

ZİRAAT & ORMAN, SU ÜRÜNLERİNDE ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER

Ekim 2022

Editörler

Doç. Dr. Ali Bolat

Doç. Dr. Vedat Çavuş

İmtiyaz Sahibi / Publisher • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel
Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Gece Kitaplığı
Editörler / Editors • Doç. Dr. Ali BOLAT
Doç. Dr. Vedat Çavuş
Birinci Basım / First Edition • © Ekim 2022
ISBN • 978-625-430-433-0

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin
almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

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

Gece Kitaplığı / Gece Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt. No: 22/A Çankaya / Ankara / TR

Telefon / Phone: +90 312 384 80 40

web: www.gecekitapligi.com

e-mail: gecekitapligi@gmail.com



Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

Ziraat & Orman, Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler

Ekim 2022

Editörler

Doç. Dr. Ali BOLAT

Doç. Dr. Vedat ÇAVUŞ

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

ÇARŞAMBA OVASI BİTKİ ÖRTÜSÜ VE BAŞLICA VEJETASYON TİPLERİ

Sefa Akbulut, Zafer Cemal Özkan1

Bölüm 2

PİYASASI OLMAYAN MALLARIN DEĞERLEMESİNE EKONOMİK AÇIDAN BİR BAKIŞ

Ahmet Semih UZUNDUMLU, Seval KURTOĞLU19

Bölüm 3

YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN MANTAR TÜRLERİNDEN İZOLE EDİLEN BAZI SEKONDER METABOLİTLER VE BUNLARIN TERAPÖTİK ETKİLERİ

Melike Kübra KARABACAK, Funda ATİLA33

Bölüm 4

GÜNÜMÜZDE TARIMSAL ARAŞTIRMA VE YAYINLARDA ETİK İLKELER

Hasan Vural, Veysel Kiremitçi57

Bölüm 5

MASİF KERESTE PANELLER; KAVELALI TABAKALANMIŞ KERESTE, ÇİVİLİ TABAKALANMIŞ KERESTE VE KERESTE-BETON KOMPOZİT

Vedat Çavuş71

Bölüm 6

VHF DENİZ HABERLEŞME KANALLARI İLE İLGİLİ YAPILAN SON DÜZENLEMELERİN KISA MESAFE DENİZ HABERLEŞMESİNDE ORTAYA ÇIKARACAĞI DEĞİŞİKLİKLER

Tayfun Acarer87

Bölüm 7

MİSELYUM KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİ, KULLANIMI VE AVANTAJLARI

Gonca DÜZKALE SÖZBİR113

Bölüm 8

ORMANCILIKTA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN YERİ VE ÖNEMİ

Ufuk COŞGUN, Damla YILDIZ133

Bölüm 9

İKLİM DEĞİŞİMİ İLE TOPRAK ORGANİK MADDESİ VE TOPRAK SAĞLIĞI ARASINDAKİ İLİŞKİLER

İlyas BOLAT, Kamil ÇAKIROĞLU159

Bölüm 10

BİTKİ KAYNAKLI GIDA ALERJİLERİ

Gamze TURKAL, Yusuf DOĞRUER185

Bölüm 11

TÜRKİYE VE BATI AKDENİZ BÖLGESİ ORMAN VARLIĞI, ORMAN YANGINLARI VE ORMAN YANGINLARI EKONOMİSİ

Ahmet TOLUNAY, Mehmet ÖZMIŞ, Türkay TÜRKÖĞLU203

Bölüm 12

FONKSİYONEL BİR GIDA OLARAK KUŞBURNU'NUN (ROSA SPP) FİTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ, İNSAN SAĞLIĞINA FAYDALARI VE GÜNCEL ÇALIŞMALAR

Ersin GÜLSOY223

Bölüm 13

YOLLARIN YABAN HAYATI ÜZERİNE ETKİLERİ; YABAN HAYVANI ARAÇ ÇARPIŞMALARI

Ahmet ARPACIK233

Bölüm 14

ŞEKER PANCARI ÜRETİCİLERİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BİLİNÇLERİ: KONYA İLİ CİHANBEYLİ İLÇESİ ÖRNEĞİ

Murat Yakupoğlu, Bengü Everest255

Bölüm 15

SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM İÇİN KENTLERDE YETİŞTİRİCİLİK
ALTERNATİFLERİ

Sevinç BAŞAY275

Bölüm 16

İZMİR KEKİĞİNDEN (ORİGANUM ONİTES L.) UÇUCU YAĞ
ELDE ETME METODLARINDAN OLAN (GELENEKSEL VE GC -
MS/FID) KARŞILAŞTIRILMASI

Hasan Basri KARAYEL287

Bölüm 17

MAYDANOZ ÜRETİMİ

Turgay Kabay299

Bölüm 18

ATIK MANTAR KOMPOSTUNUN BAHÇE BİTKİLERİ
ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARI

Funda ATİLA317



BÖLÜM 1

ÇARŞAMBA OVASI BİTKİ ÖRTÜSÜ VE BAŞLICA VEJETASYON TİPLERİ

Sefa Akbulut¹, Zafer Cemal Özkan²

1 Assoc. Prof. Dr., ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6540-2965> Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon, Türkiye

2 Prof. Dr., ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9971-6815> Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon, Türkiye

Orta Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Çarşamba Ovası Yeşilirmak'ın yığıldığı alüvyonlar ile oluşmuştur. Doğu-batı doğrultusunda 75 km kıyı boyunca, kuzeyden güneye ise yaklaşık 30 km kadar uzanmaktadır. Ova içerisinde bataklık ve lagünler de bulunmaktadır. Bu lagünler sığ ve yarı tuzludur. Batısında Abdal Çayı, doğusunda ise Terme Çayı bulunmaktadır. Yeşilirmak ve öteki akarsuların yatağındaki değişimler sonucunda oluşmuş Dumanlı Göl, Akarcık Gölü, Akmaz Gölü, Koca Göl, Simentit Gölü ve Akgöl ova içerisinde yer almaktadır. Ovanın güneyindeki yükseltilerde Neojen döneminden kalma, demir bakımından zengin kırmızı ve sarı topraklar görülür. En güneydeki dağlık alanlarda ise üst kretase (Tebeşir) dönemine ait volkanik oluşumlar yer almaktadır. Ova Türkiye'nin en önemli tarım alanı olup başta tütün ve fındık olmak üzere çeşitli sebzeler, mısır, ayçiçeği, soya fasülyesi ile elma ve şeftali gibi meyveler yetiştirilir. Terme yöresindeki geniş otlaklarda ise büyükbaş hayvancılık yapılmaktadır (URL-1, 2022).

Çarşamba Ovası kışları ılık, yaz ayları ise çok sıcak olmayıp tipik Karadeniz nemli ılıman iklim tipi göstermektedir (Akyel, 2019). Ovada yıllık yağış ortalaması 600-700 mm, yıllık sıcaklık ise 15-17 °C'dir.

Bölgede yer alan ormanlar çoğunlukla Orta Karadeniz Bölgesi'nin iklim özellikleri ile şekillenir. Alan Batı Karadeniz ile Doğu Karadeniz iklim kuşağının arasında, geçiş zonunda yer alır. Yeşilirmak vadisinin düşük rakımlı alanlarında *Pinus brutia*, hemen onun üzerinde *Quercus* türleri, daha yüksek rakımlarda ise *Fagus orientalis*, *Pinus sylvestris* ve *P. nigra* türleri baskın türler olarak yer almaktadır. Alan kuzeyde Karadeniz, güneyde Taşova ve Erbaa ile sınır oluşturmaktadır. Alanın kuzey bakılarında denizden 1200 m yükseltilere kadar *Fagus orientalis*, *Castanea sativa* ve *Alnus glutinosa* ormanları, güney bakılarında da *Quercus* ve *Pinus* türlerden oluşan ormanlık alanlarla kaplıdır. Bölgenin kumul alanlarında ise *Fraxinus* ve *Alnus* ait türler yer almaktadır. Bölgenin jeolojik yapısı üçüncü zamanın paleojen serisi olan eosen katında oluşan kalker, kil şisti ve konglomeradan oluşur. Toprak yapısı daha çok orta derin ya da derin balçık, kil ve killi balçık şeklindedir (URL-2, 2022).

Kıyı kumul vejetasyonu denizden uzaklığa, hareketli ya da durağan oluşuna, taban suyu seviyesine, bünyesine, biyotik faktörlere, pH'sına, toprağın tuz ve organik madde miktarına göre farklılaşır. Su farklı vejetasyon tiplerinin oluşumunda ve gelişiminde etkili olup, çevresel değişkenlerle birlikte zonlaşmaya neden olur. Yükseltiye bağlı her zonun florası ve vejetasyonu farklılık gösterir (Ulu Ağır vd., 2014).

İklim, toprak yapısı ve topoğrafik yapı ağaç türü çeşitliliğini ve ormanın sınırlarını etkilemektedir. Bu etkileşim sonucu bölge geneline çeşitli orman zonları oluşmuştur. Bunlar *Palinetum*, *Lauretum*, *Castanetum*,

Fagetum, Abietum ve Alpinetum'dur (Anonim-a, 2006).

Bölge asıl olarak ziraat alanları ile temsil edilmektedir. Bununla birlikte Çarşamba Ovası'nda çeşitli mesafelerde kumul vejetasyonu, dere vejetasyonu, longoz ormanları ve orman vejetasyonu görülmektedir. Longoz ormanlarını oluşturan asli ağaç türleri arasında yer alan dişbudak, akça-ağaç ve karaağaç gibi türler, genelde alüvyon yapıda, humusça zengin, rutubetli ve derin topraklarda iyi gelişim göstermektedir. Bu türler bölgenin önemli vejetasyon tipi olan longoz (subasar orman) ormanlarının da bireyleridir. Ancak longoz orman alanları tarım alanına dönüştürme, yerleşime açma gibi nedenlerle tehdit altında olduğu için bölgede bulunan başta ağaç türleri olmak üzere çalı ve otsu vejetasyon tehdit altındadır (Anonim-b, 2013).

Orman vejetasyonunda yer alan hakim türler ise *Fraxinus angustifolia*, *Acer campestre*, *Carpinus orientalis*, *C. betulus*'tur. Taban suyunun yüzeyde kaldığı dönemlerde bitki çeşitliliğinin diğer dönemlere göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Taban suyunun yüksek olduğu dönemlerde longoz ormanlarının yer aldığı koridorlarda *Fraxinus angustifolia*, *F. excelsior*, *Ulmus glabra*, *Alnus glutinosa*, *Lysimachia vulgaris*, *Rumex crispus* gibi türlere sık rastlanmaktadır. Bu dönemlerde alanadaki dişbudak bireylerinin toprak seviyesine yakın bölümlerinde payanda oluşması, yine bazı dişbudak ve kızılbaş ağaç bireylerinde de havai kök oluşumu söz konusu olabilmektedir. Türkiye'deki diğer longoz ormanlarından farklı olarak *Pterocarya pterocarpa* (Yalankoz) türünün de bölgede var olduğu söylenebilir. Bu tür Çarşamba Ovası'ndaki geniş alanlarda dişbudak, akça-ağaç, gürgen, karaağaç gibi türlerle karışık olarak bulunmasına karşın, alanların tarım alanına dönüşmesi nedeniyle birey sayısı oldukça azalmıştır (Anonim-b, 2013).

