşili renklidir. Fincan biçiminde, parlak sarı renkteki çiçekleri yaz mevsiminde açar (Şekil 14). Güneşli alanları tercih eder.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Yol kenarlarında ve kaya bahçelerinde kullanılabilir. Bataklık kenarı ve su bahçelerinde kullanımı uygundur. İstilacı özelliği bakımından, peyzaj alanlarında kontrollü kullanılması önerilir (Url 14).

15- *Mentha requienii* (Lamiaceae): Korsika nanesi

Bitkinin boyu: 7 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 15-30 cm



Şekil 15. *Mentha requienii (Url 15)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Yuvarlak formdaki aromatik küçük yaprakları yeşil renklidir (Şekil 15). Yapraklar, üzerine basıldığında hoş koku verir. Çok küçük leylak rengindeki çiçekleri yaz mevsiminde açar. Güneş alan yerleri tercih eden bitki, kısmi gölgeli yerlerde de yetişebilir.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki, zemin kaplamalarındaki taşların arasındaki derzlerde dolgu olarak da kullanılabilir. Basılmaya karşı hafif yaya trafiğini tolere edebilen yapıdadır. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 15).

16- *Oxalis acetosella* (Oxalidaceae): Ekşi yonca

Bitkinin boyu: 5-10 cm

Şekil 16. *Oxalis acetosella (Url 16)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Orta yerinden katlanan kalp formundaki 3 yaprakçıklı bileşik yaprakları sarımsı yeşil renklidir. Mor damarlı beyaz renkteki çiçekleri ilkbaharda açar (Şekil 16). Gölge alanları tercih eder.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki ağaç ve çalı grubu bitkilerin altında rahatlıkla kullanılabilir. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Yol kenarlarında kullanımı uygundur (Url 16).

17- *Pachysandra Terminalis* (Buxaceae): Japon süpürgesi

Bitkinin boyu: 7-10 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 17-20 cm

Şekil 17. *Pachysandra Terminalis (Url 17)*

Yaprak dökmeyen, çalı formlu bir bitkidir. Eliptik formdaki parlak yaprakları koyu yeşil renklidir. İlkbaharda açan küçük beyaz çiçekleri gösterişli değildir (Şekil 17). Gölge ve yarı gölge alanlarda yetişir.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki ağaç ve çalı grubu bitkilerin altında rahatlıkla kullanılabilir. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Erozyon kontrolü için idealdir. Eğimli alanlarda ve yol kenarlarında kullanımı uygundur (Url 17).

18- *Ranunculus bulbosus* (Ranunculaceae): Düğmeli çinginotu

Bitkinin boyu: 20-30 cm

Şekil 18. *Ranunculus bulbosus (Url 18)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Taban yaprakları uzun saplı ve derince üç lobludur. Yeşil renkli gövde yaprakları almaşlı dizilişli ve sapsızdır. Parlak sarı renkteki çiçekleri ilkbaharda açar (Şekil 18). Güneş alan yerleri tercih eden bitki, kısmi gölgeli yerlerde de yetişebilir.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Eğimli alanlarda ve yol kenarlarında kullanımı uygundur (Url 18).

19- *Ruschia Lineolata* (Aizoaceae): Yıldız halısı

Bitkinin boyu ≤ 5 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 60 cm'e kadar

Şekil 19. *Ruschia Lineolata (Url 19)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık bir bitkidir. Dar, uzun ve 3 köşeli etli yaprakları koyu yeşil renklidir. Pembe çizgili beyaz renkteki çiçekleri ilkbaharda açar (Şekil 19). Güneşli alanlarda yetişen bitki, kuraklığa dayanıklıdır.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki, yabancı ot gelişmesine izin vermez. Basılmaya karşı hafif yaya trafiğini tolere edebilen yapıdadır. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 19).

20- *Saxifraga granulata* (Saxifragaceae): Taşkıran otu

Bitkinin boyu: 10-30 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 10-30 cm

Şekil 20. *Saxifraga granulata (Url 20)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Böbreksi formdaki tüylü yaprakları yeşil renklidir. Beyaz renkteki dekoratif çiçekleri ilkbaharda açar (Şekil 20). Yarı gölge alanlarda yetişir.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Yol kenarlarında ve kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 20).

21- *Sedum spathulifolium* (Crassulaceae): Damkoruğu

Bitkinin boyu: 5-20 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 30-90 cm

Şekil 21. *Sedum spathulifolium (Url 21)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık bir bitkidir. Yuvarlak formdaki gümüş gri renkli etli küçük yaprakları, kış mevsiminde mor renklidir. Parlak sarı renkteki çiçekleri yaz mevsiminde açar (Şekil 21). Güneşli alanlarda yetişen bitki, kuraklığa dayanıklıdır.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Yol kenarlarında ve kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 21).

22- *Soleirolia soleirolii* (Urticaceae): Arapsaçı/Bebek gözyaşları/Aşkın gözyaşı

Bitkinin boyu: 7-15 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 90-180 cm

Şekil 22. *Soleirolia soleirolii (Url 22)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Yuvarlak formdaki küçük yaprakları parlak yeşil renklidir (Şekil 22). İlkbahar mevsiminde açan kremsi beyaz çiçekleri gösterişli değildir. Gölge alanlarda yetişir.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki ağaç ve çalı grubu bitkilerin altında rahatlıkla kullanılabilir. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Yol kenarlarında ve kaya bahçelerinde kullanımı uygundur. İstilacı özelliği bakımından, peyzaj alanlarında kontrollü kullanılması önerilir (Url 22).

23- *Thymus serpyllum* (Lamiaceae): Yabani kekik

Bitkinin boyu: 5-7 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 25-30 cm

Şekil 23. *Thymus serpyllum (Url 23)*

Yaprak dökmeyen, çalı formlu bir bitkidir. Mızraksı formdaki küçük, aromatik, mavi-yeşil renkli yaprakları sonbaharda bronzlaşır.

Yapraklar, üzerine basıldığında hoş koku verir. Koyu pembe-mor renkteki küçük çiçekleri yaz mevsiminde açar (Şekil 23). Güneşli alanlarda yetişen bitki, kuraklığa dayanıklıdır.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki, zemin kaplamalarındaki taşların arasındaki derzlerde dolgu olarak da kullanılabilir. Basılmaya karşı hafif yaya trafiğini tolere edebilen yapıdadır. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Yol kenarlarında ve kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 23).

24- *Thymus Vulgaris* (Lamiaceae): Bahçe kekiği

Bitkinin boyu: 15-30 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 15-30 cm

Şekil 24. *Thymus Vulgaris (Url 24*

.

Yaprak dökmeyen, çalı formlu bir bitkidir. Oval formdaki küçük, aromatik, koyu gri-yeşil renkli yaprakları sonbaharda bronzlaşır. Beyaz-pembe renkteki çiçekleri ilkbahar sonunda başlayıp yaz başına kadar devam eder (Şekil 24). Güneşli alanlarda yetişen bitki, kuraklığa dayanıklıdır.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Yol kenarlarında ve kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 24).

25- *Trifolium repens* (Fabaceae): Ak üçgül

Bitkinin boyu: 7-15 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 30-60 cm

Şekil 25. *Trifolium repens (Url 25)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Eliptik formdaki 3 yaprakçıklı bileşik yaprakları yeşil renklidir. Yapraklar üzerinde, şerit biçiminde beyaz renkte iz vardır. İlkbahar ve sonbaharda açan çiçekleri kremsi beyaz renktedir (Şekil 25). Güneşli alanlarda yetişir.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Yol kenarlarında kullanımı uygundur. İstilacı özelliği bakımından, peyzaj alanlarında kontrollü kullanılması önerilir (Url 25).

26- *Vinca major* (Apocynaceae): Büyük Cezayir Menekşesi

Bitkinin boyu: 15-45 cm

Bitkinin yayılma genişliği: 30-45 cm

Şekil 26. *Vinca major (Url 26)*

Yaprak dökmeyen, çok yıllık bir bitkidir. Eliptik formdaki yaprakları parlak yeşil renklidir. Mor-mavi renkteki çiçekleri ilkbahardan kış

mevsimine kadar devam eder (Şekil 26). Güneş alan yerleri tercih eden bitki, kısmi gölgeli yerlerde de yetişebilir.

Halı görüntüsü oluşturabilen yapıdaki bitki, ağaç ve çalı grubu bitkilerin altında rahatlıkla kullanılabilir. Yabancı ot gelişmesine izin vermez. Geniş alanlarda zemin örtüsü olarak kullanılabilir. Eğimli alanlarda, yol kenarlarında ve kaya bahçelerinde kullanımı uygundur (Url 26).

Sonuç ve Öneriler

Peyzaj tasarım çalışmalarında yer örtücü bitkiler, estetik amaçlı kullanımlarının yanı sıra işlevsel amaçları (güneş ışığını absorbe etme, yansımayı önleme, erozyonu önleme, toz tutma vb.) için de kullanılmaktadır. Günümüzde en ideal yer örtücü bitki olarak çim bitkileri bilinmekte ve koşulsuz tüm peyzaj mekanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Halbuki, farklı renk ve doku alternatifleriyle daha estetik ve işlevsel tasarımların oluşturulmasında önemli bir yere sahip olan diğer yer örtücü bitki türleri, sürdürülebilir yeşil alanların oluşturulmasında çim bitkilerine çevreci bir alternatif sunmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, çime alternatif olarak kullanılabilecek bazı yer örtücü bitki türleri belirlenmiş, bunun yanında belirlenen bitkilerin güneş istekleri, estetik özellikleri (yaprak, çiçek, meyve, form vb.) ve peyzaj tasarım çalışmalarında kullanım olanakları incelenerek ortaya koyulmuştur.

Bu çalışmada, peyzaj tasarım çalışmalarında bazı yer örtücü bitki türlerinin spor alanları dışında, yeşil alanlarda çim yerine kullanılabileceği ve çimin barındırdığı ekolojik ve ekonomik sakıncalardan uzak, sürdürülebilir yeşil alanlar oluşturulabileceği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

Aronson, M. F., Lepczyk, C. A., Evans, K. L., Goddard, M. A., Lerman, S. B., MacIvor, J. S., Nilon, C. H., Vargo, T. (2017). Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management. Frontiers in Ecology and the Environment, 15(4): 189–196.

Ceylan, N. (2018). Su ve Küresel Isınma, Gelecek Nesiller İçin Yeni Projeler, Tüketici ve Çevre Eğitim Vakfı, http://www.tukcev.org.tr/su-ve-kuresl-isinma

Clark, J. M., Kenna, M. P. (2010). Lawn and Turf: Management and Environmental Issues of Turfgrass Pesticides, Chapter 47. Handbook of Pesticide Toxicology (Third Edition). Academic Press, New York, s.1047–1076.

Çakar, H., Akat Saraçoülu, Ö., Akat, H. (2018). Xeriscape Yaklaşımı ile Kurak Ortamda Sürdürülebilir Peyzaj: Ege Üniversitesi Bayındır MYO Bahçesi Örneği. ISUEP 2018 Uluslararası International Symposium on Urbanization and Environmental Problems, Eskişehir, Türkiye, 28 - 30 Haziran 2018, cilt.1: 214-221.

Çorbacı, Ö. L., Özyavuz, M., Yazgan, M. E. (2011). Peyzaj Mimarlığında Suyun Akıllı Kullanımı: Xeriscape. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 4 (1): 25-31.

Gül, A., Özçelik, H., Uzun, Ö. (2012). Isparta Yöresindeki Bazı Doğal Yerörtücü Bitkilerin Adaptasyonu ve Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16 (2): 133-145.

Gül, A., Küçük, V. (2009). Kentsel Açık-Yeşil Alanlar ve Isparta Kenti Örneğinde İrdelenmesi. Turkish Journal of Forestry, 2 (1): 27-48.

Gülpınar Sekban, D., Bekar, M., Acar, C. (2018). Kent Parklarının Bitkisel Tasarım Yönünden Değerlendirilmesi, Trabzon Örneği. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi (IBAD), Bildiriler ICES-2018, 463-468.

Hogue, T. S., Pincetl, S. (2015). Are you watering your lawn?.. American Association for the Advancement of Science, 348(6241): 1319–1320.

Johnston, M. R., Balster, N. J., Zhu, J. (2016). Impact of Residential Prairie Gardens on the Physical Properties of Urban Soil in Madison, Wisconsin. Journal of Environmental Quality, 45(1): 45–52.

Korkut A., Şişman, E., Özyavuz, M. (2010). Peyzaj Mimarlığı. Verda Yayıncılık, 419 s., ISBN 978-

605-88381-0-9.

Kırca, S., Sevinç, Ş. (2020). Kentlerde Etkin Doğa Koruma İçin Yol Kenarlarındaki Çim Alanlar Üzerine Bir Araştırma. Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi, 2 (2): 51-60.

Lerman, S. B., Contosta, A. R. (2019). Lawn mowing frequency and its effects on biogenic and anthropogenic carbon dioxide emissions. Landscape and Urban Planning, 182: 114–123.

Özdemir, A. (2009). Katılımcı Kentli Kimliğinin Oluşumunda Kamusal Yeşil Alanların Rolü: Ankara Kent Parkları Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 144-153.

Robbins, P., Sharp, J. (2003). The Lawn-Chemical Economy and Its Discontents. Antipode, 35(5): 955–979.

Whitney, K. (2010). Living Lawns, Dying Waters: The Suburban Boom, Nitrogenous Fertilizers, and the Nonpoint Source Pollution Dilemma. Technology and Culture. The Johns Hopkins University Press, Society for the History of Technology, 51(3): 652–674.

Yazgan, M. E., Özyavuz, M., Çorbacı, Ö. L. (2014). Kurakçıl Peyzaj (Xerıscape) ve Uygulamaları. https://www.researchgate.net/profile/Omer-Corbaci/publication/315677470_kurakcıl_peyzaj _xerıscape_ve_uygulamaları/links/5fe8462b299bf140884ab6a9/kurakcıl -peyzaj-xerıscape-ve-uygulamaları.pdf

Zere Taşkın, S., Bilgili, U. (2020). Çevre ve İnsan Sağlığı Açısından Çim Bitkilerinin Faydaları. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(2): 417-425.