Öte yandan ormanlık alanlarda *Hedera helix*, *Humulus lupulus*, *Smilax excelsa* gibi sarılıcı, *Cyclamen coum*, *Galium rivale*, *Glycyrrhiza echinata*, *Helleborus orientalis*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Hypericum perforatum*, *Juncus acutus*, *Leucojum aestivum*, *Ornithogalum sigmoideum*, *Primula acaulis*, *Ranunculus constantinopolitanus*, *Rumex crispus*, *Typha domingensis*, *Viola sieheana*, gibi çok sayıda otsu bitkiler bulunmaktadır (Anonim-b, 2013) (Şekil 1).



Şekil 1. Alanın vejetasyon yapısından ve florasından örnekler

Alanın en karakteristik florasına ait bilgiler, endemik ve nadir durumları, IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources) (2014)'e göre tehlike durumları ve habitat özellikleri, Samsun İli, Çarşamba İlçesi ve çevresinde belirli aralıklarla gerçekleştirilen arazi gözlemlerine ve literatür kaynaklarına dayanılarak hazırlanmıştır (Davis, 1965-1985; Davis, 1988; Ekim vd., 2000; Güner vd., 2000; Aytaş Akçin vd., 2010; Güner, 2012; IUCN, 2014; TÜBİVES, 2021). Çalışma materyalini, **Pteridophyta**, **Gymnospermae** ve **Angiospermae** bitkileri oluşturmaktadır.

Floristik tablo alfabetik sırayla verilmiştir. Araştırma alanında yer alan taksonların familya ve takson isimleri, Türkçe adları, fitocoğrafik bölgeleri, habitatları, endemik/nadir/IUCN kategorileri, CITES koruma durumu ve BERN koruma durumları belirtilmiştir. Taksonlara ait Latince ve Türkçe adlar, fitocoğrafik bölgeleri ve endemizm durumu Bitkilerin Türkçe adlarının belirlenmesinde, güncel Latince adları ile endemik durumlarının ve fitocoğrafik bölgelerinin kontrolünde “**Türkiye Bitkileri Listesi**” kitabından faydalanılmıştır (Güner, 20112). Bitkilerin tehlike kategorilerinin belirlenmesinde IUCN tarafından belirlenen kriterler ve “**Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı**” (Ekim vd., 2000) adlı eser kayna olarak kullanılmıştır.

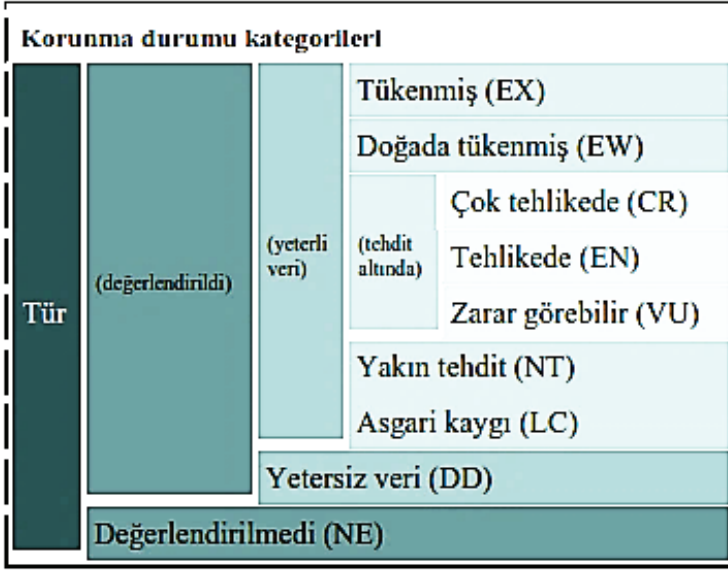
Alana İlişkin Sistematik Bulgular

Yapılan arazi çalışmaları ve literatür taraması sonucunda 58 familyaya ait 168 bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu taksonların biri Pteridophyta, 167 adet ise Magnoliophyta bölümüne aittir. 2 takson Pinophytina (*Gymnospermae*) alt bölümüne, 165 takson ise Magnoliophytina (*Angiospermae*) alt bölümüne aittir. Tespiti yapılan bitki Taksonlarının fitocoğrafik bölgelere dağılımı ise şöyledir: 4 Karadeniz (Euxine) elementi, 1 Avrupa-Sibirya Dağ (Euro-Siberian mt.) elementi, 12 Avrupa-Sibirya

(Euro-Siberian) elementi, 7 İran-Turan (Irano-Turanian) elementi, 10 Akdeniz (Mediterranean) elementi, 4 Doğu Akdeniz (E. Mediterranean) elementi, 1 Hirkanya Karadeniz (Hyrkanian Euxine) elementi şeklindedir. 129 takson ise bilinmeyen ya da birden çok coğrafik bölge elementidir.

Endemik ve Nadir Bitkiler

Dünyadaki tüm bitkilerin endemik ve nadir durumları aşağıdaki di-agramda (Şekil 2) gösterilen yayılış durumlarına ve popülasyon yoğunluklarına göre sınıflandırılarak kategorize edilmektedir.



Şekil 2. IUCN Kırmızı Liste Sınıfları ve Ölçütleri (IUCN, 2014)

Endemik Bitki: Belli bir ülke, bölge ya da yöreye ait, dar ve sınırlı yayılış alanlarına sahip, özel ekolojik koşullarda yetişen bitkilerdir. Alandaki tek endemik bitki *Linaria corifolia* (Tarla nevrüzotu) olup IUCN tehlike kategorilerine göre LC (En Az Endişe Verici) grubunda yer almaktadır.

Nadir Bitki: Endemik olmamakla birlikte genellikle dünyada yalnız komşumuz olan ülkelerden bilinen, ülkemizde de lokal yayılış gösteren bitkilerdir. Nadir bitkiler; komşu ülkelerden de bilinmelerine rağmen popülasyonları gelecekte tehdit altına girebileceği düşünülen taksonlardır. Ancak Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı'ndaki değerlendirmeler çoğunlukla Türkiye'deki yayılış ve popülasyon durumlarına göre yapılmıştır. Bu nedenle mevcut tehlike kategorilerinin IUCN 2001 kriterlerine göre alansal ve rakamsal ölçekte yeniden değerlendirilmesi gereklidir. Bölgeye yakın kumul alanlarda ve subasar ormanlarda tespit edilen nadir bitki tür-

leri *Panocratium maritimum* (Kum zambağı) ve *Leucojum aestivum* (Gölsoğanı)'dur. *Panocratium maritimum* (Kum zambağı) IUCN tehlike kategorilerine göre EN (Tehlikede) grubunda, *Leucojum aestivum* (Gölsoğanı) ise VU (Zarar Görebilir) grubunda yer almaktadır.

BERN ve CITES Kapsamındaki Bitkiler

Alanda ve çevre bölgede yapılan floristik çalışma sonucu hem “Nesli Tehlikede Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme” (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora-CITES)’si EK II listesinde hem de “Avrupa’nın Yaban Hayatı ve Yaşam Ortamlarını Koruma Sözleşmesi’ (BERN) EK I listesinde yer alan tek tür *Cyclamen coum* (Yersomunu)’dur.

Tablo 1. Çarşamba Ovası florası

BOTANİK ADI	TÜRKÇE ADI	ELEMENTİ	HABİTATI	IUCN Kategorileri		CITES	BERN
				Endemik	Nadir		
PTERIDOPHYTA	EĞRELTİ BÖLÜMÜ						
EQUISETACEAE	ATKUYRUĞUGİLLER						
<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.	Deredoruk	-	Su kenarı, ıslak kenarlar	-	-	-	-
MAGNOLIOPHYTA (SPERMATOPHYTA)	TOHURLU BİTKİLER						
PINOPHYTINA (GYMNOSPERMAE)	AÇIK TOHURLULAR						
PINACEAE	ÇAMGİLLER						
<i>Pinus pinea</i> L.	Fıstık çamı	-	Sahil alanları	-	-	-	-
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	Sahil çamı	-	Sahil alanları	-	-	-	-
MAGNOLIOPHYTINA (ANGIOSPERMAE)	KAPALI TOHURLULAR						
ADOXACEAE	MÜRVERGİLLER						
<i>Sambucus ebulus</i> L.	Mürverotu	-	Yaprak döken ormanlar, yol kenarları, kıyılar	-	-	-	-
AMARANTHACEAE	HOROZİBİĞİGİLLER						
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Melezmançar	-	Çorak yerler	-	-	-	-
<i>Chenopodium album</i> subsp. <i>album</i> var. <i>album</i>	Aksirken	-	Kültür arazileri	-	-	-	-
<i>Chenopodium murale</i> L.	Salmanca	-	Yol kenarları, kayalar, deniz kıyıları	-	-	-	-
AMARYLLIDACEAE	NERGİSGİLLER						
<i>Leucojum aestivum</i> L.	Gölsoğanı	-	Islak çayırliklar	-	VU	-	-
<i>Panocratium maritimum</i> L.	Kum zambağı	Akdeniz elementi	Kumlu sahiller, kumullar	-	EN	-	-
APIACEAE	ŞEMSİYEGİLLER						

<i>Eryngium creticum</i> Lam.	Göz dikenini	-	Çalılık düzlükler, nadas tarlalar, çorak yerler	-	-	-	-
<i>Eryngium falcatum</i> F.Delaroche	Çatal boğadikeni	D. Akdeniz elementi	Kayalık yamaçlar, orman açıklıkları	-	-	-	-
<i>Eryngium maritimum</i> L.	Kum boğadikeni	-	Kumsal kumları	-	-	-	-
<i>Torilis leptophylla</i> (L.) Rech.f.	İnce dercikotu	-	Yamaçlar tarlalar, çorak yerler	-	-	-	-
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	Karaheci	-	Çorak ve ekili yerler	-	-	-	-
APOCINACEAE	ZAKKUMGİLLER						
<i>Cionura erecta</i> (L.) Griseb.	Babrik	D. Akdeniz elementi	Kırlar ve nehir yatakları, plajlar	-	-	-	-
<i>Vinca major</i> subsp. <i>hirsuta</i> (Boiss.) Stearn	Pervane çiçeği	Karadeniz elementi	Çalılıklar	-	-	-	-
ARALIACEAE	SARMAŞIKGİLLER						
<i>Hedera helix</i> L.	Sarmaşık	-	Ağaç ve çitler (sarılıcı)	-	-	-	-
ARACEAE	YILANYASTIĞIGİLLER						
<i>Lemna minor</i> L.	Sumercimeği	-	Göller, nehirler, havuzlar, hendekler, kanallar, bataklıklar	-	-	-	-
ASPARAGACEAE	KUŞKONMAZGİLLER						
<i>Ornithogalum sigmoideum</i> Freyn & Sint.	Akyıldız	Avrupa-Sibirya elementi	Ormanlar, çayırliklar, açık taş yamaçlar	-	-	-	-
ASTERACEAE	PAPATYAGİLLER						
<i>Anthemis chia</i> L.	Garga çiçeği	D. Akdeniz elementi	Yol kenarı, denize yakın alanlar	-	-	-	-
<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	Lazyavşanı	-	Dere kenarları, nemli alanlar	-	-	-	-
<i>Bellis perennis</i> L.	Koyungözü	Avrupa-Sibirya elementi	Nemli alan, orman	-	-	-	-
<i>Carduus acicularis</i> Bertol.	Sivrikangal	Akdeniz elementi	Otlu alan, kenar, tarla kenarı	-	-	-	-
<i>Centaurea virgata</i> Lam.	Acı süpürge	İran-Turan elementi	Kurak tepeler, step, kurak boş alan	-	-	-	-
<i>Cichorium pumilum</i> Jacq.	Dünek	D. Akdeniz elementi	Kayalık yamaç, tarla	-	-	-	-
<i>Coryza canadensis</i> (L.) Cronquist	Selviotu	-	Nemli alan, kültür alanları	-	-	-	-
<i>Cota coelopoda</i> (Boiss.) Boiss.	Çiçekçi papatyası	-	Tarla, yol kenarı	-	-	-	-
<i>Cyanus triumfettii</i> (All.) Dostál ex Á.Löve & D.Löve	Deli kapele	-	Quercus çalılığı, kayalık, yamaç, mera	-	-	-	-
<i>Onopordum tauricum</i> Willd.	Atdikeni	Avrupa-Sibirya elementi	Çalılık açıklığı, nadas tarla	-	-	-	-
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Şevketi bostan	Akdeniz elementi	Boş alan, yol kenarı, nadas tarla	-	-	-	-