İnternet Kaynakları

Url 1. https://www.gardenia.net/plant/aptenia-cordifolia

Url 2. https://www.gardenia.net/plant-variety/ajuga-reptans-carpet-bugle

Url 3. https://www.mygardenlife.com/plant-library/2013/arenaria/verna

Url 4. https://www.gardenia.net/plant/cerastium-tomentosum-snow-in-summer

Url 5. https://www.gardenia.net/plant/chamaemelum-nobile

Url 6. https://www.gardenia.net/plant/convallaria-majalis-lily-of-the-valley

Url 7. https://www.gardenia.net/plant/cotoneaster-dammeri

Url 8. https://www.gardenia.net/plant/dichondra-repens

Url 9. https://www.gardenia.net/plant/drosanthemum-floribundum-ice-plant

Url 10. https://www.gardenia.net/plant/galium-odoratum-sweet-woodruff

Url 11. https://plants.ces.ncsu.edu/plants/glechoma-hederacea/

Url 12. https://www.seedaholic.com/herniaria-glabra.html

Url 13. https://www.gardenia.net/plant/juniperus-horizontalis-golden-carpet

Url 14. https://www.gardenia.net/plant/lysimachia-nummularia-aurea

Url 15. http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=281454

Url 16. https://the-lizard.org/index.php/article-archives/florasp/538-wood-sorrel

Url 17. https://www.gardenia.net/plant/pachysandra-terminalis-japanese-spurge

Url 18. http://www.missouriplants.com/Ranunculus_bulbosus_page.html

Url 19. https://worldofsucculents.com/ruschia-lineolata-carpet-stars/#:~:text=Ruschia%20lineolata%20is%20a%20dense,3%2Dangled%2C%20succulent%20leaves.

Url 20. https://www.jardineriaon.com/tr/saxifraga-granulata.html

Url 21. *https://www.gardenia.net/plant/sedum-spathulifolium*

Url 22. http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=287425

Url 23. https://www.gardenia.net/plant/thymus-serpyllum-creeping-thyme

Url 24. https://www.gardenia.net/plant/thymus-vulgaris

Url 25. https://www.gardenia.net/plant/trifolium-repens

Url 26. https://www.gardenia.net/plant/vinca-major

Ahmet Semih UZUNDUMLU [1]
Seval KURTOĞLU[2]

1 Doç. Dr. Ahmet Semih UZUNDUMLU, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum. asuzsemi@atauni.edu.tr.ORCID:0000-0001-9714-2053
2 Öğr. Gör. Seval KURTOĞLU, Bayburt Üniversitesi, Demirözü Meslek Yüksek Okulu, Veterinerlik Bölümü, Bayburt.sevalkurtoglu@bayburt.edu.trORCID:0000-0002-7098-2199

Günümüz dünyasında son derece değişken, yüksek teknolojili, tüketici odaklı ürünlerin ele alındığı gıda ve tarım işletmeleri hızla değişen teknoloji ve değişime ayak uydurmak durumundadır. Tarıma dayalı sanayi işletmelerinde özellikle, gıda sektörü ve daha büyük tarım işletmeleri hem bugün hem de muhtemelen yarın karşı karşıya gelecek bir takım durumlar karşısında ne yapabileceklerine yönelik stratejiler geliştirerek yeteneklerini ortaya çıkarmaları ülkelerin gelişmesinde önemli bir etkendir.

Tarım ve Sanayi Kavramları

Ekonomik sektör, bir ülkenin ekonomisini oluşturan faaliyet dalları olarak tanımlanmaktadır. Bu sektör, temelde tarım, sanayi ve hizmetler olmak üzere 3'e ayrılırken kimi zaman inşaatta bu sektörler içerisinde diğer bir kalem olarak yer alarak tarım, sanayi, hizmetler ve inşaat olarak 4'e ayrılmaktadır.

Tarım: Tarım denilince ilk önce bitkisel üretim akla gelmekte yani toprağın işlenmesi ile başlayan bir süreç olarak düşünülse de bu aşamadan sonra hayvancılıkta devreye girerek tohumun kullanarak bitkisel ve hayvansal canlıların elde edilmesi, bu canlılardan elde edilen ürünlerin yarı veya tam mamul hale getirilmesi işlemi tarım olarak ifade edilmektedir (Çevik ve Kırlıoğlu, 2016; Tazegül ve Kahramani, 2018).

GİB (1961), de açıklandığı üzere gelir vergisi kanununun 52. maddesinde tarımsal faaliyet "arazi, deniz, göl ve nehirlerde, ekim, dikim, bakım, üretme, yetiştirme ve ıslah yollarıyla veyahut doğrudan doğruya tabiattan istifade etmek suretiyle bitki, orman, hayvan, balık ve bunların mahsullerinin üretimini, avlanmasını, avcıları ve yetiştiricileri tarafından muhafazasını, taşınmasını, satılmasını veya bu mahsullerden diğer bir şekilde faydalanılmasını ifade etmektedir".

Sanayi (Endüstri): Emek ve sermaye kullanılarak hammaddelerin bulunması ve bunların işlenerek yarı veya tam mamul haline getirilerek insan kullanımına elverişli ürünlere dönüştürülmesi işlemi sanayi olarak tanımlamıştır (Koç, 2017). Sanayi bilim ve teknoloji ile yakın olan bir sektördür. Bu nedenle 2011 yılında sanayi ve ticaret bakanlığı birleşerek Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı adı altında faaliyetlerini yürütürken 2018'de bu bakanlık kalkınma bakanlığı ile birleşerek Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı olarak faaliyetlerine devam etmektedir (Wikipedia, 2021). Uygulamalı bilimler teknolojiyi ortaya çıkarmakta ve teknolojinin de iktisadi faaliyetle birleşmesinden sanayi doğmaktadır. Sanayi ve tarım karşılaştırıldığında özellikle bitkisel üretimde su olduğu yerde ziraat yapılabilmekte, suyun olduğu bölgelerde ürünler daha iyi yetiştirilmektedir. Sanayide de bilim ve teknolojinin olduğu yerlerde sanayi gelişmekte ve o bölgelerin gelişmişlik düzeyi yükselmektedir.

Sanayi sektörü 18. yüzyılın sonlarında Avrupa'da ortaya çıkan sanayi (endüstri) devrimi ile beraber yeni buluşların kas gücü yerine makine kullanımı ile Avrupalıların sermaye birikimlerini artırarak zenginleşmelerine neden olmuştur (Koç vd., 2018).

Alt Sektörler İtibari ile Sanayi

Sanayi alt sektörler itibari ile üçe ayrılmaktadır (TÜİK, 2021).

1- Madencilik ve taş ocakçılığı sanayisi,

2- Elektrik, gaz ve buhar sanayisi ve

3- İmalat sanayisidir.

Maden ve Taş Ocakçılığı Sanayisi

Madencilik yer kabuğunda bulunan her türlü madenlerin yer altı ve yer üstünde işleme teknikleri ile çıkarılarak ekonomiye kazandırılması işlemidir. Madencilik İşletmeleri ise açık ve kapalı saha maden işletmeleri olarak ikiye ayrılmaktadır (TOBB, 2021). Açık saha maden işletmeleri yeraltına inilmeden üzerindeki örtü tabakasının kaldırılması ile yapılan madencilik yöntemi olup, yüzeyce daha geniş alanlarda yapılmaktadır. Dünya üretiminde elde edilen maden üretiminin yaklaşık %70'i açık saha işletmecilik yöntemiyle yapılmaktadır (Wikipedia, 2021).

15-18 yüzyıllar arasında etkili olan merkantilist sistem milliyetçi bir yapıya sahip olup, temel görüş bir ülkenin zengin olabilmesi için değerli madenler olarak altın ve gümüşe sahip olması gerektiği vurgulanmıştır. Yani bir ülkenin zengin olabilmesi için ülkeye altın ve gümüş kazandırmak dolayısıyla ihracat yapmak diğer bir yandan da bu madenlerin ülkeden çıkışını sınırlandırmak için ithalatı önemli ölçüde azaltmak temel felsefedir. Batı Avrupa ülkeleri başta İngiltere olmak üzere Hollanda, Portekiz, İspanya, Fransa ve Belçika gibi ülkeler diğer bölgelerdeki ülkelerin büyük bir kısmını sömürge haline getirerek madenlerini sömürmüşlerdir (Akın, 2020; Korkut, 2020). Günümüz dünyasında madencilik, ekonomi üzerindeki katkısı herkesçe kabul edilmekte, ancak madenler çıkarılırken atık yönetimi, su kirliliği, sera gazı emisyonu, doğa tahribatı gibi çevresel zorluklar ve sıkıntılar da artmaktadır (Tost et al., 2018; Islam et al., 2020).

Çizelge 1. Maden ve Taş Ocakçılığı Sanayisi İşletmeleri

İşçi Sayısı	2015	2016	2017	2018	2019	2019 (%)
0	888	908	887	1091	1.120	17,17
1-9	3.340	3.580	3.623	3.815	3.976	60,96
10-49	1.204	1.157	1.182	1.166	1.054	16,16
50-249	359	345	366	355	296	4,54
250+	66	64	74	80	76	1,17
Toplam	**5.857**	**6.054**	**6.132**	**6.507**	**6.522**	**100,00**

Kaynak: TÜİK, 2021.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi 2015-2019 yıllarında madencilik ve taş ocakçılığı sanayisi işletmeleri büyüklükleri açısından mikro, küçük, orta, KOBİ ve büyük işletmeler olarak sınıflandırılmıştır. Bu işletmelerin yaklaşık %80'i 0-9 çalışanı olan işletmelerdir. 2015-2019 yıllarında işletme sayısı bu işletmelerde %11,35 artmıştır. 2019 yılı itibariyle işletme sayısı 6.522 olmakla beraber %17,17'si çalışanı olmayan, %60,96'sı 1-9 çalışanı, %16,16'sı 10-49 birey çalışanı, %4,54'ü 50-249 çalışanı ve %1,17'si ise 250 ve üzerinde çalışanı olan işletmelerdir.

Elektrik, Gaz ve Buhar Sanayisi

Zaman ilerledikçe özellikle günümüzde enerji insanın yaşamını devam etmesi için bir zorunluluk haline gelmiştir. Bunun dışında sanayi devrimi ve artan makineleşme ve enerji kullanımı ülkelerin ekonomik büyüme ve kalkınma sağlayabilmeleri için bir araç durumu halindedir (Altunakar, 2014). Dünya nüfusundaki hızlı artış ve insanların kent alanlarında yerleşme oranlarının yıllar itibariyle artış göstermesi onların daha iyi bir yaşam koşulları için enerji ihtiyaçlarını artırmaktadır. Enerji ihtiyaçlarını karşılayan kaynakların genel itibariyle kıt ve tükenebilir olması sürdürülebilir enerji kavramını ortaya çıkarmaktadır. Bilindiği üzere fosil yakıtlardan enerjide en çok kullanılanlarından petrolün 51 yıl doğalgazın 53 yıl ve kömürün ise 114 yıllık İhtiyaca cevap verecek düzeyde olduğu ifade edilmektedir. Dünya enerji ihtiyacının son 25 yılda %28 artacağı düşünüldüğünde ve iklim değişikliği problemi göz alındığında ülkelerin enerji politikalarında yenilikler yapması gerektiği kaçınılmazdır (Eroğlu, 2019).

Artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile Türkiye'nin enerji sektöründe büyük ilerlemeler kaydetmesi gerekmektedir. Çünkü artan nüfusun enerji ihtiyaçları 2020-2023 yılına kadar %10 artacağı düşünülmektedir. Türkiye elektrik enerjisi tüketimi 2018 yılında 2017 yılına göre %2,2 artış göstererek 304,2 milyon kWh=304.200 MWh elektrik üretimi ise 2017 yılına göre %2,2 oranında artış göstermiş ve 304.800 MWh olmuştur. 2019 yılından bu zamana kadar Türkiye'nin Kurulu gücü 90.720 MW enerji olup, Türkiye enerji ihtiyacının yaklaşık %29,6'sını kendi karşılaya-

bilmektedir. Türkiye, kendine yeterlilik sağladığı enerjiyi hidrolik enerji, doğalgaz, kömür, rüzgar, güneş, jeotermal ve diğer kaynaklardan sağlamaktadır. Bu kaynaklardan sağlanan enerjinin oransal dağılımı ise sırasıyla, %31,4, %28,6, %22,4, %8,1, %6,2, %1,6 ve %1,7'dir (ETKB, 2020).

Türkiye'de ihtiyaç duyulan doğalgazın %99'u, petrolün %92'si kömürün ise %50'si diğer ülkelerden sağlanmaktadır. Bu oranlar gösteriyor ki Türkiye toplamda %69,4 oranında dışa bağımlıdır. Ulusların gelişmişlik düzeylerini etkileyen faktörlerin başında teknoloji diğer bir deyişle enerji gelmektedir. Türkiye bu açıdan incelendiğinde yerli teknolojinin yetersiz kaldığı, enerji arzının, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına değil de ağırlıkla ithal kaynaklara dayandığı aşikârdır. Enerji talebinin, çevre ve toplum faydası doğrultusunda planlanmaması ve yönlendirilmemesinden dolayı israflı ve etkinsiz kullanıma neden olunmakta buda ülke için ciddi bir soruna dönüşmektedir. Günümüz dünyasında kaynakların israflı kullanılması ve katma değeri yüksek ürünlere kullanımında planlamanın olmaması ülkelerin gelişmişliğini önüne geçmektedir. Bu nedenle Enerji kullanımında bazen elektriklerin gitmesi ve benzeri şekilde dışa bağımlılığının etkileri ülkeye çok önemli zararlar verebilmektedir. Enerjide dışa bağımlılığın ciddi boyutlara ulaşmasında, fosil kaynaklı ithalata dayalı yüksek maliyetli yatırımların yapılmış olması da önemli bir etkendir. Ancak son yıllarda yenilebilir kaynaklara olan yatırımların artması ümit veren bir gelişmedir. Son yıllarda yerli üretime dayalı, yüksek teknolojili sanayi teşvikine yapılan AR-GE çalışmalarının artması bu sorunları en aza indirebilecektir (Karacaer Ulusoy, 2018).

Teknoloji kullanımı büyük hacimli yatırımlardan oluşmaktadır. 2015'lerde Enerjide dışa bağımlılığı %75'e (Aykırı, 2018), yaklaşan Türkiye, 2019 yılı itibari ile %69 (DEK, 2021) olup, kazan, türbin, panel, jeneratör, motor gibi teknoloji yoğun ekipmanların neredeyse %100'üne yakınını yurt dışı firmalardan sağlamaktadır.

Çizelge 2. Elektrik, Gaz ve Buhar Sanayisi İşletmeleri

İşçi Sayısı	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2019(%)**
0	5.245	4.928	2.047	1.639	1.531	21,93
1-9	1.862	3.074	4.047	4.717	4.676	66,97
10-49	464	524	528	541	531	7,60
50-249	157	152	163	172	175	2,51
250+	61	67	74	71	69	0,99
Toplam	**7.789**	**8.745**	**6.859**	**7.140**	**6.982**	**100,00**

Kaynak: TÜİK, 2021.

Çizelge 2'de görüldüğü üzere 2015-2019 yıllarında elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı işletmeleri büyüklükleri açısından

mikro, küçük, orta, KOBİ ve büyük işletmeler olarak sınıflandırılmıştır. Bu işletmelerin yaklaşık %90'ı 0-9 çalışanı olan işletmelerdir. 2015-2019 yıllarında işletme sayısı bu işletmelerde %10,36 azalmıştır. 2019 yılında 6.982 olan işletme sayısının %21,93'ü çalışanı olmayan, %66,97'si 1-9 çalışanı, %7,60'ı 10-49 birey çalışanı, %2,51'i 50-249 çalışanı ve %0,99'u ise 250 ve üzerinde çalışanı vardır.

İmalat Sanayisi

Orta teknolojili sanayi ülkelerinden biri olan Türkiye'de 1980'lerden bu yana büyüme başarımı etkileyici bir düzeydedir. Türkiye'nin kişi başına geliri daha yüksek seviyelere çekmek ve kişilerin yaşam şartlarını daha iyileştirmek için yüksek teknoloji kullanan sanayisini geliştirmesi ve bu ürünleri pazarda sunması gerekmektedir.

Türkiye'nin 2020 yılına gelindiğinde kişi başına olan geliri 10.000 $'a yaklaşmaya başlamıştır. Bu durumda bireyler orta gelirden orta-yüksek gelir düzeyine yükselmesi Türkiye'nin düşük teknolojiden orta teknoloji düzeyine ulaşmasından kaynaklanmıştır. Benzer şekilde yüksek gelirli bir topluma ulaşabilmesi için de imalat sanayisinde yüksek teknolojiyi kullanması gerekmektedir. Türkiye 2018 yılında imalat sanayinde 157,8 milyar $ ihracat gerçekleştirmiş olup, teknoloji yoğunluğuna göre gerçekleştirdiği ihracat oranları şu şekilde sıralanmıştır. Düşük teknolojili imalat sanayi ürünlerinin ihracattaki payı %32,6, orta düşük teknolojili imalat sanayindeki payı, %27,6, orta yüksek teknoloji imalat sanayi ürünlerinin ihracattaki payı %36,4 ve yüksek teknolojili imalat sanayinin ihracattaki payı ise yaklaşık %3,4 olarak gerçekleşmiştir. İleri teknolojiye sahip ürünlerin toplam imalat sanayi ihracatı içerisindeki oranı Türkiye'de %3,4 ve dünya ortalaması %16,6 iken Çin'de %23,8, İngiltere'de %21,1 Norveç'te %18,4, Güney Kore'de %14,8 ve Japonya'da %13,8 olarak gerçekleşmiştir. İhracatçı şirketlerde inovasyona verilen ehemmiyetin arttırılması ve Ar-Ge altyapısının yaygınlaşması, Türkiye'nin bu açığı kapatması konusunda öncelikli hususlardır (TİM, 2020).

Avrupa Birliği'nin Türkiye'nin imalat sanayisinin geliştirilmesine 2 açıdan önemli katkısı vardır. Bunların ilki ticari ilişkiler ikincisi ise doğrudan yabancı yatırımların (DYY) yapılmasıdır. Türkiye'de net DYY'ları 2011'de 15,9 milyar $ olarak gerçekleşmiştir. Gelen yatırımların %71'i AB, %13'ü Asya ve %9'u Amerika kıtasındaki ülkelerinden gelmektedir. 2002-2019 döneminde ise yurt dışındaki yerleşiklerin yurt içine yaptıkları yaklaşık 157,9 milyar $'lık doğrudan yatırım Hollanda, ABD, İngiltere, Avusturya ve Almanya'dan gelmiş ve ülkelerin bu yatırım içindeki payları sırasıyla, %15,8, %7,6, %6,9, %6,7, %6,2 olmuştur. Bu yatırımların sektörlere dağılımı incelendiğinde, %61,9'unun hizmetler, %37,7'lik payının sanayi ve %0,4'ünün tarım sektöründe gerçekleştiği belirlenmiştir. Giden

doğrudan yatırımların (GDY) 2002-2019 döneminde sektörlere göre dağılımı incelendiğinde, yaklaşık 45,9 milyar $'lık yatırımın %54,2'sinin sanayi, %45,4'ünün hizmetler ve %0,4'ünün tarım sektöründe gerçekleştiği görülmüştür. 2019 yılında yurt dışında bulunan yerleşiklerin Türkiye'ye yaptıkları 409 milyon $'lık sermaye yatırımının %86'lık payı Avrupa ülkelerinden gelmiştir. Ayrıca söz konusu dönemde yurt içindeki yerleşiklerin, yurt dışında yaptıkları yaklaşık 45,9 milyar $'lık doğrudan yatırımın %29,5'i Hollanda'ya, %14,3'ü Azerbaycan'a ve %13'ü ABD'ye gitmiştir (TEPAV, 2019).

Son zamanlarda gelişmekte olan ülkeler, küresel DYY'den daha fazla faydalanmak için önem oluşturan çeşitli politika araçlarını yürütüme koymuşlardır. Birçok ülke orta ve uzun vadeli ekonomik gayelerine ulaşmak için önemli olan yatırımlarını artırarak ve ülkelerinde faaliyet gösteren Çok Uluslu Şirketler (ÇUŞ)'in faaliyetlerini durdurarak operasyonlarını farklı ülkelerde yürütmemeleri için tedbirler almıştır. Bir başka önlem ise gelişmiş ülkelerde mali sıkıntılar içinde bulunan ve fırsat vadeden firmaların satın alınması yoluyla önemli teknoloji ve markaların transfer edilmesiyle olmuştur (TEPAV, 2019).

Çizelge 3. İmalat Sanayisi İşletmeleri

İşçi Sayısı	2015	2016	2017	2018	2019	**2019 (%)**
0	9.406	10.249	9.411	10.961	11.913	2,64
1-9	348.736	361.146	366.460	378.881	388.07	86,13
10-49	42.278	41.392	41.208	40.884	38.747	8,59
50-249	9.571	9.392	9.566	9.820	9.791	2,17
250+	1.828	1.892	1.980	2.055	2.057	0,46
Toplam	**411.819**	**424.071**	**428.625**	442.601	450.815	100,00

Kaynak: TÜİK, 2021.

Çizelge 3'te görüldüğü gibi 2015-2019 yıllarında imalat işletmeleri büyüklükleri açısından mikro, küçük, orta, KOBİ ve büyük işletmeler olarak sınıflandırılmıştır. Bu işletmelerin yaklaşık %90'ı 0-9 çalışanı olan işletmelerdir. 2015-2019 yıllarında işletme sayısı bu işletmelerde %9,47 artmıştır. 2019 yılı işletme sayısı 450.815 olup, bu işletmelerin %2,64'ü çalışanı olmayan, %86,13'ü 1-9 çalışanı, %8,59'u 10-49 birey çalışanı, %2,17'si 50-249 çalışanı ve %0,46'sı ise 250 ve üzerinde çalışanı vardır.

Sektörlere Göre GSYH ve Girişimcilik Sayıları

Çizelge 4'te Türkiye'nin 2018 ve 2019 yılı GSYH'nın sektörlere göre yüzdesel dağılımı verilmiştir.

Çizelge 4. Türkiye'nin GSYH'nın Sektörlere Göre Oransal Dağılımı (%)

Sektörler	2018	2019
1. Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık	5,8	6,4
2. Sanayi	21,3	21,1
a. Madencilik ve taş ocakçılığı sanayisi,	1,0	1,1
b. İmalat sanayisi,	19,0	18,3
c. Elektrik, gaz ve buhar sanayisi	1,3	1,7
3. İnşaat	7,1	5,4
4. Hizmetler	55,4	57,2
a. Su temini; kanalizasyon, atık yönetimi ve iyileştirme faaliyetleri	0,9	0,8
b. Toptan ve perakende ticaret; motorlu kara taşıtlarının ve motosikletlerin onarımı	12,2	12,4
c. Ulaştırma ve depolama	8,4	8,6
d. Konaklama ve yiyecek hizmeti faaliyetleri	3,1	3,4
e. Bilgi ve iletişim	2,5	2,6
f. Finans ve sigorta faaliyetleri	3,0	3,2
g. Gayrimenkul faaliyetleri	6,7	6,5
h. Mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler	2,2	2,3
i. İdari ve destek hizmet faaliyetleri	3,0	3,0
j. Kamu yönetimi ve savunma; zorunlu sosyal güvenlik	4,8	5,3
k. Eğitim	4,2	4,4
l. İnsan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri	2,4	2,6
m. Kültür, sanat eğlence, dinlence ve spor	0,9	1,1
n. Diğer hizmet faaliyetleri	1,1	1,0
A. Sektörler Toplamı (1+2+3+4)	89,6	90,1
B. Net Vergi (Vergi-Sübvansiyonlar)	10,4	9,9
GSYH (A+B)	100,0	100,0

Kaynak: TÜİK, 2020.

Çizelge 4'te görüldüğü gibi sektörler itibariyle GSYH'nın dağılımında inşaat sektörü de dikkate alınarak 4 ana sektör ve alt dallara göre yüzdesel oranlar verilmiştir. 2019 yılında GSYH'nın %6,4'ü tarım, ormancılık ve balıkçılık, %21,1'i sanayi, %5,4'ü inşaat ve %57,2'si ise hizmetler sektörlerinden elde edilmiştir. Sanayi üç başlıkta ele alındığında kendi içerisinde en büyük oransal payı %86,7 ile imalat sanayi almakta, %8,1'ini elektrik, gaz ve buhar sanayisi ve %5,2'sini madencilik ve taş ocakçılığı sanayisi oluşturmaktadır. Hizmetler sektöründe ise kendi içerisinde en büyük payı %21,7 ile toptan ve perakende ticaret yer alırken bunu %15,0 ile ulaştırma ve depolama, %11,4 ile gayrimenkul faaliyetleri ve %9,3 ile kamu yönetimi ve savunma takip etmektedir.

Çizelge 5. Ana Sektörlerde Girişimcilik Sayıları (1.000 İşletme)

Ana Sektörler	2015	2016	2017	2018	2019	2019 (%)
1. Tarım, Orman ve Balıkçılık İşletmeleri	27,8	28,5	28,7	32,8	33,9	0,86
2. Sanayi İşletmeleri	425,5	438,9	441,6	456,2	464,3	11,74
Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sanayisi İşletmeleri	5,9	6,1	6,1	6,5	6,5	0,16
İmalat Sanayisi İşletmeleri	411,8	424,1	428,6	442,6	450,8	11,40
Elektrik, Gaz ve Buhar Sanayisi İşletmeleri	7,8	8,7	6,9	7,1	7,0	0,18
3. İnşaat İşletmeleri	239,9	260,1	269,7	281,5	273,8	6,92
4. Hizmet İşletmeleri	2805,4	2881	2955,9	3075,5	3182,7	80,48
Toplam	3.498,6	3.608,5	3.695,9	3.846,0	3.954,7	100,00

Kaynak: TÜİK, 2021.

Çizelge 5'te 2015-2019 yılları arasında ana sektörlerde girişimci sayıları verilmiştir. 2015 yılında toplam girişimci sayısı 3.498.586 iken bu sayı 2019 yılında 3.954.698'e yükselerek %13 oranında artmıştır. 2019 yılında hizmetler sektörü %80,48 ile en yüksek payı alırken, %11,74 ile sanayi işletmeleri, %6,92 ile inşaat işletmeleri ve %0,86 ile tarım, orman ve balıkçılık işletmeleri onu takip etmiştir. Hizmetler sektöründe Toptan ve Perakende Ticaret; Motorlu Kara Taşıtlarının ve Motosikletlerin Onarımı İşletmeleri %41,68'le en büyük paya sahiptir. Sanayi işletmelere 3'e ayrılmakta olup, İmalat sanayisi işletmeleri %97,10'luk paya sahip iken, elektrik, gaz ve buhar sanayisi %1,53 ve madencilik ve taş ocakçılığı sanayisi işletmeleri, %1,36'lık paya sahiptir.

Tarıma Dayalı Sanayi

Tarıma dayalı sanayi imalat sanayinin alt dalı olup, tarımsal ürünleri hammadde olarak ele alıp, bir takım teknolojik işlemlerden geçirerek nicelik ve nitelik olarak iyileştiren ve katma değerini yükseltmektedir. Tarıma dayalı sanayinin ham maddesini tarım ve hayvansal ürünler oluşturmaktadır. Tarıma dayalı sanayi işletmeleri tarım ve hayvansal ürünlerin yoğun olarak yetiştirildiği merkezlerde kurulmaktadır.

ISIC, tüm ekonomik faaliyetlerin uluslararası standartlarda sınıflandırılmasıdır. ISIC kategorileri, istatistiksel birimlerde tanımlanan etkinliklerin alışılagelmiş kombinasyonuna göre tanımlanmakta ve bu sınıflara dâhil edilen faaliyetlerin göreceli önemini göz önünde bulundurmaktadır. İlk ISIC 1948'de başlayan sınıflandırma, en son sürüm olan ISIC Rev.4, 2006 yılından beri kullanılmakta olup, üretilen ürünlerin girdi, çıktı kullanımı gibi kriterleri kullanmaya devam ederek, ISIC sınıflamasında 21 ana sektörü sınıflandırmaktadır (UNSTAT, 2021). Sanayinin alt sektörler itibariyle oluşumu ayrı 3 ana sektör olarak verilmektedir. TÜİK (2021)'de bu

sınıflandırmayı kullanarak İmalat Sanayisini 24 alt sektörden oluşturmakta olup, 8 tanesi tarımla ilgilidir. Bu 8 alt dal şunlardır.

1) Gıda ürünleri imalatı,

2) İçecek imalatı,

3) Tütün ürünleri imalatı,

4) Tekstil ürünleri imalatı,

5) Giyim eşyaları imalatı,

6) Deri ve ilgili ürünlerin imalatı,

7) Ağaç saz saman ve bazı malzemelerden örülerek yapılan eşyaların imalatı ve

8) Kağıt ve kağıt ürünleri imalatıdır.