<i>Sonchus asper</i> subsp. <i>glaucescens</i> (Jord.) Ball	Gevirtlek	-	Orman açıklığı, kumlu alan, ekili tarla	-	-	-	-
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Kuzugevreği	-	Tarla, boş alan	-	-	-	-
<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch.Bip.	Beyaz papatya	-	Duvarlar, boş yerler, dere kıyıları,				
<i>Xanthium strumarium</i> L.	Koca pıtrak	-	Ruderal alanlar	-	-	-	-
BETULACEAE	HUŞGİLLER						
<i>Alnus glutinosa</i> subsp. <i>glutinosa</i>	Kızılağaç	Avrupa-Sibirya elementi	Yaprak dökmen ormanlar, nemli yerler, akarsu kenarı	-	-	-	-
<i>Carpinus betulus</i> L.	Gürgen	-	Yaprak dökmen ormanlar, nemli yerler	-	-	-	-
<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	İstiriç	-	Karışık yaprak dökmen ormanlar	-	-	-	-
<i>Corylus avellana</i> L.	Fındık	-	Kültür bahçeleri	-	-	-	-
BORAGINACEAE	HODANGİLLER						
<i>Anchusa leptophylla</i> Roem. & Schult.	Ballık	-	Kayalık yamaçlar, kumlu bozkır	-	-	-	-
<i>Cynoglossum creticum</i> Mill.	Pisiktetği	-	Kumlu uçurumlar, gölgeli kıyılar, yol kenarları	-	-	-	-
<i>Heliotropium lasiocarpum</i> Fisch. & C.A.Mey.	Bozkır bambulotu	İran-Turan elementi	Kumlu kenarlar, tarlalar	-	-	-	-
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	Kardeşboncuğu	-	Kuru nemli yerler	-	-	-	-
<i>Myosotis lithospermifolia</i> Hornem.	Taş boncukotu	-	Kuru seyrek koruluklar	-	-	-	-
<i>Myosotis refracta</i> Boiss.	Yünlü kuşgözü	-	Kuru nemli yerler	-	-	-	-
BRASSICACEAE	HARDALGİLLER						
<i>Cakile maritima</i> Scop.	Kumteresi	-	Kumlu, çakıllı sahil	-	-	-	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Çobançantası	-	Ekili alan, boş alan	-	-	-	-
<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	Suteresi	-	Dere, gölet	-	-	-	-
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Eşekturpu	-	Nadas tarla, ekili alan, kumlu tarla	-	-	-	-
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Hardal	-	Yol kenarı, boş alan	-	-	-	-
CAMPANULACEAE	ÇANÇİÇEĞİGİLLER						
<i>Campanula stricta</i> L.	Gür çançiçeği	-	Kayalıkta, taşlı yamaçlar	-	-	-	-
CANNABACEAE	KENEVİRGİLLER						
<i>Humulus lupulus</i> L.	Şerbetçiotu	Avrupa-Sibirya elementi	Dere kenarları, çalılık alanlar				
CAPRIFOLIACEAE	HANİMELİGİLLER						

<i>Scabiosa micrantha</i> Desf.	Kavurotu	-	Tepeler, çağılıklar	-	-	-	-
<i>Scabiosa rotata</i> M.Bieb.	Top uyuzotu	İran-Turan elementi	Açık koruluk, nadas tarlalar	-	-	-	-
CARYOPHYLLACEAE	KARANFİLGİLLER						
<i>Cerastium dichotomum</i> L.	Çatal boynuzotu	-	Yamaçlar, bağlar, kültüre alınmış yerler	-	-	-	-
<i>Dianthus orientalis</i> Adams, Weber & Mohr	Yar karanfili	-	Uçurumlar, kaya yamaçları ve çağılıklar	-	-	-	-
<i>Minuartia juniperina</i> (L.) Maire & Petitm.	Hanım Şiltesi	-	Kayalık yerler	-	-	-	-
<i>Silene otites</i> (L.) Wibel	Sinekkıran	-	Tarlalar, kumullar	-	-	-	-
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	Ecibücü	-	Çalılık, yamaçlar, açık yerler	-	-	-	-
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Kuşotu	-	Dere kenarları, nemli yerler	-	-	-	-
CONVOLVULACEAE	SARMAŞIKGİLLER						
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) R.Br.	Kum sarmaşığı	-	Kıyı kumulları	-	-	-	-
<i>Convolvulus holosericeus</i> M.Bieb.	Gündüz sefası	-	Kumlu, aşınmış, şistli killi ve kalkerli tepeler	-	-	-	-
CORNACEAE	KIZILCIKGİLLER						
<i>Cornus sanguinea</i> L.	Kiren	-	Dere kenarları, çalılıklar	-	-	-	-
CYPERACEAE	HASIROTUGİLLER						
<i>Cyperus capitatus</i> Vand.	Şehvetotu	-	Kumlu deniz kıyıları, kumullar	-	-	-	-
EBENACEAE	ABANOZGİLLER						
<i>Diospyros kaki</i> Thunb.	Trabzon hurması	-	Ekilmiş bahçeler ve meyvalıklar	-	-	-	-
<i>Diospyros lotus</i> L.	Hırnik	-	Yol kenarları	-	-	-	-
ELAEAGNACEAE	İĞDEGİLLER						
<i>Elaeagnus rhamnoides</i> (L.) A.Nelson	Çıçırgan	-	Dere kenarları, kıyılar, kumluk	-	-	-	-
EUPHORBACEAE	SÜTLEĞENGİLLER						
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Feribanotu	-	Akarsu kenarları, yıkıntılar, nadas tarlalar	-	-	-	-
<i>Euphorbia paralias</i> L.	Kum sütleğeni	Akdeniz elementi	Kumul sahil, taşlı sahil	-	-	-	-
<i>Euphorbia peplis</i> L.	Kıyı sütleğeni	Akdeniz elementi	Kumul kıyılar, çakıllı plajlar	-	-	-	-
<i>Euphorbia stricta</i> L.	Katı sütleğen	Avrupa-Sibirya elementi	Quercus ormanları, kumtaşı üzerinde	-	-	-	-
<i>Mercurialis annua</i> L.	Parşen	-	Boş alanlar, çam ormanları	-	-	-	-
FABACEAE	BAKLAGİLLER						
<i>Glycyrrhiza echinata</i> L.	Pıtırakmeyan	-	Batak arazi, hendek kenarı	-	-	-	-
<i>Lathyrus laxiflorus</i> subsp. <i>laxiflorus</i> (Desf.) O.Kuntze	Deliburçak	-	Orman, çalılık, gölgeli kıyılar	-	-	-	-

<i>Medicago crassipes</i> (Boiss.) E.Small	Hançer yoncası	İran-Turan elementi	Çam ormanları, bozkır, nadas tarlaları, bağlar	-	-	-	-
<i>Medicago lupulina</i> L.	Bitçikotu	-	Çalılık, çayırılık, tarlalar, çorak yerler	-	-	-	-
<i>Medicago marina</i> L.	Sahil yoncası	-	Kıyı kumulları	-	-	-	-
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	Kokulu yonca	-	Tahrip edilmiş yerler	-	-	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Yalancıakasya	-	Kıyı şeridi, yol kenarı, dere kenarı	-	-	-	-
<i>Spartium junceum</i> L.	Katırtırnağı	Akdeniz elementi	Yamaçlar, çalılıklar	-	-	-	-
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	Üçgül	-	Tarlalar, çorak yerler	-	-	-	-
<i>Trifolium resupinatum</i> L.	Anadoluüçgülü	-	Tarlalar, yol kenarları, çorak yerler	-	-	-	-
<i>Vicia hybrida</i> L.	Melez bakla	-	Çalılık, çimenlik yerler, tarlalar, kumlu kıyılar	-	-	-	-
<i>Trifolium tomentosum</i> L.	Yünlü yonca	-	Çimeli, açık alanlar	-	-	-	-
<i>Vicia peregrina</i> L.	Kavli	-	Meşe çalılığı, kayalık kireçtaşı yamaçları, tahıl ve nadas tarlaları	-	-	-	-
FAGACEAE	KAYINGİLLER						
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	Kayın	Avrupa- Sibirya elementi	Karışık ve yaprak döken ormanlar	-	-	-	-
<i>Quercus cerris</i> L.	Saçlımeşe	Akdeniz elementi	Karışık saf ormanlar	-	-	-	-
<i>Quercus petraea</i> subsp. <i>iberica</i> (Steven ex M.Bieb.) Krassiln.	Ballık meşesi	-	Yaprak döken orman	-	-	-	-
GERANIACEAE	TURNAGAGASIGİLLER						
<i>Erodium acaule</i> (L.) Becherer & Thell.	Leylekgagası	Akdeniz elementi	Kesekler içinde, açık çalılar, çorak yerler	-	-	-	-
<i>Geranium purpureum</i> Vill.	Ebedön		Kayalık veya gölgelik yerler, kıyılar, tarlalar				
HYDROCHARITACEAE	KURBAĞAZEHİRİGİLLER						
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	Kurbağazehiri	-	Arklar, kapalı göl ve nehir kıyıları	-	-	-	-
HYPERICACEAE	KANTARONGİLLER						
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Kantarın	-	Mezofitik bölgelerdeki kuru habitatlar	-	-	-	-
<i>Geranium dissectum</i> L.	Dilimli ıtır	-	Islak yerler, kıyılar, bataklıklar	-	-	-	-
JUGLANDACEAE	CEVİZGİLLER						
<i>Juglans regia</i> L.	Ceviz	-	-	-	-	-	-