Çizelge 6. Tarıma Dayalı Sanayi İmalatı Girişimcilik Sayıları (1.000 İşletme)

Tarıma Dayalı Sanayi	2015	2016	2017	2018	2019	2019 (%)
Gıda Ürünleri İmalatı	49,89	52,33	54,43	56,81	59,58	28,68
İçecek İmalatı	0,65	0,67	0,69	0,75	0,78	0,38
Tütün Ürünleri İmalatı	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,02
Tekstil Ürünleri İmalatı	24,53	24,87	25,24	26,14	26,46	12,74
Giyim Eşyaları İmalatı	64,63	65,17	64,00	65,94	67,45	32,47
Deri ve İlgili Ürünlerin İmalatı	9,92	10,15	10,11	10,39	10,75	5,17
Ağaç Saz Saman ve Bazı Malzemelerden Örülerek Yapılan Eşyaların İmalatı	25,63	25,88	25,98	26,00	25,62	12,33
Kağıt ve Kağıt Ürünleri İmalatı	15,89	16,48	16,28	16,79	17,06	8,21
Tarıma Dayalı Sanayi Toplamı	191,16	195,57	196,75	202,86	207,75	100,00

Kaynak: TÜİK, 2021.

Çizelge 6'da 2015-2019 yılları arasında tarıma dayalı sanayinin alt dallarının girişimci sayıları verilmiştir. Tarıma dayalı sanayide 2015-2019 yıllar itibariyle 190-210 bin işletme sayısı mevcut olup, 2015 yılına göre 2019 yılında %8,9 artış yaşanmıştır. 2019 yılı itibariyle tarıma dayalı sanayi işletmelerinin %32,47'sini giyim eşyaları imalatı, %28,68'ini gıda ürünleri imalatı, %12,74'ünü tekstil ürünleri imalatı, %12,33'ünü ağaç saz saman ve bazı malzemelerden örülmesiyle hazırlanan eşyaların imalatı, %8,21'ini kâğıt ve kâğıt ürünleri imalatı, %5,17'sini deri ve türevi ürünlerin imalatı, %0,38'ini içecek imalatı ve %0,02'sini ise tütün ürünleri imalatı oluşturmaktadır. 2019 yılında 464,300 sanayi işletmesinin %97,10'u

imalat işletmesi iken, yaklaşık 450.800 imalat işletmesinin %46,0'ı tarıma dayalı sanayi işletmesidir.

Çizelge 7. *Bazı Sektörlerde Ücretli Çalışan Sayıları (1.000.000 Çalışan)*

Yıllar	**Sektörler Toplamı**	**Sanayi**	**İmalat Sanayi**	**Tarıma Dayalı Sanayi**	**Sanayinin Payı (%)**	**İmalat Sanayinin Payı (%)**	**Tarıma Dayalı Sanayinin Payı (%)**
2009	7,42	2,63	2,35	1,08	35,44	89,35	45,96
2010	8,15	2,85	2,55	1,17	34,97	89,47	45,88
2011	9,20	3,15	2,82	1,28	34,24	89,52	45,39
2012	10,16	3,43	3,08	1,42	33,76	89,80	46,10
2013	10,84	3,64	3,27	1,51	33,58	89,84	46,18
2014	11,49	3,84	3,44	1,59	33,42	89,58	46,22
2015	12,02	3,93	3,52	1,59	32,70	89,57	45,17
2016	12,16	3,93	3,53	1,57	32,32	89,82	44,48
2017	12,60	4,04	3,61	1,60	32,06	89,36	44,32
2018	12,60	4,11	3,69	1,65	32,62	89,78	44,72
2019	12,03	4,05	3,65	1,68	33,67	90,12	46,03
2020	12,25	4,25	3,84	1,76	34,69	90,35	45,83

Kaynak: TÜİK, 2021.

Çizelge 7'de 2009-2020 yılları arasında bazı sektörlerde ücretli çalışan sayıları verilmiştir. 2009 yılında tüm sektörlerde ücretli çalışan sayısı 7,42 milyon kişi iken 2020'de 12,25 milyon kişiye, sanayide çalışan ücretli kişilerin sayısı ise 2,63 milyondan 4,25 milyona ve imalat sanayisinde 2,35 milyondan 3,84 milyona tarıma dayalı sanayinde ise 1,08 milyon kişiden 1,76 milyon kişiye yükselmiştir. Toplam ücretli çalışan sayısı dikkate alındığında sanayide çalışanların oranı yaklaşık olarak %35 iken, imalat sanayinde çalışanların sanayi içerisindeki oranı %90 iken imalat sanayisi içerisinde tarıma dayalı sanayinin payı ise yaklaşık olarak %46'dır.

Çizelge 8. *Bazı Sektörlerde İthalat Değerleri (1.000.000.000 $)*

Yıllar	Sektörler Toplamı	Sanayi	İmalat Sanayi	Tarıma Dayalı Sanayi	**Sanayinin Payı (%)**	**İmalat Sanayinin Payı (%)**	**Tarıma Dayalı Sanayinin Payı (%)**
2013	260,82	214,41	206,18	23,71	93,81	84,27	11,50
2014	251,14	206,15	196,78	24,22	93,24	84,04	12,31
2015	213,62	180,99	173,11	20,79	94,11	86,10	12,01
2016	202,19	178,62	170,96	19,85	94,05	89,91	11,61

2017	238,72	205,52	195,87	20,62	93,07	88,16	10,53
2018	231,15	194,21	184,46	19,58	92,36	86,40	10,61
2019	210,35	172,14	162,14	17,97	92,17	83,63	11,08
2020	219,51	189,80	179,81	17,19	92,11	88,93	9,56

Kaynak: TÜİK, 2021.

Çizelge 8'de 2013-2020 yılları arasında tüm sektörler toplamı, sanayi ve alt dallarının ithalat değer ve oranları verilmiştir. Türkiye'de 2013 yılında ithalat 260,82 milyar dolardan 2020 yılında 219,51 milyar dolara gerilerken, yıllar itibariyle de genelde bir azalış varken, 2017 ve 2020 yıllarında artış olmuştur. Sektörler düşünüldüğünde ithalatın yaklaşık %92-94'lük payını sanayi oluşturmaktadır. Sanayi içerisinde ise %83-90'lık payı ile imalat sanayi en büyük paya sahiptir. İmalat sanayinin alt dalları içerisinde yer alan tarıma dayalı sanayi imalat sanayisi ithalatının %10-13'ünü oluşturmaktadır.

Çizelge 9. *Bazı Sektörlerde İhracat Değerleri (1.000.000.000 $)*

Yıllar	**Sektörler Toplamı**	**Sanayi**	**İmalat Sanayi**	**Tarıma Dayalı Sanayi**	**Sanayinin Payı (%)**	**İmalat Sanayinin Payı (%)**	**Tarıma Dayalı Sanayinin Payı (%)**
2013	161,48	155,40	151,48	45,05	96,23	97,48	29,74
2014	166,50	159,99	156,50	48,30	96,09	97,82	30,86
2015	150,98	145,12	142,27	43,65	96,12	98,04	30,68
2016	149,25	143,02	140,35	42,92	95,83	98,13	30,58
2017	164,49	158,28	154,70	44,56	96,22	97,74	28,80
2018	177,17	170,56	167,06	46,26	96,27	97,95	27,69
2019	180,83	174,52	171,22	47,17	96,51	98,11	27,55
2020	169,65	162,98	159,97	46,29	96,07	98,15	28,94

Kaynak: TÜİK, 2021.

Çizelge 9'da 2013-2020 yılları arasında tüm sektörler toplamı, sanayi ve alt dallarının ihracat değer ve oranları verilmiştir. Türkiye'de 2013 yılında ihracat 161,48 milyar dolardan 2020 yılında 169,65 milyar dolara yükselirken, yıllar itibariyle de genelde bir artış varken, 2015, 2016 ve 2020 yıllarında düşüş olmuştur. Sektörler açısından bakıldığında ihracatın yaklaşık %95-97'lik payını sanayi almaktadır. Sanayi içerisinde ise %97-99'luk payı ile imalat sanayi en büyük payı oluşturmaktadır. İmalat sanayinin alt dalları içerisinde yer alan tarıma dayalı sanayi imalat sanayisi ihracatının %27-31'ini oluşturmaktadır.

Çizelge 10. İmalat sanayisi ve onun alt dalı olan tarıma dayalı sanayilerin kapasite kullanım oranları (%)

Sanayiler	2015	2016	2017	2018	2019	2020
İmalat Sanayisi	76,83	77,36	78,48	76,83	75,90	71,87
Gıda ürünleri imalatı	72,44	72,79	73,35	72,95	72,47	71,64
İçecek imalatı	65,06	63,12	66,04	67,53	70,45	58,43
Tütün ürünleri imalatı	75,74	78,29	73,73	74,59	72,79	68,26
Tekstil ürünleri imalatı	77,39	77,71	79,79	79,45	78,65	69,05
Giyim eşyaları imalatı	78,70	78,46	79,37	80,16	83,78	66,99
Deri ve ilgili ürünlerin imalatı	57,56	57,42	58,63	58,75	61,48	55,23
Ağaç saz saman ve bazı malzemelerden örülmesiyle hazırlanan eşyaların imalatı	84,06	83,90	82,71	83,71	74,44	79,83
Kağıt ve kağıt ürünleri imalatı	84,37	85,32	84,65	84,09	82,35	83,52
Tarıma Dayalı Sanayiler (TDS)	2015	2016	2017	77,61	77,41	70,89

Kaynak: TCMB, 2021.

Çizelge 10'da görüldüğü üzere imalat sanayinde kapasite kullanım oranı 2015'te %76,83'ten 2017 yılında %78,48'e yükselirken 2018 yılında %76,83'e, 2019'da %75,90'a ve 2020'de %71,87'ye gerilemiştir. 2015- 2020 yıllarında kağıt ve kağıt ürünleri imalatı kapasite kullanım oranı %82,35-85,32 ile ilk sırada yer alırken, bu TDS dalını ağaç saz saman ve bazı malzemelerden örülerek yapılan eşyaların kapasite kullanım oranı %74,44-84,06, giyim eşyalarında %66,99-83,78 ve tekstil ürünlerinde bu oran %69,05-79,79'dur. Kapasite kullanım oranı en düşük olan TDS ise %55,23-61,48 ile deri ve ilgili ürünlerin imalatı ve %58,43-70,45 ile içecek imalat sanayisidir. İmalat sanayileri 2015-2020 yıllarında %22-29 atıl kapasite ile çalışmaktadır.

Çizelge 11. 2019 Yılı sanayi ve alt dalları enerji kullanımları (1.000 TEP)

Sektörler	Kömür	Petrol	Doğalgaz	Biyoenerji	Elektrik	Diğer	Güneş	Toplam	Oran (%)
Toplam	13.325	40.708	25.772	2.546	21.925	4.467	826	109.570	100,00
Sanayi	8.870	3.249	8.804	868	9.913	2.472	289	34.466	31,46
İmalat Sanayisi	8.868	3.128	8.573	867	9.541	2.459	289	33.725	97,85
Tarıma Dayalı Sanayi	1.555	58	2.394	294	2.697	823	0	7.820	23,19
Gıda ürünleri imalatı	592	17	1.098	47	604	496	0	2.854	36,50
İçecek imalatı	0	2	26	0	45	0	0	73	0,94
Tütün ürünleri imalatı	0	0	20	0	17	0	0	38	0,48

Tekstil ürünleri imalatı	739	9	895	0	1.297	85	0	3.024	38,67
Giyim eşyaları imalatı	83	17	103	0	206	0	0	408	5,22
Deri ve türevi ürünlerin imalatı	1	0	8	0	42	0	0	51	0,65
Ağaç saz saman ve bazı malzemelerden örülmesiyle hazırlana eşyaların imalatı	17	8	37	245	190	53	0	550	7,03
Kağıt ve kağıt ürünleri imalatı	123	5	208	2	294	189	0	822	10,51

Kaynak: ETKB, 2020. Not: 1 TEP=1 ton petrolün yakılması ile elde edilen enerjidir.

Çizelge 11'de görüldüğü üzere Türkiye'de enerji tüketimi 110 milyon TEP (Ton Eşdeğer Petrol) olup, %37,15 ile petrol, %23,52 ile doğalgaz, %20,00 ile elektrik, %12,16 ile kömür, %4,08 ile diğer enerji kaynakları, %2,32 ile biyoenerji ve %0,76 ile güneş enerjisi en fazla enerjiye dönüştürülen girdilerdir. Toplam enerji tüketiminin %31,46'ısı sanayi sektöründe kullanılmakta olup, %28,76 ile elektrik, %25,74 ile kömür, %25,54 ile doğalgaz, %9,43 ile petrol, %7,17 ile diğer enerji kaynakları, %2,52 ile biyoenerji ve %0,84 ile güneş enerjisi en fazla enerjiye dönüştürülen girdilerdir. Sanayi sektöründe kullanılan enerjinin %97,85'i imalat sanayinde değerlendirilmekte olup, %28,29 ile elektrik, %26,30 ile kömür, %25,42 ile doğalgaz, %9,28 ile petrol, %7,29 ile diğer enerji kaynakları, %2,57 ile biyoenerji ve %0,85 ile güneş enerjisi en fazla enerjiye dönüştürülen girdilerdir. İmalat sanayinde kullanılan enerjinin %23,19'u tarıma dayalı sanayinde kullanılmakta olup, %34,49 ile elektrik, %30,61 ile doğalgaz, %19,88 ile kömür, %10,52 ile diğer enerji kaynakları, %3,76 ile biyoenerji ve %0,74 ile petrol en fazla enerjiye dönüştürülen girdilerdir. Tarıma dayalı sanayi enerji kullanımının %38,67'sini tekstil ürünleri imalatı, %36,50'sini gıda ürünleri imalatı, %10,51'ini kâğıt ve kâğıt ürünleri imalatı, %7,0'ünü ağaç, saz, saman ve bazı malzemelerden örülerek yapılan eşyaların imalatı %5,22'sini giyim eşyaları imalatı, %0,94'ünü içecek imalatı, %0,65'ini deri ve ilgili ürünlerin imalatı ve %0,48 ise tütün ürünleri imalatında kullanılmaktadır. Tarıma dayalı sanayinin alt dallarında genellikle doğalgaz, elektrik ve kömür enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Gıda, tütün sanayinde daha çok doğalgaz içecek, tekstil, giyim eşyaları, deri ve ilgili ürünlerin imalatı ve kâğıt ve kâğıt ürünleri sanayinde elektrik ve ağaç saz saman ve bazı malzemelerden örülerek yapılan eşyaların imalatında ise biyoenerji enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Kaynaklar

Akın, F., 2020. Otomotiv Sektörü İçin Endüstri İçi Ticaretin Varlığı: Grubel-LloydunEit Ölçüm Yöntemine Dayalı 2000-2016 Türkiye Örneği. Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 24(1): 65-80.