<i>Pterocarya pterocarpa</i> (Michx.) Kunth ex I.Iljinsk.	Yalankoz	Hirkanya-Karadeniz elementi	-	-	-	-	-
JUNACEAE	KOFAGİLLER						
<i>Juncus acutus</i> L.	Kofa	-	Kıyı kumulları, tatlı-tuzlu sulu bataklık	-	-	-	-
<i>Juncus littoralis</i> C.A.Mey.	Balıksazı	Akdeniz elementi	Kıyı kumulları ve tuzlu göllerin kıyıları	-	-	-	-
LAMIACEAE	BALLIBABGİLLER						
<i>Clinopodium nepeta</i> (L.) Kuntze	Kedifesleğeni	-	Nemli yerler, su kenarları	-	-	-	-
<i>Melissa officinalis</i> L.	Oğulotu	-	Açık ormanlar, çalı, dere kenarları	-	-	-	-
<i>Salvia nemorosa</i> L.	Gehaşeş	İran-Turan elementi	Nadas tarlaları, yamaç çayırları, çorak yerler	-	-	-	-
<i>Salvia verbenaca</i> L.	Elmakekiği	Akdeniz elementi	Meşe çalılığı, yol ve tarla kenarları	-	-	-	-
<i>Salvia virgata</i> Jacq.	Fatmanaotu	İran-Turan elementi	Çayırlar, nadas tarlaları, yol kenarları	-	-	-	-
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	Kısamahmut	-	Seyrek ormanlar, uçurumlar, yamaçlar	-	-	-	-
<i>Teucrium polium</i> L.	Acıyavşan	-	Meşe çalıları, kumullar, tarla kenarları	-	-	-	-
MALVACEAE	EBEGÜMECİGİLLER						
<i>Alcea apterocarpa</i> (Fenzl) Boiss.	Gülfatma	-	Taşlı yerler, tarlalar	-	-	-	-
<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Çobançöreği	-	Tarlalar, yol kenarları, çorak yerler	-	-	-	-
<i>Malva sylvestris</i> L.	Ebegümeci	-	Çalılar, tarlalar, açık yerler	-	-	-	-
MORACEAE	DUTGİLLER						
<i>Ficus carica</i> L.	İncir	-	Açık alanlar, vadiler	-	-	-	-
OLEACEAE	ZEYTINGİLLER						
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	Sivri dişbudak	-	Islak yerlerde, su basan düzlükler, dere yanında, yaprak döken orman	-	-	-	-
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Dişbudak	-	Saf, karışık orman, dere kenarı, subasar orman	-	-	-	-
OXALIDACEAE	EKŞİYONCAGİLLER						

<i>Oxalis corniculata</i> L.	Sarıkeşyonca	-	Açık yerler	-	-	-	-
PAPAVERACEAE	GELİNCİKGİLLER						
<i>Fumaria officinalis</i> subsp. <i>officinalis</i> L.	Şahtere	-	Ekili alan	-	-	-	-
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Gelincik	-	Tarla, boş yer	-	-	-	-
PHYTOLACCACEAE	ŞEKERCİBOYASIGİLLER						
<i>Phytolacca americana</i> L.	Şekerciboyası	-	Yamaçlar, tarlalar, çalılık	-	-	-	-
PLANTAGINACEAE	SİNİROTUGİLLER						
<i>Linaria corifolia</i> Desf.	Tarla nevrüzotu	İran-Turan elementi	Kayalık, sık sık kalkerli yamaçlar, nadas tarlaları	LC	-	-	-
<i>Plantago major</i> L.	Sinirotu	-	Dere kenarları, otlak alanlar, tarlalar	-	-	-	-
<i>Veronica arvensis</i> L.	Ekin mavişi	Avrupa-Sibirya elementi	Kırlar, yol kenarları, kıyılar	-	-	-	-
<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	Güzelnane	-	Nehir kıyıları, ıslak yerler, nemli çayırliklar	-	-	-	-
PLATANACEAE	ÇINARGİLLER						
<i>Platanus orientalis</i> L.	Çınar	-	Alüveyaonlu topraklar, nehir kenarları	-	-	-	-
POACEAE	BUĞDAYGİLLER						
<i>Alopecurus textilis</i> Boiss.	Saçaklı tilkikuyruğu	-	Taşlı yamaçlar	-	-	-	-
<i>Bromus tectorum</i> L.	Kır bromu	-	Kuru, açık çayırar, kumlu yerler	-	-	-	-
<i>Bromus tomentellus</i> Boiss.	Bozkır bromu	-	Çam ormanları	-	-	-	-
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Köpekdişi	-	Tuzlu göl kenarları, kumlu nehir kıyıları, çakıllar	-	-	-	-
<i>Elymus elongatus</i> (Host) Runemark	Putao tu	-	Tuzlu yerler, çam ormanı kenarı	-	-	-	-
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	Sabankıran	-	Göle yakın bataklıklar, çukurlar, yamaçlar	-	-	-	-
<i>Festuca airoides</i> Lam.	Tül yumağı	Avrupa-Sibirya (mt.) elementi	Taşlık yamaçlar, kayalar	-	-	-	-
<i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>glaucum</i> (Steud.) Tzvelev	Duvar arpası	-	Kumullar, kumlu basık araziler, nadas tarlaları	-	-	-	-
<i>Lolium temulentum</i> L.	Delice çim	-	Mısır tarlaları ve nadas alanları, yol kenarları, kumsallar	-	-	-	-
<i>Lolium perenne</i> L.	Çim	Avrupa-Sibirya elementi	Otlaklar, çayırliklar, kumullar, çöplükler	-	-	-	-

<i>Phleum exaratum</i> Griseb.	Meşe itkuyruğu	-	Açık yerler, çam ormanı, tuzlu basık araziler	-	-	-	-
<i>Stipa capillata</i> L.	İnce kılaç	-	Step, taşlık yamaçlar	-	-	-	-
<i>Stipa hohenackeriana</i> Trin. & Rupr.	İnce sorguçotu	-	Açık step, taşlık yamaçlar	-	-	-	-
POLYGONACEAE	ÇOBANDEĞNEĞİGİLLER						
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	Subiberi	-	Yaş ormanlar, nemli alanlar	-	-	-	-
<i>Polygonum maritimum</i> L.	Sicimlik	-	Kumullar, kumlu kıyıları	-	-	-	-
<i>Rumex crispus</i> L.	Labada	-	Kıyıları, çorak yerler ve bataklıklar	-	-	-	-
<i>Rumex scutatus</i> L.	Ekşimen	-	Yamaçlar, tepe kenarları, tarlalar	-	-	-	-
PRIMULACEAE	ÇUHAÇİÇEĞİGİLLER						
<i>Anagallis arvensis</i> var. <i>arvensis</i> L.	Farekulağı	-	Ekilmiş arazi, nehir kenarı,	-	-	-	-
<i>Cyclamen coum</i> Mill.	Yersomunu	-	Meşe ormanı, çalılıklar	-	-	*Ek II	*EK I
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	Kargaotu	-	Dere kenarları, bataklık arazi	-	-	-	-
<i>Primula acaulis</i> (L.) L.	Çuhaçiçeği	-	Fındık bahçeleri, meşe ormanları, nemli yerler	-	-	-	-
<i>Samolus valerandi</i> L.	Gilotu	-	Kumlu ve tuzcul yerler	-	-	-	-
RANUNCULACEAE	DÜĞÜNÇİÇEĞİGİLLER						
<i>Helleborus orientalis</i> Lam.	Çöpleme	Karadeniz Elementi	Çalılık, orman	-	-	-	-
<i>Ranunculus constantinopolitanus</i> (DC.) d'Urv.	Kâğıthaneçiçeği	-	Nemli yerler, bataklık, çayırılık	-	-	-	-
<i>Ranunculus muricatus</i> L.	Kutsal defne	-	Nemli tarla, çamurlu yol kenarı, hendek içi	-	-	-	-
RHAMNACEAE	CEHRİGİLLER						
<i>Paliurus spina-christi</i> P. Mill.	Karaçalı	-	Boğazlar, nehir vadileri, çorak yerler	-	-	-	-
ROSACEAE	GÜLGİLLER						
<i>Potentilla recta</i> L.	Su parmakotu	-	Çayırlar, meralar, ıslak, gölgeli yerler	-	-	-	-
<i>Potentilla reptans</i> L.	Reşatnotu	-	Dere ve göl kenarları ve yaş gölgeli yerler	-	-	-	-
<i>Prunus laurocerasus</i> L.	Karayemiş	-	Bahçeler, yol kenarları	-	-	-	-
<i>Rosa canina</i> L.	Kuşburnu	-	Kıyıları, çalılık, çitler, ormanlar ve açıklıkları	-	-	-	-
<i>Rubus sanctus</i> Schreb.	Böğürtlen	-	Ormanlar, çayır kenarları, taşlık yamaç	-	-	-	-
RUBIACEAE	KÖKBOYAGİLLER						

<i>Galium rivale</i> (Sibth. & Sm.) Griseb.	Boyluca	Avrupa-Sibirya elementi	Nemli çalılık ve dere kıyıları	-	-	-	-
SALICACEAE	SÖĞÜTGİLLER						
<i>Populus nigra</i> L.	Karakavak	-	Akarsu kıyıları, gül kısımları	-	-	-	-
<i>Salix alba</i> L.	Ak söğüt	-	Göl kenarları, dere ve akarsu kenarları	-	-	-	-
SAPINDACEAE	AKÇAAĞAÇGİLLER						
<i>Acer campestre</i> L.	Ova Akçaağacı	-	Karışık ormanlar ve yaprak döken çalılar	-	-	-	-
SCROPHULARIACEAE	SIRACAOTUGİLLER						
<i>Verbascum gnaphalodes</i> M.Bieb.	Uslu sıgırkuyruğu	Karadeniz elementi	Kıyı kumulları, kumullar, nemli kıyılar	-	-	-	-
<i>Verbascum phlomoides</i> L.	Yünotu	Avrupa-Sibirya elementi	Çorak yerler, yol kenarları, seyrek korular	-	-	-	-
SMILACACEAE	DİKENUCUGİLLER						
<i>Smilax excelsa</i> L.	Dikenucu	Karadeniz elementi	Çalılıklar, ormanlar	-	-	-	-
SOLANACEAE	PATLICANGİLLER						
<i>Datura stramonium</i> L.	Boruçiçeği	-	Tarlalar, çorak yerler, yol kenarları				
<i>Solanum americanum</i> Mill.	İtüzümü	-	Çakıllı yerler, kumullar, nehir kenarları, yol kenarları, ekilmiş yerler				
TAMARICACEAE	ILGINGİLLER						
<i>Tamarix smyrnensis</i> Bunge	İlgün	-	Nehir kıyıları	-	-	-	-
TYPHACEAE	SAZGİLLER						
<i>Spartanium erectum</i> L.	Kındıra	-	Sulak alanlar	-	-	-	-
<i>Typha domingensis</i> Pers.	Şeytanmumu	-	Sazlıklar, göller, nehir kenarı	-	-	-	-
ULMACEAE	KARAAĞAÇGİLLER						
<i>Ulmus glabra</i> Huds.	Dağkaraağacı	Avrupa-Sibirya elementi	Karışık yaprak döken ormanlar	-	-	-	-
<i>Ulmus minor</i> Mill.	Ova karaağacı	-	Nehir ve akarsu kenarındaki çalılıklar	-	-	-	-
URTICACEAE	ISIRANGİLLER						
<i>Parietaria judaica</i> L.	Duvarfesleğeni	-	Duvar dipleri, gölgelik alanlar	-	-	-	-
<i>Urtica dioica</i> L.	Isırgan	-	Ormanlar, gölgeli vadiler, su kenarları	-	-	-	-
VIOLACEAE	MENEKŞEGİLLER						
<i>Viola kitaibeliana</i> Roem. & Schult.	Yabani menekşe	-	Moloz, kıyılar	-	-	-	-
<i>Viola sieheana</i> W.Becker	Çayırmenekşesi	-	Gölge alanlar, su kenarları	-	-	-	-
VITACEAE	ASMAĞİLLER						
<i>Vitis sylvestris</i> C.C.Gmel.	Deliasma	-	Bahçeler, yaprak döken ormanlar	-	-	-	-