Altunakar, Ş.S. 2014. Enerji Ekonomisinin Yapısal Sorunları Ve Nükleer Enerji Örneği. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Denizli.

Aykırı, M., 2018. Enerjide Dışa Bağımlılık ve Sağlıklı Büyüme: Türkiye Örneği, Aydın İktisat Fakültesi Dergisi, 3(2): 50-67.

Çevik, Z. ve Karlıoğlu, H., 2016. Türkiye Muhasebe Standardı. Tarımsal Faaliyetlerin Kanatlı Hayvan Yetiştiriciliği İşletmelerinde Uygulanması. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 12(12): 694-702.

DEK, 2021. Dünya Enerji Konseyi. Türk Milli Komitesi, Türkiye Enerji Denge Tabloları. https://www.dunyaenerji.org.tr/turkiye-enerji-denge-tablolari/ Erişim Tarihi: 30.05.2021.

Erişim Tarihi: 12.05.2021.

Eroğlu, İ., 2019. Türkiye'nin Enerji Portföyü ve Arz Güvenliği: Tehditler ve Fırsatlar. Uluslararası Enerji Ekonomi ve Güvenlik Kongresi Kitabı, 475-485.

ETKB, 2020. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik. Erişim Tarihi: 27.03.2021.

GİB, 1961. Gelir İdare Başkanlığı. Gelir Vergisi 52. Madde Tarımsal Faaliyet Tanımı ht0tps://www.gib.gov.tr/fileadmin/mevzuatek/gerekceler/GVK/cilt_1_193_sayili_kanun.pdf. Erişim Tarihi:12.01.2021.

Islam, K.,Vilaysouk, X. andMurakami, S., 2020. Integrating Remote Sensingand Life CycleAssessmenttoQuantifytheEnvironmentalImpacts of Copper-Silver-Gold Mining: A Case Studyfrom Laos. Resources, ConservationandRecycling, 154: 1-13.

Karacaer Ulusoy, M., 2018. Rakamlarla Türkiye'nin Enerji Görünümü. Köşe Yazısı, https://www.sde.org.tr/merve-karacaer-ulusoy/genel/rakamlarla-turkiyenin-enerji-gorunumu-kose-yazisi-7155. Erişim Tarihi: 30.05.2021.

Koç, E., 2017. Temel Göstergeler Işığında Sanayileşme ve Türkiye, ISBN: 978-9944-0426-0-4, Türk Ocağı Samsun Şubesi Yayınları, Samsun

Koç, E., Şenel, C.M. ve Kaya, K., 2018. Dünyada ve Türkiye'de I-Sanayileşme Strateji ve Temel Sanayileşme Sorunları. Mühendis ve Kimya, 59(690): 1-26.

Korkut, C., 2020. Kapitalist İktisat Sisteminin Dönüşümünün Şafağında İslâm İktisadı. Muhafazakar Düşünce, 16(59): 212-243.

Tazegül, A ve Kahramani. A., 2018. Tekdüzen Muhasebe Sistemi ve TMS-41 Kapsamında Büyükbaş Hayvanların Muhasebe Kayıtlarının Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi. Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9(17): 231-255.

TCMB, 2021. Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Bazı Yıllara Ait İstatistik Verileri. https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?/evds/serieMarket/collapse_21/6007/DataGroup/turkish/bie_kko2/. Erişim Tarihi:22.03.2021.

TEPAV, 2019. Türkiye'ye Gelen ve Türkiye'den Giden Doğrudan Yatırımlardaki Gelişmeler Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı Yayınları. https://www.tepav.org.tr/upload/files/15638640957.Turkiyeye_Gelen_ve_Turkiye_den_Giden_Dogrudan_Yatirimlardaki_Gelismeler Temmuz_2019.pdf. Erişim Tarihi: 12.05.2021.

TİM, 2020. Karşılaştırmalı Üstünlükler Endeksi (RCA) 1000 Raporu, Rekabetçi Ürünler Yeni Pazarlar, Türkiye İhracatçılar Meclisi Yayınları. https://www.tim.org.tr/files/downloads/Strateji_Raporlari/RCA_1000%20Raporu.pdf. Erişim Tarihi: 12.05.2021.

TOBB, 2021. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, Sanayi Kapasite Kriterleri. https://www.tobb.org.tr/SanayiMudurlugu/Documents/KapasiteKriterleri/2%20MadenIsletmeleriKapasiteKriteri.pdf.

Tost, M., Bayer, B., Hitch, M., Lutter, S., Moser, P. AndFeiel, S., 2018. Metal Mining'sEnvironmentalPressures: A ReviewAndUpdatedEstimates on CO2 Emissions, WaterUse, and Land Requirements. Sustainability, 10(8): 1-14.

TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu Sektörler İtibari ile GSYH. (https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-2019-33671). Erişim Tarihi:23.05.2021.

TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu Sanayi Sektörüne Ait İstatistik Verileri. https://tuikweb.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=kategorist. Erişim Tarihi:12.05.2021.

UNSTAT, 2021. International Standard IndustrialClassification of AllEconomicActivities https://unstats.un.org/unsd/classifications/Family/Detail/8. Accessed Date:18.04.2021

Wikipedia, 2021. Özgür Ansiklopedi, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, İsim Değişiklikleri. https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye_Cumhuriyeti_Sanayi_ve_Teknoloji_Bakanl%C4%B1%C4%9F%C4%B1. Erişim Tarihi:23.05.2021.

Ufuk TÜRKER[1]
Uğur YEGÜL[2]
Maksut Barış EMİNOĞLU[13]

1 [1]Doç. Dr. Ufuk TÜRKER, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-7527-7376
2 Dr. Uğur YEGÜL, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, ORCID ID: 0000-0003-2139-4080
3 Dr. Maksut Barış EMİNOĞLU, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye, ORCID ID: 0000-0003-3264-3636

GİRİŞ

Geleneksel tarımda arazilerde yapılan tarımsal operasyonlarda yaygın teknolojiler olarak, traktörler, pulluklar, ekim makinaları, gübreleme makinaları ve biçerdöverleri görmekteyiz (açıklık getirmek için, bu tür ekipmanları "düşük seviyede teknolojiye sahip mekanizasyon" olarak gösterebiliriz). Genel olarak, bu seviyedeki teknoloji, büyük ölçüde makine mühendisliği çözümlerine dayanmaktadır ve çok fazla elektronik, sensör veya yazılım veya diğer ifade ile "zeka" içermemektedir. Tarım şu anda hassas tarımdaki gelişmelerden etkilenerek düşük teknolojili mekanizasyondan daha yüksek teknolojili mekanizasyona geçişi yaşamaktadır. İleri teknoloji düzeyinde mekanizasyon ise, işlemesi gereken nesnelerdeki doğal varyasyon ve makinenin çalıştığı, çalışma ortamı açısından daha esnektir, gerçekleştirilecek görevler açısından daha pratik ve bir görevden diğerine geçebilir özellikte esneklik göstermektedir. Bu performansı elde etmek için, sensörleri ve sensör füzyonu gibi kavramları kullanarak, önemli miktarda yazılım tabanlı "Yapay Zeka" içermekte ve mekanik, elektronik veya "mekatronik" veya robotik karışımına dayanmaktadır. Düşük teknolojili makineleşmenin esas olarak insanın mekanik işlevlerini değiştirdiği veya desteklediği yerlerde, yüksek teknolojili makineleşme, bir operasyonu gerçekleştirmek için algılama, biliş ve kavrayış, karar verme ve etkili göz-el koordinasyonu gibi insan işlevlerini ve yeteneklerini desteklemeyi veya değiştirmeyi amaçlamaktadır. Hassas tarım teknolojilerinde görülen son gelişmeler özellikle bu alanlarda gözlemlenmektedir. Bilgiyi etkili bir şekilde toplamak ve kullanmak için, hassas çiftçiliği düşünen herkesin mevcut modern teknolojik araçlara aşina olması önemlidir. Geniş araç yelpazesi donanım, yazılım ve en iyi yönetim uygulamalarını içerir.

Son yıllarda hassas tarım operasyonlarını düşündüğümüzde, seçici hasat gibi daha karmaşık tarım işlemlerinin gerçekleştirilebildiğini görmekteyiz. Bugün bu alanda gördüğümüz önemli ilerlemeyi desteklemek için sensör teknolojisi, bilgisayar görüntü işleme, uygun maliyetli bilgi işlem gücü ve yapay zeka alanlarında nispeten yakın zamanda kaydedilen ilerlemeler yeni gelişmelerin önünü açmıştır. Örneğin bilgisayarla görüntü işlemeye dayalı hassas yabancı ot mücadelesi için traktörle çekilen bir alet, kısmen otonom bir çözüm oluşturmaktadır. Benzer şekilde, teknolojideki aynı ilerlemeleri temel alan sensörler, tarlalar ve ürünlerdeki değişkenliği gösteren ve çiftçileri hassas tarım paradigması içinde karar verme süreçlerinde destekleyen sistemler revaçtadır. Bu sensör platformları ya küçük mobil robotlar ya da dronlar tarafından taşınabilmektedir.

Teknoloji geliştiriciler ve şirketler bu görüntüleri toplamak, elde edilen verileri analiz etmek ve bu görüntülere dayalı karar desteği sağlamak için hizmetler sunmaktadır. Bu teknolojileri kullanırken, üreticinin, çiftliğin operasyonel yönetiminde hala çok önemli bir rol oynadığını belirtmek-

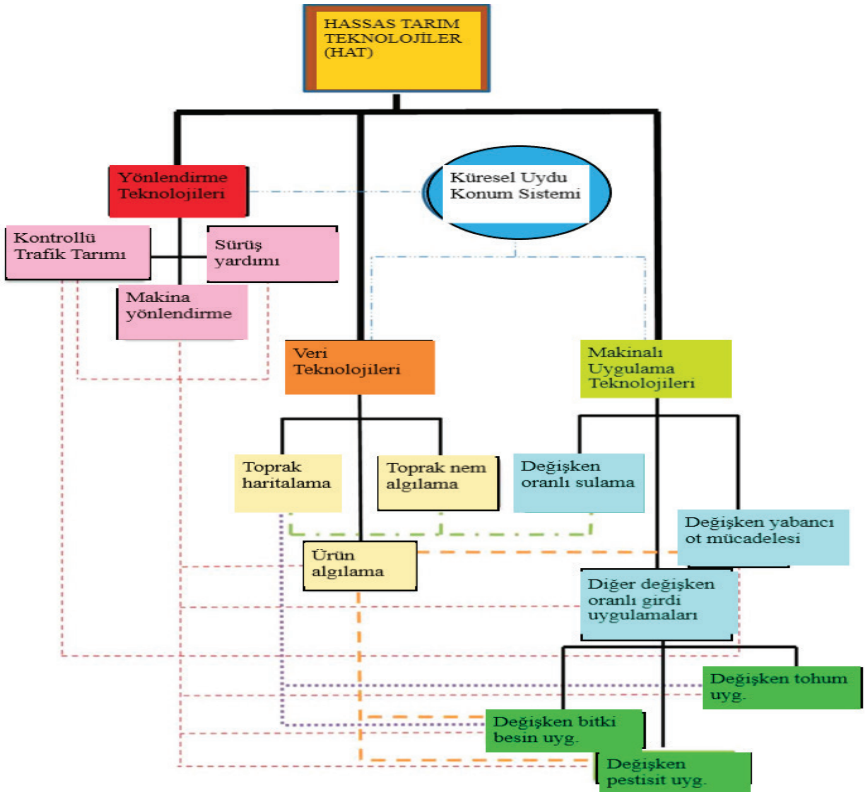
te fayda var. Benzer sensör tabanlı teknolojiler şu anda bitki yetiştirme endüstrisi için küresel ölçekte benimsenmektedir. Bitki türlerinin daha hızlı ve daha tutarlı ve objektif tanımlanması, bu teknolojileri kullanmak için temel itici güç olmuştur.

TEKNOLOJİK GELİŞMELER

Hassas tarımdaki gelişmeler, teknoloji noktasında otomasyon, karar destek sistemleri ve tarım robotları gibi teknolojilerin benimsenmesinde önemli rol oynamaktadır. Nesnelerin İnterneti ve akıllı sensörler, bazı çiftçilere toprak nemi, besin seviyeleri, depodaki ürünün sıcaklığı ve tarım ekipmanlarının durumu gibi değerli bilgiler verebilmektedir. Otonom sürüş ekipmanı, gübreyi otomatik olarak uygulamak ve besin bilgilerini bir çiftçinin mobil bilgisayarına iletmek için uydu görüntülerine bağlantı kurması mümkün hale gelmiştir. Büyük verinin bu şekilde kullanılması, cazip fırsatlar sunarken, verilerin kime ait olduğu sorusu gibi zorluklarda ortaya çıkmaktadır. Genel olarak, teknoloji açısından bakıldığında, tarım yoğun bir dijitalleşmeye hazır hale gelmiştir. Hassas tarımda bu yeni teknolojilerin kullanımı sonucu sağlayacağı potansiyel faydaları ve katma değerleri tekrar hatırlamakta yarar vardır. Yenilikçi bu hassas tarım teknolojilerinin potansiyel faydalar ve katma değerler aşağıda verilmiştir.