ALANA YÖNELİK TEHDİTLER

Biyolojik çeşitlilik pek çok etken tarafından tehdit altındadır. Başta habitat kayıpları, doğal ekosistemin antropojen etkilerle parçalanması, dengelerin bozulması yer almaktadır. Mevcut arazi yapısının yanlış kullanımlarla bozularak istilacı türlerin hakimiyet sağlamasına olanak verilmesi, bu şekilde doğal vejetasyon yapısının riske sokulması, bitkisel kaynaklardan aşırı yararlanma, iklim değişikliği ve kuraklık, çevre kirliliği biyolojik çeşitliliği tehdit eden diğer faktörler olarak ifade edilebilir (Chevalier vd., 1997; Işık vd., 1997). Örneğin habitat parçalanması ve habitat içi parçalılığın artması direkt olarak ekosistem yapısında değişiklik yaratmakta, bu durum habitatların birbirlerinden uzaklaşarak izole olmalarına ve bozulmalarına neden olmaktadır. Parçalanmış ve yapısal dinamiği bozulan habitatlarda da flora ve fauna hareketliliği sınırlanır (Collins, 2005).

Habitat parçalanmalarının biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri habitatların tamamen kaybolması, habitat alanlarının küçülmesi ya da alanların konumsal yalıtımlarının giderek artması şeklinde seyredebilmektedir (Honnay vd., 2004). Bu nedenle parçalanmanın üç bileşeni özellikle önemlidir; bunlar çekirdek alanı, şekli ve orman parçasının izolasyonudur. Bir parçanın çekirdek alanı bozulmamış bir ormandakine benzeyen mikro çevre koşullarına sahiptir. Bazı bitkiler orman içlerindeki bu koşullara ihtiyaç duymakta ve kenarlara karşı hassasiyet göstermektedir. Çünkü parça kenarlarında, değişik organizma grupları üzerinde zıt etkiler yaratan fiziksel ve çevresel koşullarda bir sıra değişimler meydana gelmektedir (Echeverria vd., 2007). Orman kenarlarında; ışık miktarının, hava ve toprak sıcaklığının, topraktaki zirai besin maddelerinin artması ve hava rutubetinin azalması ile karakterize edilen mikroklimanın değişimi orada bulunan bitkilerin popülasyon dinamiğini doğrudan etkiler (Harper vd., 2005). Kenarlarda değişen popülasyon dinamiği ile öncü ağaçların ve sarılıcı bitkilerin biyokütle ve yoğunluklarında bir artış gözlemlenmektedir (Tabanez ve Viana, 2000).

Vejetasyonun kompozisyonu ve yapısı ekosistem değişimlerini izleme için doğal bir göstergedir. Vejetasyon ve onun altında çevresel faktörlerdeki değişim, hakkında bilgi sahibi olduğumuz pek çok türün ekolojik nişinin ve buna bağlı olan diğer organizmaların durumları hakkında bir yol göstericidir. Bu nedenle belirli bir bölgede vejetasyon dinamiklerinin çalışılması ekosistemin diğer değişkenleri hakkında (örneğin; toprak, mikroklima) önemli bilgiler sağlamaktadır (Anonim-c, 2007).

Vejetasyon değişimlerini içeren ana işleyişi anlamak için bir bölgedeki bitki birliklerinin tam ve detaylı olarak belirlenmesi gerekmektedir. Vejetasyon, coğrafi bir bölgenin ya da alanın belirli bir bölümü üzerinde, yaşama koşulları özdeş olan bitkilerin bir arada bulunması olarak ifade

edilebilir (Akman vd., 2001). Bunun için öncelikle o bölgenin ya da alanın florasının tespit edilmesi gerekmektedir. Flora ise bir ülke, bölge ya da belirli bir yöredeki bitkilerin tümü olup, florayı bir araya getiren bitki elementleri arasında karşılıklı floristik bir ilişki olması zorunlu değildir (Anşın, 1983).

Kuraklık tüm ülkede olduğu gibi Çarşamba Ovası'nda da önemli bir sorundur. Yüzey alanı 1900 km² olan Simenit Gölü ve Akgöl'de sulak alan 200 km²'ye kadar düşmüştür. Tarım alanlarının fazla sularını boşaltan kanallarla alüvyon materyal bu göllere dolmaktadır. Uğurlu barajları ile nehrin doğal akışı değişmiştir. Ovanın iç kısımlarında bulunan Kuş Gölü ve Dipsiz Göl ise kurutulmuştur. Yönü değiştirilen Karaboğaz Deresi ise Simenit gölünü yeterince besleyemediği için, gölün küçülerek bölünmesine neden olmuştur.

Kumul alanlardaki yanlış ağaçlandırma çalışmaları, bilinçsiz saz kesimi hem doğal flora yapısı hem de yaban hayatı özellikle kuş faunası üzerine olumsuz etkiler yaratmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akyel, Ö. (2019). *Yeşilirmak Deltasının (Çarşamba Ovası) kumul vejetasyonu: ekolojisi ve çevresel değerlendirilmesi*. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Karabük.
- Anonim-a. (2006). *Samsun il çevre durum raporu*. Samsun Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Samsun.
- Anonim-b. (2013). *2012 yılı Samsun il çevre durum raporu*. T.C. Samsun Valiliği İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü, Samsun.
- Anonim-c. (2007). *Assessment of Ground Vegetation, International co-operative programme on assessment and monitoring of air pollution effects on forests*. United Nations Economic Commission for Europe, Convention of Long-Range Transboundary Air Pollution, Part VIII.
- Anşin, R. (1983). Türkiye'nin flora bölgeleri ve bu bölgelerde yayılan asal vejetasyon tipleri (The floristic regions and the major vegetation types of Turkey), *Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 6(2), 318-339.
- Aytaş Akçin, T., Akçin, A., Kutbay, H.G. (2010). A study on flora of Çakmak Dam and its surroundings (Çarsamba, Samsun/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 3(1), 28-44.
- Chevalier, J., Cracraft, J., Grifo, F., Meime, C. (1997). *Biodiversity science and the human prospect, center for biodiversity and conservation*. American Museum of Natural History.
- Collins, M.G. (2005). *A Passive adaptive management approach for grassland loss and fragmentation on the U.S. Army Garrison Fort Huachuca, Arizona*, PhD Thesis, Arizona State University.
- Davis, P.H. (1965 – 1985). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol I- IX and Supplement*. Edinburg University Press, Edinburg.
- Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K. (1988), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 10*. Edinburg University Press, Edinburg.
- Echeverría, C., Newton, A.C., Lara, A., Benayas, J.M.R., Coomes, D.A. (2007). Impacts of forest fragmentation on species composition and forest structure in the temperate landscape of Southern Chile. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 426-439.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N. (2000), *Türkiye bitkileri kırmızı kitabı (Red data book Of Turkish plants pteridophyta and spermatophyta)*. Ankara: Barışcan Ofset.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 11*. Edinburg University Press, Edinburg.
- Güner, A. (2012). *Türkiye bitkileri listesi (Damarlı bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, İstanbul.

- Harper, K.A., Macdonald, S.E., Burton, P.J., Chen, J., Brososke, K.D., Saunders, S.C., Euskirchen, E.S., Roberts, D., Jaiteh, M.S., Esseen, P. (2005). Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscape. *Conservation Biology*, 19, 768-782.
- Honnay, O., Jacquemyn, H., Bossuyt, B., Hermy, M. (2004). Forest fragmentation effects on patch occupancy and population viability of herbaceous plant species. *New Phytologist*, 166, 723-736.
- Işık, K., Yaltırık, F., Akesen, A. (1997). Ormanlar, biyolojik çeşitlilik ve doğal mirasın korunması. *XI Dünya Ormancılık Kongresi*, Antalya.
- IUCN (2014). *IUCN Red List Categories: Version 3.1*. IUCN species survival commission, IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Tabanez, A.A.J., Viana, V.M. (2000). Patch structure within Brazilian Atlantic forest fragments and implications for conservation. *Biotropica*, 32, 4(b), 925-933.
- TÜBİVES (2021). Türkiye Bitkileri Veri Servisi. http://turkherb.ibu.edu.tr/index.php?sayfa=1&tax_id=3661.
- Ulu Ağır, Ş., Kutbay, H.G., Sürmen, B. (2014). Samsun kumul vejetasyonunun profil diyagramlarının belirlenmesi. 22. *Ulusal Biyoloji Kongresi*, Eskişehir.
- URL-1 (2022). Çarşamba Ovası. <https://www.carsambatso.org.tr/sayfa.php?id=24>.
- URL-2 (2022). Samsun'un fauna ve florası. <http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=123143>.



BÖLÜM 2

PİYASASI OLMAYAN MALLARIN DEĞERLEMESİNE EKONOMİK AÇIDAN BİR BAKIŞ

Ahmet Semih UZUNDUMLU¹, Seval KURTOĞLU²

1 Doç. Dr. Ahmet Semih UZUNDUMLU, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum. asuzsemi@atauni.edu.tr)RCID:0000-0001-9714-2053

2 2 Öğr. Gör. Seval KURTOĞLU, Bayburt Üniversitesi, Demirözü Meslek Yüksek Okulu, Veterinerlik Bölümü, Bayburt.sevalkurtoglu@bayburt.edu.tr)RCID:0000-0002-7098-2199

Piyasası olmayan malların değerlemesi denince bir piyasada ticareti yapılmayan çevresel mal ve hizmetlerin değerlemesi akla gelmektedir. Bu değerlendirme çeşitli politika ve karar alma mercilerinde giderek daha fazla kullanılmakta ve tartışmalara neden olmaktadır. Bu değerlemede, çevreyi korumak için çevreye bir fiyat değeri oluşturma fikri değerlemeye yönelik bir çözüm olmakta ancak ekonomik yaklaşım iyi anlaşılmadığı için bu durum tartışmalı bir konu olarak görülmektedir. Piyasası olmayan malların değerlemesinde birçok kavramın yanı sıra ekonomik değer kavramını ve temel özelliklerini geniş perspektifte açıklamak gerekmektedir. Geniş açıdan bakıldığında iktisatçılar tarafından kullanılan birçok piyasa dışı değerlendirme yöntemleri mevcuttur. Yöntem çok olunca hangi yöntemin ekonomik değerlemede kullanılacağı tartışma konusudur. Genel çözüm değerlendirme sürecindeki adımlara ve bu sürecin uygulanmasında ortaya çıkan sorunların bertaraf edilmesine bağlı olmaktadır (Segerson, 2017). Değerlemenin tarihsel gelişimi ve bazı önemli kavramların bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada bu tarihsel döngü ve bilinmesi gereken kavramlar açıklanmıştır.

1. Rasyonel Mal veya Hizmetin Seçiminde Etkili Olan Faktörlerin Belirlenmesi

Ekonomi kıt kaynaklarla sonsuz olan insan ihtiyaçlarını tatmin etmeye çalışan sosyal bir bilim dalıdır (Güneş ve Aydemir, 2005). Bir taraftan kaynaklar kıt ve insan ihtiyaçları sonsuz olup, kısaca ekonomi tercih seçimi yapan veya kaynak tahsis eden bilim dalı olarak tanımlanabilmektedir (Çetin, 2010). Bu iki kavram üretim olanakları eğrisinde ikame iki mal açısından dikkate alınarak en uygun üretim deseni belirlenmeye çalışılmaktadır. Yani eldeki kaynaklar veri iken rasyonel (en uygun) üretimi elde edebilmek için bir takım seçim işlemlerine maruz kalınmaktadır (Rehber, 2013). Bu seçim işlemi bazen merkezi yetki organı tarafından verilirken bazen de tüketici tercihleri dikkate alınarak elde edilmeye çalışılmaktadır. Örneğin, yasa ve yönetmeliklerin oluşturulması veya kamuya ait kaynakların kullanılması gibi konularda toplu seçimlerle olmaktadır. Bu toplu kararlar, doğrudan oylama gibi toplu seçim mekanizmaları aracılığıyla veya bu seçimleri bireylerin adına yapan seçilmiş veya atanmış temsilciler aracılığıyla alınabilmektedir. İster bireysel ister kolektif olsun tüm seçimler, alternatiflerin değerlendirilmesini içermekte böylece bu alternatifler arasından bir seçim yapılabilmektedir (Segerson, 2017). Örneğin, yakındaki bir ormanlık alanda yürüyüşe çıkmak veya bir kaplıcaya gitmek üzere iki alternatif olduğu varsayıldığında her iki alternatifin de maliyetinin (seyahat maliyeti ve herhangi bir giriş ücreti dâhil) aynı (50 ₺) olduğu belirlendiğinde seçilen alternatif kişinin tercihine bağlıdır. Yani bireye 50 ₺ verildiğinde, bunu doğa yürüyüşüne mi yoksa kaplıcaya gitmek için mi harcayacağı sorusuna vermiş olduğu cevap onun tercihidir.

Bu seçenekler de temel amaç bir tercih seçildiği zaman diğerinden vazgeçmek gerekmektedir. Çetin (2010)'un açıkladığı üzere bir birey seçim yapınca vazgeçmek zorunda olduğu bir veya birden fazla alternatifle karşı karşıya kalmakta bu durum ekonomide eş marjinal gelirler prensibini destekleyen fırsat maliyeti ile açıklanmaktadır. Bu prensip vazgeçilen en yüksek değere sahip alternatif olarak bilinmektedir. Doğan (2019), ise fırsat maliyetine alternatif maliyet de dendiği ve üretiminden vazgeçilen üretim dalı için kullanılması düşünülen üretim faktörlerinin maliyeti olarak ifade edildiğini belirterek, karar alma aşamasında hesaplanması gereken bir maliyet çeşidi olduğu için muhasebe kayıtlarında gösterilmediği ancak işletmelerin rasyonel davranabilmesi için dikkate alınması gereken itibari masraf unsuru olduğunu ifade etmiştir. Bu durum dikkate alınınca bir seçim işlemi rasyonel davranabilmek için seçilen faaliyetin en yüksek değere ya da en yüksek faydaya sahip olması gerekmektedir. Yani fırsat maliyeti(alternatif maliyet) seçilen faaliyetten daha düşük olması gerekmektedir. Bitkisel ürün maliyetleri içerisinde itibari masraflar yer almakta olup bu itibari masraflar fırsat maliyeti olarak kabul edilebilmektedir. Örneğin üretimde kullanılan faktörler için yapılan ödemeler bankaya yatırıldığında ne kadar bir gelir sağladığı Ziraat Bankası'nın bitkisel ürünler için uygulamış olduğu faiz oranının yarısı dikkate alınarak belirlenmektedir. Eğer yapılan üretimden elde edilen kazanç faiz oranından fazla ise işletme rasyonel davranmış olabilir.

Bir diğer örnekte piyasası olmayan malların kullanımı ile ilgili olup örneklerle ilgili bilgiler şu şekilde açıklanmaktadır. 2021 yılında toplum tarafından ödenen vergi bedelinin 150 milyon ₺'lik kısmı insanların dinlenmek ve stres atmak için gittiği ormanlık bir alanı korumak ya da insanların sağlıkları için faydalı olan kaplıcaları iyileştirmede kullanılacağı düşünülmektedir. Toplumla faydası en yüksek olan alternatifini seçmek için neler yapılmalıdır. Benzer şekilde, ormanlık alanı korumanın toplam maliyeti 150 milyon ₺ değerinde olup olmadığını veya bunun yerine bu meblağın kaplıca gibi bir alternatif için kullanılabilirliği araştırılabilmektedir. Yine karar bir değiş-tokuş içermekte olup parayı bir seçenek için kullanmak, diğer seçenekten vazgeçmek anlamına gelmektedir. Sadece kendi tercihlerine dayanarak bazı kişiler yürüyüş amacı ile ormanlık alanı tercih ederken, diğerleri sağlık ve dinlenmek açısından kaplıca'yı tercih edebilmekte, bu seçeneklerin her ikisi de tüm bireyler için ilk tercih edilen olmamaktadır. Segerson (2017)'e göre kolektif seçim, seçeneklerden etkilenen bireylerin yalnızca bakış açılarının karşılaştırılmasını ve değerlendirilmesini değil, aynı zamanda farklı bireysel görüşleri tek bir kolektif seçimde birleştirmenin birtakım yollarını da gerektirmektedir.Örneğin, yukarıdaki seçenekle karşılaşan ve ormanlık alanda yürüyüşü seçen bir kişi, muhtemelen yürüyüş deneyiminin ona maliyeti 50 ₺ olduğu için bu aktivitenin 50 ₺'lik bir

değere sahip olduğunu düşünmektedir. Aynı şekilde, kaplıcaya gitmeyi tercih eden kişi açısından da bu aktivitenin karşılığının 50 ₺'lik bir ödemesinin makul olduğu bu nedenle tercih ettiğini ortaya çıkarmaktadır.

Piyasa dışı değerlendirme, temelde bireysel seçimler ve bu seçimlerin altında yatan tercihler hakkında olup tercihte bulunan kişilerin bir dizi seçenikle karşı karşıya kaldıklarında, bireylerin bu seçenekleri kendi tercihlerine ve diğer koşullara göre değerlendirdiği ve bir seçeneği seçmenin farkına vararak bir tercihte bulunma temeline dayanmaktadır. Bireysel tercihler hakkında elde edilen bilgiler daha sonra benzer seçenekler hakkında toplu kararları etkileme gibi çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Örneğin, bireylerin ormanlık alanların kullanımına ilişkin tercihleri hakkındaki bilgiler, politika yapımcıların bu alanları korumak için kamu fonlarının tahsis etmesine veya ormanlık alan hasar gördüğünde veya yok edildiğinde bireylerin yaşayacağı kaybı değerlendirmek için kullanılabilir. Bireyler temiz hava veya temiz su kaynağı gibi çevresel mal ve hizmetleri doğrudan satın alamamakta ancak insan eli değmemiş bir bölgeye seyahat bileti satın alabilmekte buna göre bu malların değerlemesi yapılabilmektedir. Doğrudan piyasada satılmayan mallar için bireyler satın aldıklarıyla tercihlerini ifade edemezler de yukarıda belirtilen birçok faktör, piyasası olmayan malların değerlemesinde kullanılmaktadır (Segerson 2017).

2. Piyasa Başarısızlığına Kamu Malları, Dışsalıklar ve Aksak Rekabetin Etkileri

Bireyler tercihlerine ve kişisel çıkarlarına göre seçim yaptıklarında ortaya çıkan sonuçlar bir bütün olarak toplum için yararlı olma ihtimali vardır. Ancak çoğu zaman bu tercihlerin herkese aynı fayda durumunu yaratması mümkün değildir. Bunun yanı sıra birçok çevresel ürün veya hizmetin pazarı mevcut değildir. Pek çok çevresel mallar (piyasa dışı mallar) için pazarın olmaması kaynak tahsisi için önemli etkilere sahiptir. Özellikle bu malların kamuya ait olması piyasa başarısızlığının en büyük etkenidir (Segerson, 2017).

Kamunun ortak kullanılmasına veya bir kamu hizmetinin görülmesine ayrılan yerler *kamu malı* olarak isimlendirilmekte olup sahihsiz, orta ve hizmet malları olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Devletin hüküm ve tasarrufu altındaki kayalar, tepeler, dağlar, deniz, göl, akarsu, nehir gibi genel sular, fundalıklar, ağaçlıklar, ormanlar, madenler, petrol yatakları birer sahihsiz kamu malı olarak sınıflandırılırken, herkesin ortak yararlandığı yollar, köprüler, pazar yerleri, mera, yaylak, kışlak, harman, panayır vb. yerler orta malı ve belediye, okul, adliye, hastane, karakol, cami, kütüphaneye vb. binalar hizmet malı olarak kamu mallarıdır (Söyler, 2011). Sahipsiz kamu malları piyasası olmayan mallar grubuna girmekte alımı satımı ol-

madığı için bu kaynaklardan yararlanan kişiler bu kaynakları tükenmez kaynak olarak gördüklerinden dolayı hor kullanımları söz konusudur. Segerson (2017) ise pazarlanan yiyecek ve barınma gibi piyasası olan mal ve hizmetleri tedarik edenler maliyetlerini karşılayan ödemeler karşılığında pazarda faaliyetlerine devam ettiğini ancak bunun tersine, bir çevresel mal için bir piyasa olmadığında, bu malı tedarik edebilecek kişi veya firmalar, ilgili maliyetleri karşılamak için bir ödeme almayacaklarından insanların gezecekleri yaşam alanları gibi bir faaliyetin işletmesi olmak istemeyeceklerdir.