- Kimyasallar, gübre, su, yakıt vb. kaynakların kullanımında verimlilik
- Ürünün niceliğini ve kalitesini iyileştirmek
- Aynı miktarda arazide daha yüksek verim
- Çevresel ayak izini azaltmak
- Risklerin azaltılması

Hassas tarımda kullanılan yenilikçi teknolojiler ve kullanım alanlarının geniş sınıflandırması şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Hassas tarımda kullanılan teknolojiler ve uygulama alanları (Balafoutis ve ark.,2017)

Hassas Tarımda Yenilikçi Ana Dijital Teknolojiler

1. Bitki Sağlığı İzleme ve Teknolojileri – İHA platformları, drone ve uydu görüntülerinin analizi yoluyla mahsullerin sağlığını belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu teknolojiler bitki indekslerinden yararlanmakta, yani hesaplamaları yapmak için hem görünen hem de görünmeyen çeşitli ışık dalga boylarında görüntü elde edilen teknolojilerdir. Mobil sistemler üzerinden özellikle tabletler ve cep telefonları aracılığıyla da görüntülerin indirilmesi kolaylaştırılmaktadır. Arazi izciler bir tablet ile tarlalara çıkmakta ve mahsuller hakkında önemli veriler toplamaktadır. Bu verileri analiz edip anlamlandıran ve hizmet sektöründe yer alan bazı platformlar bulunmaktadır. Bu, çiftçilerin topraklarındaki zararlı popülasyonlarını ve yabani ot faaliyetlerini izlemelerine yardımcı olmakta ve çiftçilerin verimi artırmalarına ve daha fazla para kazanmalarına olanak tanımaktadır. Bu teknolojiler, mahsullerin genel sağlığını değerlendirmenize ve mahsul çeşitliliğini tespit etmemize olanak tanımaktadır. Bu alanda özellikle İHA veya drone yerine görüntülerin, 5 gün gibi kısa zaman aralıkları ile 1 metre çözünürlüğe kadar elde edilmesi nedeniyle uydu görüntüleri üzerinden

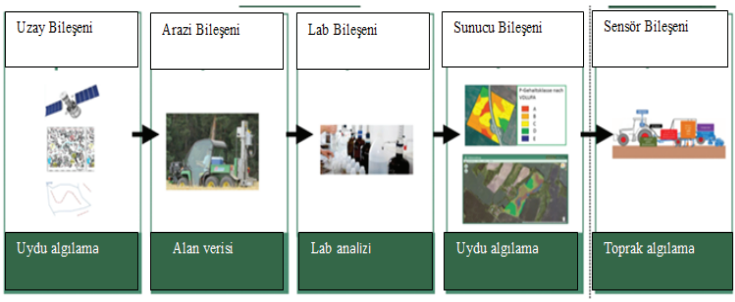
yapılması daha yaygın hale gelmektedir.

2. Verim İzleme ve Tahmin - Verim bilgileri, uydu görüntülerinden ve insansız hava araçlarından veya çiftçinin makinelerine takılan sensörlerden toplanabilir. Bu verim sensörleri, biçerdöverlere veya traktörlere takılabilir ve çiftçilerin ne zaman hasat yapacaklarına, gelecek sezon ve gübrelemeyi planlayacaklarına, tarla değişkenliğini analiz etmelerine ve diğer birçok konuda daha iyi kararlar almalarına olanak tanıyan tahıl verimi, nem seviyeleri gibi önemli parametreler hakkında bilgi toplayabilmektedir. Hassas tarım teknolojik alt yapısı sayesinde veri füzyonu yönünden oldukça zengin fırsatlar sunmaktadır. Bu yeniliklerin başında iklim modelleme yazılımları ile olan entegrasyonu gelmektedir. Bu sayede tohumun genetik katsayısından, toprak koşullarından ve yetişme dönemi boyunca iklimsel parametrelerin elde edilmesi ve DSSAT ve Wofos benzer birçok dinamik model tarafından oldukça isabetli verim tahminleri yapılabilmektedir. Bu sayede en uygun tohum ekiliş tarihleri ve ekim normları, en uygun gübreleme tarihleri ve miktarları ve birçok tarımsal girdi uygulamaları hedef verime bağlı olarak maksimize edilebilmektedir.

3. Hastalıkların, Zararlıların veya Yabancı Otların Tespiti - İnsansız hava araçları hassas tarımda birçok kullanım alanına sahiptir ve hastalıkların, zararlıların ve yabani otların tespiti, dronlardan ve hiperspektral görüntülemeden gelen bir başka değerdir. Hiperspektral kamera, dronlar ve nano uydularda kulanılmaktadır. Bu veriler işlenerek çiftçiler için eyleme geçirilebilir bilgilere dönüştürmek için özel yazılımla sıkı bir şekilde entegre edilmiştir. Yabancı otlarla ilaçlı mücadelede, dronların kullanımı çeşitli nedenlerden dolayı uygulamada yer bulamadan terk edilmektedir. Hem ilaçlama etkinliğinin düşüklüğü, dağılım düzgünlüğündeki bozulmalar ve hem de kapasite sorunları dronların ilaçlamada kullanımının sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Daha önceki yıllarda uçaklarla ilaçlamanın yasaklandığı gibi dronlarla ilaçlamanında bu kapsamda ele alınmasının çevre güvenliği yönünden yararlı olacağı belirtilmektedir.

4. Hava, Sulama ve Toprak Kalitesi - Toprak ve su hakkında bilgi toplamak için yer tabanlı toprak ve bitki sensörleri yeni teknolojiler olarak kullanımı artmaktadır. Toprak için, bu sensörlerin ölçtüğü parametrelerden bazıları tekstür, organik madde, tuzluluk seviyeleri ve besin durumu düzeyleri ortaya konulabilmektedir. Hava istasyonları, çiftçilerin farklı hava modellerinin topraktaki su seviyelerini nasıl etkileyebileceğini görmelerini sağlayan uygun iklim durumu verilerini toplamak için kullanılır. Sulama için birçok farklı teknoloji mevcuttur, ancak çok kullanışlı olanı, çiftçilerin arazilerini manuel veya otomatik olarak kontrol edilebilen pompalar ve vanalar kullanarak sulamalarına olanak tanıyan uygulamalardır. Yeni gelişmeler, uzamsal ve yüksek çözünürlüklü toprak verileri için bir iş modeli ve hizmeti şeklinde ortaya çıkmış (şekil 2) ve bir tarlayı işlerken yerin-

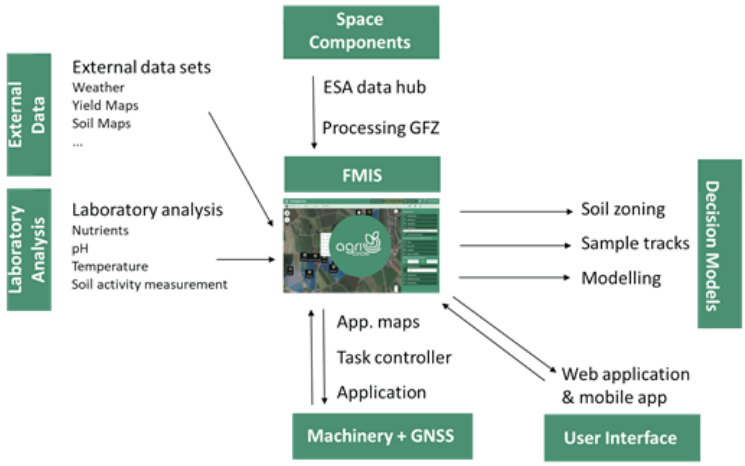
de sensörlerle bu tür verileri elde etmenin yenilikçi teknik yolları ortaya konmaya başlamıştır. Bu tür verilerin uydu ve laboratuvar analizlerinden gelen bilgilerle kombinasyonu, ürün yönetiminde verimi artırmak için kullanılmaya başlanmıştır. Çiftçiler için oluşturulacak hizmet, tarla ile ilgili hassas tarım faaliyetlerini ayarlamak ve iyileştirmek için mekansal olarak çözümlenmiş toprak bilgilerini otomatik olarak çiftlik yönetim sistemine (ÇYS) beslemektedir. Bu yaklaşım, verim veya verim istikrarını artırarak ve ürün yönetiminden kaynaklanan emisyonları azaltarak gerek çiftçiler ve gerekse toplum için değer katmaktadır. Büyük çiftçiler, tarla görevlerini iyileştirmek ve gübre gibi girdilerden tasarruf etmek ve mahsul verimini artırmak için arazi içi yönetim bölgeleri uygulama haritaları oluşturmak için yeni ve daha iyi referanslanmış toprak verilerine ihtiyaç duymaktadırlar. Küçük çiftçiler, toprak örneklemesi söz konusu olduğunda odak noktaları, maliyetten tasarruf etmelerine ve mümkün olduğu kadar maliyet ve zaman açısından uyumlu olmalarına yardımcı olan, yapılması kolay toprak örneklemesidir. Tarımda hizmet sektöründe yer alan firmalar, şirketler, danışmanlar, danışmanlık hizmetlerini iyileştirmek için toprakla ilgili yeni veriler aramaktadırlar. Firmalar toprak besin elementleri ve organik maddeleri, toprak nemini ve çiftçilerin faaliyetlerinin toprak verimliliğini ve genel olarak verimi nasıl etkilediğini daha iyi anlamak ve yorumlamak istemektedirler. Toprak ve bitkiler arasındaki yüksek korelasyonları elde etmek ve bunların etkileşimi göz önüne alındığında, daha iyi toprak verileri ile, verimi ve verimliliği artırmak için gereken eksik halka olarak görmektedirler. Hizmet sektörü, müşterilerine halihazırda mevcut saha uygulamalarına ve hizmet faaliyetlerine dahil olan yeni hizmetler sunmak için sürekli olarak yeni fırsatlar aramaktadırlar. Bunu yapmak için, gerçekleştirilen mevcut saha görevlerinde uygulanacak kullanımı kolay donanımlar geliştirmek istemektedirler. Bu yaklaşım, uydu verileriyle oluşturulan toprak bölgelerini, toprak örnekleme yönetimini, iyileştirilmiş ve genişletilmiş toprak analizini ve uydu verilerine ve bitki özelliklerine dayalı ürün modellemesine yeni iç görüler içermektedir.



Şekil 2. Hassas tarımda yeni gelişmeler, uzamsal ve yüksek çözünürlüklü toprak verileri için bir iş modeli ve hizmeti ortaya çıkarmıştır.

Uydu Yer Gözlem verilerine dayanarak, araziler, benzer özellikler gösteren toprağa sahip bölgelere alt işletme bölgelerine ayrılırlar. Oluşturulan bu toprak alt bölgeleri ve kullanıcılar için otomatik navigasyon hatları ve örnekleme noktaları oluşturma, çiftçinin / danışmanın toprak örneklerinin nereden alınması gerektiğini anlamasına ve toplanan verilerin daha iyi coğrafi referans alınmasına yardımcı olmaktadır. Daha sonra numuneler, ek değerlendirmelerin toprak besin maddelerine yeni bakış açıları vereceği ve böylece yeni veri iç görüleri sunacağı laboratuvarda minimum sayıda analiz edilerek desteklenmektedir. Bu gelişmiş bilgiye sahip olmak, daha iyi bitki modellemesine izin vermekte ve böylece çiftçiyi doğru miktarda besin, bitki koruma, tohum ve hatta toprak işleme gibi bir tarlada gerçekleştirdiği her görevde destekleyen sınıfının en iyisi uygulama haritalarının oluşturulmasına yardımcı olmaktadır.

Servis merkezde merkezi yönetim bilgi sistemi (MYBS yani FMIS) üzerine inşa edilmiştir. MYBS, uzay bileşenlerinin yanı sıra laboratuvar analizi, makine ve çiftçi verilerini içeren harici verileri entegre ederek tüm bunları bir araya getirmektedir. Karar modelleri daha sonra mevcut tüm veri setlerine uygulanarak ve makinelere gönderilen hassas tarım için geliştirilmiş uygulama haritalarının oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Çiftçiler hizmete ve tüm veri setlerine bir web ve mobil arayüz üzerinden erişebilmektedirler (Şekil 3).



Şekil 3. Çiftçilere Hassas Tarımda Hizmet vermek üzere oluşturulmuş teknoloji tabanlı yeni konsept

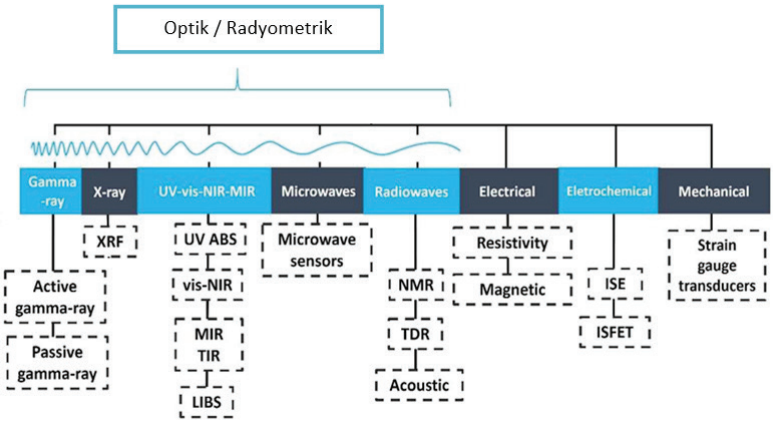
Hassas Tarımda yenilikçi yakın algılama teknolojileri:

Bu sensörlerde prensip, elektronik manyetik algılama teknikleri ile arazilerin taranmasıdır. Toprağın birçok fiziksel ve teknik özellikleri bu sayede belirlenebilmektedir. Bu taramalar sonucunda topraktaki belirli özel-

liklerin haritalaması da yapılabilmektedir. Bu özellikler toprağın sıkışma değerleri, su içeriği, toprak tekstürü, topraktaki organik madde miktarı, vb.

Toprak sensörleri, tasarım konseptlerine göre şu şekilde sınıflandırılabilir: (i) optik / radyometrik, (ii) elektrik / elektromanyetik, (iii) elektrokimyasal ve (iv) mekanik (Adamchuk vd, 2004; Kuang vd,, 2012). Bunlar, toprak kapasitesinin (i) elektromanyetik enerjiyi emme, yansıtma ve / veya yayma; (ii) elektrik yükü biriktirir veya iletir; (iii) iyonları serbest bırakmak; ve (iv) sırasıyla mekanik bozulmalara karşı direnç (Viscarra Rossel & Lobsey, 2016). Şekil 4, toprakların doğrudan analizi için bazı umut verici teknolojileri göstermektedir.

Toprak niteliklerini haritalamak için sensörler ve teknikler geliştirmek için dünya çapında çalışmalar yapılmıştır (Kodaira ve Shibusawa, 2013; Nawar ve diğerleri, 2019). Fosfor yönetimi için vis-NIR spektroskopisinin kullanılması (Mouazen & Kuang, 2016), görünür elektrik iletkenliğinin kullanımı (ECa) gibi toprak özellikleri ile farklı sensör sistemlerinin çıktıları arasındaki yerel ilişkiyi keşfetmek için yenilikçi uygulamalar önerilmiştir.) yerel kireç uygulaması için (Sanches vd, 2018) ve çok değişkenli istatistiksel tekniklerin kullanılması, yönetim bölgelerinin oluşturulması için önemli bir bilgi katmanı sağlar (Viscarra Rossel vd, 2010; Whetton vd, 2018).



Şekil 4. Doğrudan toprak analizi için bazı mevcut teknolojiler (Viscarra Rossel & Lobsey, 2016)

Toprağa Nüfuz Etmeden Kullanılan Sensörler

Optik sensörler

Bu sistemler tarımda henüz kullanım alanı için yeni denemekte olan ve daha çok prototip sistemlerdir. Bu sensörler ışığın farklı dalga boylarını kullanarak uzaktan algılama prensibi ile çalışmaktadırlar (Adamchuk ve Jasa 2002; Yegül, 2021).