Dışsallık, üretim veya tüketim faaliyetinde bulunan ekonomik birimlerin kendi dışında kalan diğer birimleri olumlu ya da olumsuz etkilemesi olarak tanımlanmaktadır. Bu etkileşimler sonucunda piyasa fiyatının oluşmaması durumu da dışsallığın diğer bir özelliğidir (Şahin, 2012). Buna göre bir üretim veya tüketim faaliyeti ile üçüncü şahısların fayda veya maliyet fonksiyonlarından olumlu veya olumsuz bir şekilde etkileniyorsa, pozitif ya da negatif dışsallık söz konusudur (Özdemir, 2015). Dışsallıklar pozitif veya negatif olarak bir başka işletmeyi etkilemekte ancak maliyet hesaplarında gelir veya masraf olarak gösterilmediği için bu ekonomide piyasa ekonomisinin iyi bir şekilde işlemediğini (piyasanın başarısızlığını) göstermektedir. Üretimde bulunacak kaynakların pozitif ve negatif etkileri hakkında bilgi sahibi olunması kaynakların etkin kullanılabilmesi açısından önemlidir. Ayrıca girişimciler ürün maliyetini doğru belirleyerek piyasadaki fiyat oluşumunu yaklaşık tahmin ederek rasyonel davranışta bulunabilirler (Turgut, 1995). Çevresel bozulma, negatif bir dışsallığın klasik bir örneğidir (Segerson, 2017). Bir yan ürün olarak çevreyi bozan faaliyetlerde bulunarak, bireyler veya firmalar başkalarına çevresel zararlar yüklemektedirler. Bu bireylerin bu zararları dayatma hakkını satın almaları gereken bir pazar bulunmadığında, bireyler tam sosyal maliyet (çevresel maliyet dâhil) yerine yalnızca faaliyete dâhil olmanın kendi kişisel (özel) maliyetleriyle karşı karşıya kalacaklardır (Turgut, 1995; Segerson, 2017). Örneğin, kâğıt üretimi yapan bir fabrika üretim yaparken “dioksin” olarak adlandırılan kimyasal salınımına sebep olurken elektrik üretimi yapan termik santralin bacasından çıkan zararlı gazlar etrafa yayılmaktadır (Özdemir, 2015; Akbay ve Bilgiç, 2020). Bu salınımlar direkt insan sağlığına verdiği olumsuz etkilerin yanı sıra içme suyuna karışarak zehirlenmelere ve tarımsal ürünlerin sularına karışarak ürünün kalitesi ve verimi üzerine olumsuz etkiler sağlamaktadır (Akbay ve Bilgiç, 2020). Üretimde bulunan firmalar üretimde kullandığı üretim faktörleri için ödeme yapmakta, ancak ürettiği kirliliğin maliyetini genelde karşılamamaktadırlar. Ayrıca bu salınımların azaltılmasına yönelik kamunun da genelde yasaya bağlı bir önlemi olmaması doğal kaynaklar ve çevreye bağlı faktörleri çok fazla kirliletmektedir (Segerson, 2017).

Piyasa ekonomisi kimi alanlarda ekonomik etkinliği sağlamakta yetersiz kalmakta dolayısıyla da pareto optimalliğini sağlayamamaktadır (Öztürk, 2004). Pareto optimalliği mikro ekonomik verimliliğin elde edilebilmesinin sınırı olarak bir kişinin durumunu daha kötü hale getirmeden bir başka kişinin durumunu iyileştirmeye yer olmaması durumunu belirtmektedir (Jackson and Jabbie, 2020). Dollery ve Wallis (2001) ise piyasa başarısızlığını bir piyasanın mal ve hizmetleri ya hiç ya da ekonomik açıdan optimal bir şekilde sağlayamaması olarak tanımlamıştır. Pigou tarafından öne sürülen tahsis etkinliği açısından marjinal sosyal maliyetler marjinal sosyal faydalara eşit olmadığına piyasa başarısızlığı meydana gelmekte böylece piyasa fiyatları ile marjinal sosyal maliyetler arasında eş zamanlılığın olmaması, piyasa fiyatlarının tam olarak ortaya çıkan sosyal maliyetleri göstermediğini ifade etmektedir. Gerçek hayat düşünüldüğünde dışsallıkların varlığı, tam rekabet piyasasının (birinci en iyi durumun) gerçekleşmemesine ve aksaklıklar olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle çevresel mal ve hizmetlerin değeri hakkındaki bilgiler, piyasa başarısızlığının ele alınmasına ve üstesinden gelinmesinde kilit bir rol oynayabilmektedir.

3. Piyasası Olmayan Malların Tarihsel Gelişimi

Geçmişte birçok ülke yürütmüş olduğu bir proje veya politikanın çevreye vereceği fiziksel zararın farkında olsalar bile bunları o zamanın ekonomik araçlarını kullanarak hesaplamalar yapmamışlardır. Çevresel değerlendirmenin kökeni 1902 tarihli Nehir ve Liman Yasası'na dayanmaktadır. Bu Yasa, bir mühendisler kurulunun, projenin hem maliyetlerini hem de faydalarını hesaba katarak Ordu Mühendisler Birliği'nin nehir ve liman projelerinin kabul edilebilirliği hakkında rapor vermesi istenmiştir. 1930'lara gelindiğinde projeler için daha geniş sosyal değerlendirme fikri bir tema olarak ortaya çıkmıştır (Lipton et al., 1995). 1950'lere gelindiğinde öncelikle baraj inşaatı gibi önerilen su kaynağı projelerinin fayda-maliyet analizlerinde kamu kurumları tarafından kullanılmak üzere piyasa dışı değerlendirme teknikleri ABD'de kullanılmaya başlanmıştır (Segerson, 2017). 1960'ların sonlarında kirlilik kontrolü özel bir endişe kaynağı olup ekonomi bilim adamları bu sorunu çözmeye hazır ve istekliydiler. Ne yazık ki, ekonomik görüşün kirlilik kontrolüne yönelik mevzuatın ilk dalgalanması üzerinde çok az etkisi olmuştur. 1969 Ulusal Çevre Politikası Yasası çevresel etki beyanlarında fayda-maliyet analizinin kullanılmasını gerektirse de, çevresel değerlendirme, 12291 sayılı Yürütme Kararı'nın girdiği 1980'lere kadar tam anlamıyla kendi başına işlememiştir (Lipton et al., 1995). 1980'lerde ABD'de çıkarılan piyasa dışı değerlemede fayda-maliyet analizlerini gerektiren *12291 sayılı İcra Kanunu* (Cecot and Hahn, 2022) ve insan sağlığını korumak ve doğal kaynaklara ve çevre kalitesine daha fazla zarar gelmesini önlemek için *Kapsamlı Çevresel*

Müdahale, Tazminat ve Sorumluluk Yasası kabul edilmiştir (Johnson et al., 1999). Superfund (süper finansman) olarak da bilinen bu yasa zehirli veya tehlikeli maddelerin çevreye atıldığı alanları temizlemek için 1980 yılında yürürlüğe girmiştir (Johnson et al., 1999). Takip eden yıllarda, çevre ve doğal kaynak ekonomistleri bu teknikleri inceleyip, geliştirip çok çeşitli alanlarda uygulamışlardır. ABD Çevre Koruma Ajansı çevreye salınan tehlikeli maddelerden (kirleticilerden) sorumlu tarafları belirlemeyi ve onları kirliliklerini temizlemeye zorlamayı ya da Superfund'u (bir güven fonu) kullanarak temizliği kendi başına üstlenmeyi amaçlamaktadır (EPA, 2022). Geçmişte Superfund temizleme faaliyetlerinin yaklaşık %70'i potansiyel olarak sorumlu taraflardan ödenmiş %30'u ise sorumlu taraf bulunamadığı veya temizlik için ödeme yapılamadığı için vergi mükellefleri temizlik için ödeme yapmıştır (WIKİAPEDIA, 2018). 2000'li yıllardan sonra çevresel değerlemeyi resmi politika süreçlerinde aktif olarak kullanan ülkelerin öncüsü İngiltere olmuştur. Politika formülasyonu ve özellikle fayda-maliyet analizi (BCA), politika döngüsünün en belirgin kullanımı olmuştur. Bu analitik tekniklerin Birleşik Krallık politikasında yaygınlaştırılması beklenilmeyen bir başarı sağlamıştır. 2015 yılında çevresel değerlendirme ve politika değerlendirmesinde kullanılmak üzere "Ekosistem Değerleme Arama" aracını kurarak, sulak alanlar ve taşkın yataklarından ormanlık alanlara, dağlara ve bozkırlara kadar farklı ekolojik bölgelerle ilgili bir ekosistem hizmetlerin menüsü bulunmaktadır (EFTEC, 2015). Bu arama aracı aynı zamanda kullanıcıların değerlendirilmekte olan ekosistemin ziyaretçi oranları, ziyaretçi faaliyetleri, ekolojik özellikler ve kentsel alanlardan uzaklık açısından tanımlamasına olanak tanımaktadır. Bu, kullanıcıların ekosistemler arasındaki önemli mekânsal farklılıkları hesaba katmasına izin verdiği için önemlidir. İngiltere'de Outdoor Recreation Valuation Data Set (ORVal) haritalarla yeşil alanlara eklenen yeşil alanların konumu, özellikleri ve ekonomik değerleri açıklayan ayrıntılı bir mekânsal veri kümesidir (Day and Smith, 2016). Kullanıcıların sadece mevcut yeşil alanların yarattığı kullanım ve ekonomik değerini ortaya çıkarmasına değil, aynı zamanda alanın kendisi değişirse veya yeni yeşil alan yaratılırsa bunların nasıl değişeceğini tahmin etmelerine olanak tanımaktadır (Atkinson et al., 2018).

4. Değerleme Kavramı

Doğal kaynaklar ve çevre insanoğluna rekreasyon ve estetiğe kadar bir dizi değerli ekosistem hizmeti sunmakta ve bu hizmetlerin değerini ölçmek ve politika yapıcılara ve kamuoyuna belgelemek genellikle zor olmaktadır. Bu nedenle ekonomistler, piyasası olmayan malların değerlendirilmesi ile ilgili zor konuları ele almak için piyasa dışı yaklaşımlar geliştirmişlerdir (Boyer and Polasky, 2004). Çevresel değerlendirme ile çevresel etkilere özellikle de piyasa dışı etkilere parasal değerler atamak için çeşitli

teknikler kullanılmakta (Atkinson et al., 2018), bu tekniklerle değer verme atfında bulunulduğunda tam olarak ne anlama geldiği konusunda genellikle kafa karışıklığı olmakta ve değerlerle ilgili terimlere aşina olmayan okuyucuların kafasını iyice allak bullak etmektedir. Felsefede değer tercihlerinde karar vermeye yardımcı olan ve böylece neyin iyi olduğunu belirten ifade iken, ekonomide, çeşitli alternatiflerin sosyal değerinin faydacı bir karşılaştırma altında kullanılan yöntemle en iyi seçime rehberlik ettiği terim olarak karşımıza çıkmaktadır (Dietz et al., 2005). Ekonomistler değerlemede genellikle tercihlerin ve gelirin önemini vurgularken, psikologlar ve sosyologlar ise algılar, sosyo-kültürel ve çevresel etkiler gibi diğer iç ve dış faktörlere odaklanmaktadır. Sonuç olarak, farklı disiplinler değerlemeyi biraz farklı görüp, farklı yöntemler kullanmaktadırlar (Segerson, 2017). Örneğin bireyler sadakat, özveri ve dayanışma gibi tutum ve davranışlara, özgürlük gibi rahatlık özelliklerine ve ucuz, iyi, kaliteli ve güzel gibi belirli niteliklere değer verebilmektedirler (Gecas, 2000). Bu nedenle değerlendirme bireylerin neyi, neden ve ne kadar önemsediklerini ortaya koyan bir çalışma olup, çevrenin korunmasında genel olarak çevreye değer vermek yerine, bireylerin bazı alternatiflere göre çevresel kaliteye atfettiği değeri ölçmeyi amaçlamaktadır.