Yer altı radarları

Bu yöntemde, bir verici anten yardımı ile yer içine gönderilen yüksek frekanslı radyo dalgalarının yansımasının izlenmesi ile gerçekleşmektedir. Yeraltında, her iki tarafı farklı dielektrik özellikte kayaçlardan oluşan bir ara yüzey varsa, elektromanyetik dalga bu ara yüzeyde yansıma ve iletime uğrayacaktır. Dalga şekli olarak sürekli veya Chirp adı da verilen birkaç nano saniye süreli elektromanyetik imler kullanılır. Kaynak dalgası için seçilen bir merkezi frekansın %50 altı ve üstü aralığındaki frekanslar kullanılır. Örnek olarak 100 Mhz merkez frekanslı kaynakta 50 MHz'den 150 Mhz'e kadar bir aralık kullanılır. Yer radarı (Ground Penetrating Radar, GPR) ilk önce buz kalınlığının ölçülebilmesi için geliştirilmiştir. Normal yer ortamında yapılan çalışmalarda elde edilen verilerin sismik yöntemlerde kullanılan veri işlem teknikleri ile işlenmesi sonucunda 10 ile 20 m gibi araştırma derinliğine ulaşıldığı görülmüştür. Günümüzde ise GPR yöntemi sığ yer araştırmaları gibi çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Yegül, 2021).

Yeni bir elektromanyetik ölçüm sistemi kullanarak tarımsal toprakların verimli bir şekilde haritalanması

Hassas tarım, modern tarımda bitkisel üretiminde en önemli verimlilik faktörlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Ürün yetiştirme döneminde işletme kaynaklarının verimli kullanılması, kaynakların korunması ve tarımsal verimin artırılması için topraktaki farklılıklar ve bir tarla içindeki değişen verim kapasiteleri dikkate alınabilmektedir.

Tarımda tüm başarılarımıza rağmen, varlığımızı 15 cm'lik bir üst toprak tabakasına ve yağmur yağmasına borçluyuz. Bir çiftçinin en değerli malının işlediği toprak olmasına rağmen, çoğu durumda aslında ekilen topraklar hakkında çok az şey bilinmektedir. Tarımsal topraklar, özellikle yoğun endüstriyel ölçekli tarım düşünüldüğünde, erozyon, bozulma, kirlilik ve diğer olumsuz süreçler nedeniyle sürekli tehdit altındadır. Toprakların su ve toprak nemini tutma kabiliyeti, tarımsal potansiyelleri için hayati öneme sahiptir. Toprakların fiziksel özellikleri, türleri ve tekstürü, su içeriği ve toprak tabakasının derinliği hakkında ayrıntılı bilgi, değişken derinliğe sahip etkin ve verimli toprak işlemeye ve ve gübrelerin veya sulamanın hedeflenen akıllı uygulaması için büyük önem taşımaktadır.

Tarımsal toprak haritalaması için geleneksel yüzeye yakın jeofizik araştırma sistemleri, toprak teması gerektiren elektrot diskleri kullanan toprak direnci ölçümlerine, doğal sorunlara ya da metalik olmayan kızaklara monte edilmiş EMI cihazlarıyla gerçekleştirilen elektromanyetik indüksiyon (EMI) ölçümlerine dayanmaktadır tarlalar boyunca araştırma araçlarının birkaç metre gerisinde çekilerek tarama işlemleri gerçekleştirilir.

Her çiftçi, her büyüme mevsimi boyunca tarlaların üzerinden birkaç kez geçerek, toprağı işleyerek ve ürünleri çeşitli işlemlerden geçirebilirler. Bu nedenle, kullanıcı dostu yeni bir ölçüm sistemi olan "Üst Toprak Haritalandırıcısı" (ÜTH) çiftçinin farklı tarım araçları kullanarak tarlaların üzerinden geçerken aynı anda toprak iletkenlik bilgisi ve türetilmiş toprak parametrelerini elde etmesini sağlamaktadır.

Üst Toprak Haritalandırıcısı (ÜTH)

Jeofizik ölçüm sistemlerinin kullanımı, toprak mekaniğini anlamak söz konusu olduğunda, tarımda anahtar unsurlardan biridir. Üst Toprak Haritalandırıcısı (ÜTH) ile çiftçilerimiz ilk kez topraktaki heterojenliği/homojenliği bağımsız olarak kaydedebilir ve toprak tipi, su doygunluğu toprak işleme ve sıkıştırma gibi toprak parametrelerini elektromanyetik indüksiyon temelinde haritalandırabilmektedir (Şekil 5).

Bu toprak parametrelerini değişken makine kontrolü için harita tabanlı ya da toprak işleme makinası ile gerçek zamanlı olarak kullanmak da mümkündür. Sensörün kendisi son derece esnek, tamamen iletken olmayan malzemeden yapılmıştır, her iş operasyon öncesi kullanılabilir ve yer verilerini bağımsız olarak kaydedebilir. Herhangi bir çekici araca monte edilen ÜTH, hava ve bitki örtüsünden bağımsız olarak kullanılabilmektedir.

ÜTH'nin ölçüm prensibi, yaklaşık 1,1 m derinliğe kadar dikey bir profil boyunca iletkenlik bilgisi elde etmek için çok sarmallı bir dizi bobin kullanan elektromanyetik indüksiyon tekniğidir. Hassas tarımda kullanılan geleneksel EMI sistemlerinde olduğu gibi, traktörün birkaç metre arkasına çekilmek yerine, yeni cihaz bir traktörün ön askı tertibatına uygun bir şekilde monte edilebilir ve sürücü kabinindeki bir terminalden çalıştırılır. Mevcut EMI sistemlerine kıyasla önemli bir gelişme, mekanik bir koruma mekanizmasının sensör muhafazasına entegrasyonu yoluyla sistemin traktörden kaynaklanan sinyal bozulmasıyla (noise) başa çıkabilmektedir. Traktöre bağlı kalan yüksek frekanslı elektromanyetik sinyal bozulmalar (gürültüler), veri toplama yazılımı tarafından anında filtrelenir, verileri ve konumlandırma bilgilerini sağlamlaştırılmış küçük bir bilgisayarda kaydeder. Bu sistemin temel amacı, arazi sahibi veya çiftçiye, tarımsal alanlar boyunca elektriksel toprak iletkenliğinin verimli bir şekilde haritalanmasına izin vermektir. Ölçümlerin temel amacı, kısa dalga boyu değişimlerini ortadan kaldırırken, toprak yapısının uzun dalga boyu değişkenliği hakkında detaylı bilgi elde etmektir. Tarımsal katmanın derinliğinin veya üst toprak kalınlığının hesaplanması, tüm bobin sargı konfigürasyonları için kümülatif yanıt fonksiyonunun tersine çevrilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Sonuçta ortaya çıkan ters çevrilmiş toprak iletkenliği modelleri, tarımla ilgili toprak parametrelerinin dikey dağılımını gösterir ve farklı toprak altı

özelliklerini tanımlama şansını artırır. Bu bilgiyi sığ alt yüzeyde gerçek zamanlı olarak tarladan geçerken sağlamak, çiftçinin örneğin toprak işleme derinliğini değişken şekilde ayarlamasına veya elde edilen bilgilere göre diğer tarım alet ve makinelerini kontrol etmesine izin vererek toprak işlemesini hem ekolojik olarak ve ekonomik olarak daha verimli hale getirebilmektedir.

Sensörlü Üst Toprak Haritalandırıcısı uygulamaları çeşitlidir. ÜTH sistemini ve türetilmiş veri örneklerini inceleyecek olursak 4 farklı şekilde kullanım modu karşımıza çıkmaktadır. Bunlar sırasıyla aşağıda açıklanmıştır;

Şekil 5. Üst toprak haritalandırıcısı

Toprağın temassız analizi

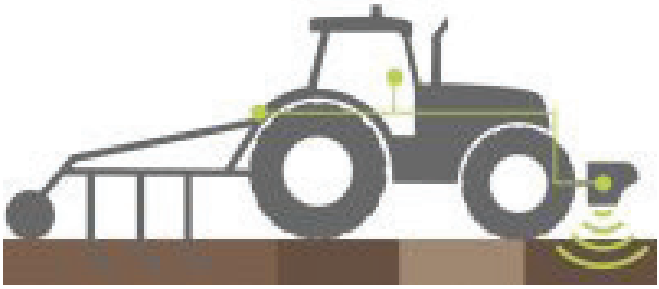
Toprağın görünen iletkenliği (ECa), ve varyasyonu çeşitli parametrelere bağlı olarak su içeriği, toprak tekstürü, sıkışma gibi verileri elde etmemizi sağlamaktadır. Bu amaçla ÜTH olarak traktörün önüne toprağın iletkenliğini ölçen bir sensör yerleştirilmiştir. Sistemin temel modunda, temassız, otonom iletkenlik ölçümleri gerçekleştirilebilir. Gerçek zamanlı olarak ölçülen toprağın görünen elektriksel iletkenliği, yürütülen işin gerçek zamanlı olarak uyarlanmasına izin veren toprak parametrelerine (belirli fiziksel özellikler dahil) erişim sağlamaktadır. Bu sayede toprak parametreleri sıkıştırma, toprak türü ve su doygunluğu gibi özelliklerin haritaları, kaydedilen ölçüm verilerinden türetilir. Çiftçi artık bu bilgileri çiftlik yönetim sistemindeki diğer verilerle ilişkilendirmekte ve bundan uygulama haritalarını geliştirebilmektedir. Bu haritalar genellikle çiftçi tarafından tarım makinesinin sahaya özgü kontrolü ve daha fazla tarımsal önlemlerin planlanması için kullanılmaktadır. Bu verilere yönelik olarak ÜHT'nin kullanılmasıyla elde edilen haritalar şekil 7'de verilmiştir.

Bu veriler şunlardır;

- Toprak tekstürü, Toprak sıkışması, Toprak tuzluluğu, Toprak nem içeriği, Toprak derinliği
- Elektriksel iletkenlik verilerinin diğer ilgili verilerle birleştirilmesi (Hava durumu, Topoğrafya, NPK verileri)
- Büyük bir veri havuzu ve makina öğrenimi, hassas yönetim bölgelerinin belirlenmesi
- Çiftçilerin veya tarım uzmanlarının bilinçli kararlarını (Reçete haritaları) desteklemek için ek bilgi tabanı

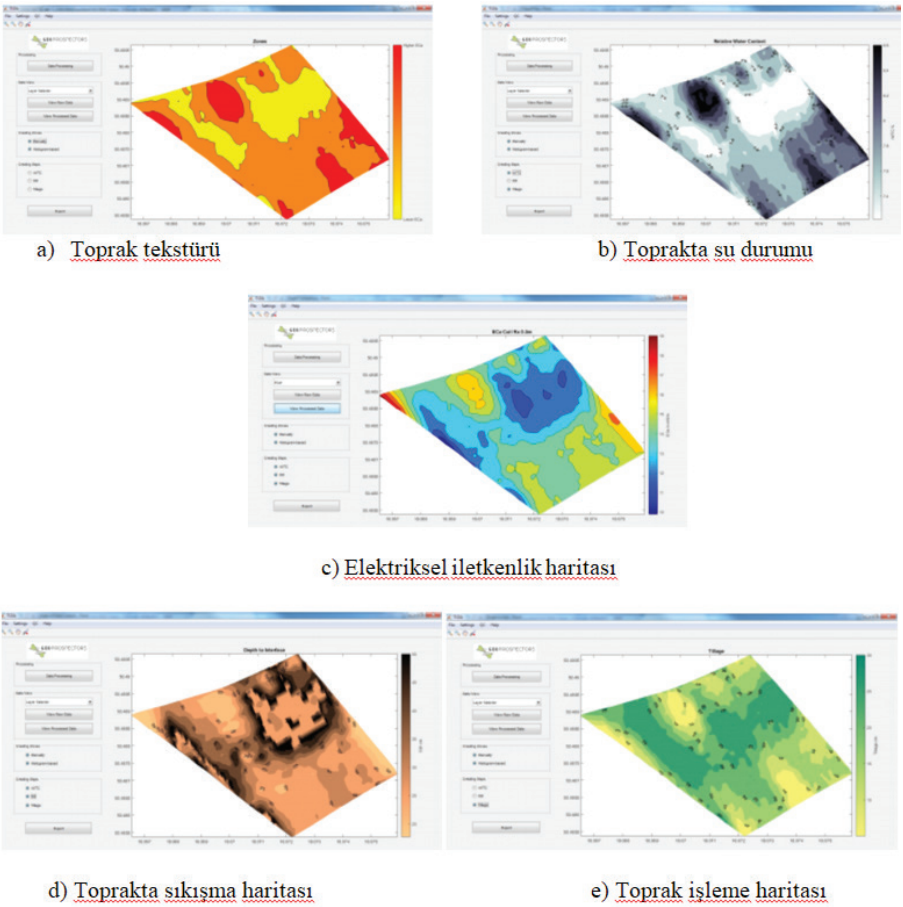
Tarım makinelerinin gerçek zamanlı değişken toprak işleme kontrolü

Temel moddaki kullanıma alternatif olarak, toprak bilgileri PRO modunda ve gerçek zamanlı olarak değişken makine kontrolü için uygun tarım makinesi ile kullanılabilmektedir. Bu şekilde iki süreç (kayıt ve uygulama) tek bir iş adımında birleştirilebilir. ÜTH, bu şekilde kullanılabilen piyasadaki tek toprak sensörüdür. Toprak sensörü gerçek zamanlı değişken derinlikli toprak işleme sağlamaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Gerçek zamanlı toprak işleme kontrolü

Toprak işlemede ÜTH'yi kullanırken, gerçek zamanlı olarak belirlenen toprak parametreleri, optimum yetiştirme derinliğinin hesaplanmasına akar. Bunlar, kontrol parametreleri olarak uygun bir araca aktarılır ve toprak işleme sırasında veri toplamaya paralel olarak uygulanır. Yetiştirme stratejisine bağlı olarak (sığ toprak işleme, derin gevşetme, derinlik çevresi), tarlanın belirli özelliklerini hesaba katmak için terminalde uygun ön ayarlar yapma seçeneği de vardır. Bu sistem toprak işleme makinaları ile beraber kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 8).



Şekil 7. Toprakta ÜHT sensörün kullanılmasıyla oluşturulan haritalar

Şekil 8. Üst Toprak Haritalandırıcısı (ÜTH) ile birlikte kullanılan toprak işleme makinası

Toprak işlemede ÜTH'yi kullanılmasına diğer bir örnekte ISO11783-I-SOBUS (Serial control and communications data network) tabanlı uygulamadır. Bu uygulamada hidrolik silindire takılan bir sensör, kontrol üni-

tesindeki ÜHT tarafından belirlenen hedef değerlerle karşılaştırılan gerçek değerlere bağlı olarak makinanın derinlik ayarını gerçekleştirir. Bu şekilde çalışma derinliği, sürekli olarak gerçek toprak koşullarına göre makinayı kontrol etmektedir (Şekil 9).

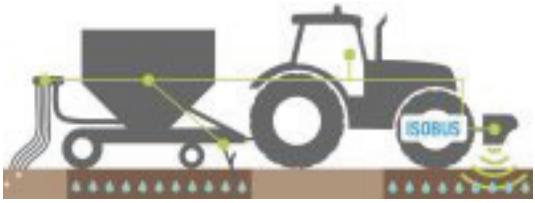
Bir traktörün önüne monte edilebilen cihazın, sıkıştırmayı, toprak türünü, bağıl su içeriğini ve diğer toprak özelliklerini 120 cm derinliğe kadar birden çok derinlikte kaydetmek ve haritalamak için elektrik iletkenliği (veya EC) kullanmaktadır. Yerin üstünden sıkıştırmayı gerçek zamanlı olarak algılayabilen bir toprak sensörü, sıkıştırılmış katmanları hedeflemek için "değişken derinlikli toprak işleme" olarak tanımlanan bir kavramı mümkün kılmaktadır.

Şekil 9. Toprak işleme makinaları ile ISOBUS tabanlı ÜHT uygulaması

Gerçek zamanlı sensör destekli ekim kontrolü

Sensör tabanlı gerçek zamanlı kontrolün kullanılmasıyla değişken tohum uygulaması gibi diğer alanlarda da büyük bir optimizasyon potansiyeli vardır.

ÜHT, ekim makinelerini kontrol etmek için PRO modunda kullanılabilen ilk ISOBUS uyumlu toprak sensörüdür . İlk kez, tohum oranını farklı saha koşullarına (toprak tipi, toprak nemi) gerçek zamanlı olarak uyarlamak artık mümkün hale gelmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Gerçek zamanlı sensör destekli ekim kontrolü

Yüzeyaltı haritalama

Bu teknolojinin daha derin toprak katmanlarında kullanılabilmesi için yeni geliştirilen sistemler yüzey altı haritalama 3 Boyutlu radar teknolojisi ile gerçekleştirilmektedir. Bu teknoloji 8 metreye kadar derinliklerde güvenilir bir haritalama sağlamaktadır. Geleneksel sistemlerle karşılaştırıdığında 1 cm'ye kadar yanal çözünürlük elde edilebilmektedir. EM38 sensörünün okumaları metal cisimlerden etkilediği için metal olmayan malzemeler yardımı ile ya da el ile veri toplanması gereklidir. Toprağa gönderilen sarmal şeklindeki elektromanyetik sinyaller tekrar okunarak toprağın yapısına bağlı olarak elektriksel iletkenlik değerleri bulunur. Okunan bu değerler GPS konum bilgileri alıcısından gelen veriler ile birleştirilerek aynı zamanda birbirine bağlı olan el bilgisayarında kaydedilmektedir. Bu veriler coğrafi bilgi sistemi tabanlı (GIS) yazılımlar yardımı ile elektriksel iletkenlik haritalarına dönüştürülmektedir.

Toprağın elektriksel iletkenliğinin ölçülmesi ile toprakla ilgili birçok veriye ulaşılmaktadır. Bu veriler şunlardır.

Toprak tekstürü

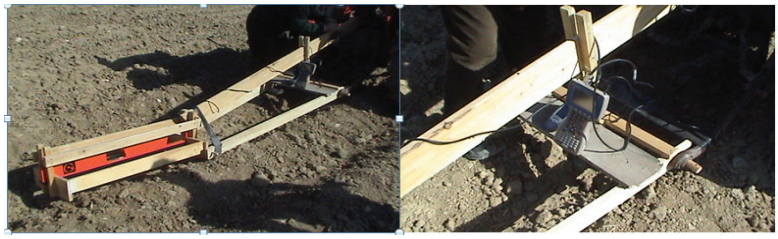
Toprak tuzluluğu

Toprak nem içeriği

Toprak derinliği

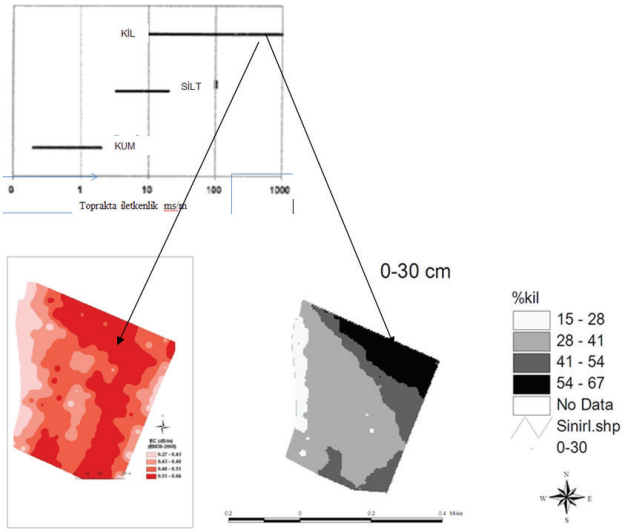
Arazide ECa ölçümünde kullanılan cihazlar pahalı olmasına karşın sağladığı yersel değişkenlik bilgileri nedeniyle son derece verimlidirler. Uygun yazılım ile ECp ve ECa ölçümleri toprak tuzluluğuna (ECe veya ECw) dönüştürülebilmektedir. Kullanılacak algılayıcılar ve yöntemler, tuzluluğu belirlemenin amacına, ele alınacak alanın büyüklüğüne, gerek duyulan ölçüm sıklığı ve sayısına, istenilen doğruluğa ve mevcut ekipman/insan kaynaklarına bağlı olarak belirlenmektedir (Yegül, 2021).

Adana'da yapılan hassas tarım çalışmasında arazide elektriksel iletkenlik ölçümleri ve haritalandırma için kullanılan sistem aşağıda gösterilmiştir. Sistem ahşap çatı üzerine traktörden 2 metre geride çekilecek şekilde oluştutulmuştur. Traktör çatısıyla irtibatlandırılmıştır. Çatıda bir arazi el bilgisayarı ve konum için GPS ünitesiyle birlikte georeferanslı veriler toplanmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Arazide Elektriksel iletkenlik ölçümü için oluşturulmuş sistem

Tarama sonucu elde edilen elektriksel iletkenlik değişim haritası ve toprak kil miktarı değişimlerinin haritası şekil 1 da görülmektedir. Bu iki haritanın benzerliği dikkat çekmektedir. Elektro manyetik sensörün kullanımı ile toprak tekstür özelliklerinin başarıyla haritalanması mümkün olabilmektedir. Ölçümler sonucu elde edilen elektriksel iletkenlik haritası ve topraktaki kil değişimi görülmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. Elektriksel iletkenlik değişim haritası ve topraktaki kil değişimi

Sonuç

Sıkışma nedeni ile bitki köklerinin gelişmesi engellenmekte toprak gözeneklerinin azalması ile toprağın su emme kabiliyeti yok olmakta ve bu da toprakları verimsiz hale getirmektedir. Bu olumsuz koşulları minimuma indirebilmek için bazı çalışmalar yapılmaktadır. Toprağın elektriksel iletkenliği ölçülerek topraktaki sıkışmaya bağlı olarak verim haritaları çıkartılmaktadır. Bu haritalar değerlendirilerek çeşitli uygulamalar yapılmaktadır.

Üst Toprak Haritalandırıcısı, çiftçilerin tüm tarla için tek bir ayar kullanmak yerine traktörleri bir tarladan geçerken değişkenliği hesaba katmalarına olanak tanıyan gerçek zamanlı bir sensör örneğidir. Bir traktörün önüne monte edilebilen cihazın, sıkıştırmayı, toprak türünü, bağıl su içeriğini ve diğer toprak özelliklerini 120 cm derinliğe kadar birden çok derinlikte kaydedebilmekte ve haritalarını oluşturabilmektedir. Bu değerlerden topraktaki farklı yapıları çıkarabiliriz. Farklı derinliklerde sıkıştırmayı bularak ve bu derinlikleri traktörün arkasındaki kültivatöre ileterek bu derinliklerde toprağı optimum şekilde işleyebilmek mümkün hale gelmiştir. Toprak bilgisi, bir ISOBUS bağlantısı aracılığıyla traktördeki yazılıma ve arkasındaki toprak işleme makinesine anında iletilir, kültivatör derinliği sıkıştırılmış tabakayı hedefleyecek şekilde otomatik olarak ayarlanır. "Sıkıştırma yoksa ve toprak işleme gerekmiyorsa, ekipmanı topraktan çıkararak ya da bu aralık içindeyse, yalnızca ihtiyacımız olduğu kadar derine inerer optimum çalışma yapmak olanaklı hale gelmiştir. Bu sayede, litre / hektar / santimetre derinlikte bir yakıt tüketimi kuralı kullanarak, değişken derinlikli toprak işlemeden elde edilen yakıt tasarrufunun önemli ölçülerde yapılması mümkündür.

Toprak işlemeyi sıkıştırma için ayarlamaya ek olarak, bu teknolojiyi toprak özelliklerine göre tohumlamada oranları ayarlamak için kullanabilmek ve verim potansiyelini tahmin etmek için su mevcudiyetini ölçmek, ve diğer ürün yönetimi kararlarını bilgilendirmek için kullanabilmek imkanıda vardır. Makinaya yaılacak gerekli hidrolik modifikasyonlarla birlikte, öne monte edilmiş sensörün traktörler birlikte kullanımı oldukça pratiktir.

Üst toprak haritalayıcısı toprak sensörü, tarım topraklarının haritalanması ve daha iyi anlaşılması için önemli bir araçtır. Teknolojiyi mümkün olan en geniş ölçekte uygulamak, geniş tarım alanlarında kullanmak hem çiftçiler için, hem ziraat mühendisleri için yenilikçi önemli bir ilerleme aracı olacaktır.

Bu teknolojik ölçüm sistemleri ve metodolojisi gerekli tüm genel uygulamalar için pratik ve nispeten düşük maliyetlidir. Toprak örnekleme ve laboratuvar analizlerine dayanan geleneksel ölçüm metotlarından daha ekonomik ve hızlıdır. Bu yöntemler arazide mevcut bulunan özelliklerin belirlenmesinde özellikle GIS teknolojileri ve model çalışmaları ile entegre edildiğinde daha başarılı sonuçlar alınması mümkündür. Gelecek yıllar için dünya gıda ihtiyacını karşılamak ve sürdürülebilir sulama uygulamalarını yürütmek zorunluluğundan dolayı bu gelişen teknolojiler, su ve toprak başarıyla işlenmesinde, sürdürülebilirliğin sağlanması, yönetimi ve kontrolü için sağlam uygulamalar sunmaktadır.

KAYNAKLAR

Adamchuk, V.I., Jasa, P.J. (2002). *On-the-go vehicle-based soil sensors*. University of Nebraska Cooperative Extension EC 02-178.

Adamchuk VI, Hummel JW, Morgan MT, Upadhyaya SK (2004) On-the-go soil sensors for precision agriculture. Computers and electronics in agriculture, 44(1): 71-91.

Balafoutis,A., Bert B,, Fountas,S.,Vangeyte,J.,Soto,I. (2017). Precision Agriculture Technologies for a Sustainable Future: Current Trends and Perspectives *Sustainability* **2017**, *9*(8), 1339.

Kodaira M, Shibusawa S (2013) Using a mobile real-time soil visible-near infrared sensor for high resolution soil property mapping. Geoderma, 199: 64-79.

Kuang B, Mahmood HS, Quraishi MZ, Hoogmoed WB, Mouazen AM, Henten, EJV (2012) Sensing soil properties in the laboratory, *in situ*, and on-line: a review. In: Advances in Agronomy 114, 155-223p. Academic Press.

Mouazen AM, Kuang B (2016) On-line visible and near infrared spectroscopy for in-field phosphorous management. Soil & Tillage Research, 155: 471-477.

Nawar S, Delbecque N, Declercq Y, Smedt P, Finke P, Verdoodt A, Meirvenne MV, Mouazen AM (2019) Can spectral analyses improve measurement of key soil fertility parameters with X-ray fluorescence spectrometry?. Geoderma, 350: 29-39.

Pierpaolia E., Carlia G., Pignattia E., et al., (2013), Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review, Procedia Technology 8 (2013), pp. 61 – 69.

Sanches GM, Magalhães PS, Remacre AZ, Franco HC (2018) Potential of apparent soil electrical conductivity to describe the soil pH and improve lime application in a clayey soil. Soil and Tillage Research, 175: 217-225.

Schieffer, T., Dillon, T., (2013), Precision agriculture and agro-environmental policy, in: Precision agriculture '13, Ed Stafford J.,

Whetton R, Zhao Y, Mouazen AM (2018) Quantifying individual and collective influences of soil properties on crop yield. Soil Research, 56(1): 19-27.

Viscarra Rossel RA, Rizzo R, Demattê JAM, Behrens T (2010) Spatial modeling of a soil fertility index using visible–near-infrared spectra and terrain attributes. Soil Science Society of America Journal, 74(4): 1293-1300.

Viscarra Rossel RA, Bouma J (2016) Soil sensing: A new paradigm for agriculture. Agricultural Systems, 148: 71-74.

Toprak Elektriksel İletkenliği Ölçüm Yöntemleri ve Kullanılan Sensörler. Uğur Yegül[1], M. Barış Eminoğlu[1], Caner Koç[1], **Ufuk Türker[1].** Scientific Developments. GECE AKADEMİ/978-605-78521-20-BOOK SECTION-2019

Talepbour, B., Türker U and Yegül U. 2015. The Role of Precision Agriculture in the promotion of Food Security. International Journal of Agricultural and Food Research-Science target. Vol 4. No.1 pp 1-23. Canada.

Tekeste, M.Z., Grift, T.E. and Raper, R.L. (2002). Acoustic Compaction Layer Detection. *ASAE Paper 02-1089*, St. Joseph, MI.

University of Minnesota. (2001). *Soil Compaction: Causes, Effects, and Control* (WWW document). http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/components/3115s01.html. (accessed 12th November 2006).