Çevre değerlemeleri ekosistemleri sürdürülebilir bir şekilde yönetmek ve eski haline getirmek için (Kubiszewski et al., 2022), ya da kentsel mülk gelişiminde doğaya dayalı çözümleri teşvik etmek için politika araçları olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır (Stange et al., 2022).

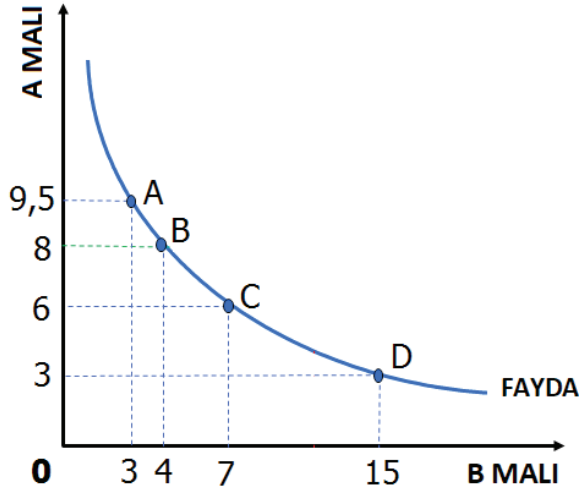
5. Ekonomik Değer Kavramı

Bir mal veya hizmetin ekonomik değeri, onun kullanım ve mübadele değerinin bileşkesi olarak kabul edilmektedir (Deniz, 2020). Adam Smith'e göre, değer kavramı ya mal ve hizmetin faydasını ya da onun varlığı ile diğer mal ve hizmetleri satın alma gücünü ifade etmektedir. Böylece bir maldan elde edilebilen faydanın kullanım değerini, sahip olunan mal ve hizmetin diğer malları satın alma gücünün de mübadele değerini oluşturmaktadır (Kaya, 2002). Smith'e göre bir mal ya da hizmetin kullanım değeri yüksek ise o malın değişim değeri de yüksek olması gerekmektedir. Ancak su hayati fayda sağlarken, elmasın böyle bir faydası olmamasına karşın daha değerli olması ekonomide değer paradoksu olarak tanımlanmaktadır. Su bol ve elmas az yani suyun çok yüksek kullanım değeri olmasına rağmen çok düşük değişim değeri vardır. Buna karşın elmasın çok düşük kullanım değeri ve çok yüksek değişim değeri vardır. Bu durumda değer ölçüsünü marjinal fayda göstermektedir (Akar, 2019). Ekonomik değerlendirme konusunda, "fayda" terimi sadece niceliksel değil aynı zamanda niteliksel olarak parasal bir anlam içermektedir. Parasal terimlerle ifade edilen değerlere (faydalara) sahip olmak, bireyler arasında değerleri toplamak ve bunları maliyetlerle karşılaştırmak için basit bir yol

sağlamaktadır (Segerson, 2017). Değerin ölçüsü Gossen'e göre şu şekilde ifade edilmektedir.

$$\text{Değer} = \text{Marjinal Fayda} / \text{Fiyat}$$

Ekonomik teoride Gossen'in 1 ve 2. yasalarına göre kayıtsızlık eğrisi üzerinde iki mal dikkate alındığında bir mal veya hizmetin tercih edilen miktarındaki bir artış bireyin aynı fayda düzeyinde bırakacak başka bir mal veya hizmetin miktarında bir azalış olduğunu varsaymaktadır. Bu varsayımda Şekil 1 dikkatlice incelendiğinde bir birey B mal ve hizmetinden almak için ne kadar çok A mal ve hizmetinden vazgeçmeye istekli olursa bireysel B mal ve hizmetine verilen değerler o kadar fazla olacaktır.



Şekil 1. Kayıtsızlık Eğrisi

Ekonomik değerler ve piyasa dışı değerlendirme yöntemlerine ilişkin teorik tartışmaların çoğu, tek bir değişikliğin değerlendirilmesine odaklanmaktadır. Bununla birlikte, gerçek dünyadaki değerlendirme konularının çoğu, birden çok çevresel ürün veya hizmette değişiklikler ve insan refahı üzerinde birden çok etki içermektedir. Birden fazla değişiklik veya etkiyi dikkate alma ihtiyacı, birbirine bağlılık ve birleştirme hakkında sorular doğurmakta ve değerlendirme sürecini açıkça karmaşıklaştırmaktadır. Bazı durumlarda kişi iki mal ve hizmetten fayda yerine birden zararlı bir etkiye sahip olmaktadır. Örneğin eğer A belirli bir miktarda çevresel bozulmayı temsil ediyorsa, o zaman bireyin B almak için vazgeçmeye istekli olacağıımız bir miktar faydalı Z'nin miktarının negatif bir sayı olacağı anlamı çıkmakta böylece bu bireyin fiilen tazminat ödemesi gerektiği anlamına gelmektedir. Ekonomistlere göre bir bireyin A almak için vazgeçmeye istekli olacağı belirli bir para miktarı B olarak kabul edilmektedir. Yani, bi-

reyin A için ödeme istekliliği A'dan vazgeçmesi gereken parasal tazminat miktarını göstermektedir (Segerson, 2017).

6- Piyasa Dışı Değer Kavramı

Doğal ve çevresel kaynaklar kullanım değeri ve kullanım dışı yani kullanılmama değeri olmak üzere iki geniş kategoriye ayrılabilir. Kullanım değeri, doğal ve çevresel kaynakta dolaylı ya da dolaysız çeşitli faaliyetleri gerçekleştirmenin değeri olarak ifade edilmektedir. Kullanım değeri avcılık ve balıkçılık, kereste, kâğıt gibi tüketime bağlı olan, yürüyüş ve kamp yapma gibi tüketime bağlı olmayan ve kitap okuma veya yeşil alandaki etkinliklere katılma gibi dolaylı kullanımlar olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Guijarro and Tsinaslanidis, 2020). Kullanılmama değeri kullanıcıların gelecekte doğal ve çevresel kaynakları kullanabilme olasılıklarının olmasıdır. Kullanılmama değeri tercih değeri ve varoluş değeri olarak ikiye ayrılmaktadır. Tercih değeri, belirtilen tercih değerlendirme yönteminin bir türüdür. Koşullu değerlendirme yöntemi gibi, bir program veya proje tarafından kullanılan ve üretilen pazarı olmayan mal ve hizmetler için bir ödeme istekliliğini ortaya çıkarmak için ankete dayalı bir yaklaşım olup bireyin gelecekte doğal ve çevresel kaynağı kullanmak için ödeme yapma isteğini göstermektedir. Varoluş değeri ise doğal ve çevresel kaynakta mal ve hizmetlere sırf var oldukları için bireyler tarafından verilen değerdir. Yani bireyler bu doğal kaynağın bazı özelliklerinin varlığını garantiye almak için ödeme isteklerini göstermektedir (Sajise et al., 2021).

KAYNAKLAR

- Akar, S., 2019. Su Kamusalığının Değişen Niteliğinin Değerlendirilmesinde Su-yun Finansmanının İncelenmesi: Trabzon Büyükşehir Belediyesi Örneği. Artvin Çoruh Üniversitesi, Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 5(2): 24-48.
- Akbay, C. ve Bilgiç, A., 2020. Afşin ve Elbistan İlçelerinde Toplumun Termik Santrallerin Çevreye ve İnsan Sağlığına Etkileri Konusundaki Görüşleri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 23(6): 1587-1597.
- Atkinson, G., Groom, B., Hanley, N. and Mourato, S., 2018. Environmental Valuation and Benefit-Cost Analysis in UK Policy. Journal of Benefit-Cost Analysis, 9(1): 97-119.
- Boyer, T. and Polasky, S., 2004. Valuing Urban Wetlands: A Review of Non-Market Valuation Studies. Wetlands, 24(4): 744-755.
- Cecot, C. and Hahn, R.W., 2022. Incorporating Equity Concerns in Regulation. George Mason Law&Economics Research Paper, (22-19). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4093224>. AccessedDate: 16.05.2022.
- Çetin, B., 2010. Tarım Ekonomisi. Dora Yayınları, Bursa.
- Day, B. and Smith, G., 2016. Outdoor Recreation Valuation ORVal User Guide. London: Department for Environment, Food and Rural Affairs. Available at <http://leep.exeter.ac.uk/orval>. AccessedDate: 15.05.2022.
- Deniz, T., 2020. Ormancılıkta Pazarı Olmayan Mal ve Hizmetlerin Değerlerinin Belirlenmesi ile İlgili Temel Kavramlar. Avrasya Terim Dergisi, 8(3): 109-119.
- Dietz, T., Fitzgerald, A. and Shwom, R., 2005. Environmental Values. Annual Review of Environment and Resources, 30: 335-372.
- Doğan, E.N., 2019. Yönetim Ekonomisinde Maliyet, Maliyet Analizi ve Uygulaması. İstanbul Kültür Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Dollery, B. and Wallis, J., 2001. The Theory of Market Failure and Policy Making in Contemporary Local Government. University of New England, School of Economic Studies.
- EFTEC, 2015. Development of “Look-Up” Environmental Value Estimates for Initial Appraisal with in Cost-Benefit Analysis: Technical Report, London: Department for Environment, Food and Rural Affairs. AccessedDate: 17.05.2022.
- EPA, 2022. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Available at: [EPAhttps://www.epa.gov/cleanups/basic-information-about-cleanups](https://www.epa.gov/cleanups/basic-information-about-cleanups). AccessedDate: 17.05.2022.
- Gecas, V., 2000. Value Identities, Self-Motives, and Social Movements. Self,

Identity, and Social Movements, 13: 93-109.

- Guijarro, F. and Tsinaslanidis, P., 2020. Analysis of Academic Literature on Environmental Valuation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2386. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072386>. AccessedDate: 30.06.2022.
- Güneş, H.H. ve Aydemir, C., 2005. Anayasal İktisat Teorisini Doğuran Anlayışlar. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(12): 74-86.
- Jackson, E.A. and Jabbie, M., 2020. Understanding Market Failure in the Developing Country Context. In *Decent Work and Economic Growth* (pp. 1095-1105). Cham: Springer International Publishing.
- Johnson, C. D., Lanigan, D. C., Last, G. V., Bagaasen, L. M., Kohn, N. P., Teel, S. S., ... & Liikala, T. L. (1999). Surface Water-Sediment Feasibility Study Report for the McCormick and Baxter Superfund Site, Stockton, California (No. PNNL-11931; 400408000). Pacific Northwest National Lab. (PNNL), Richland, WA (United States).
- Kaya, G., 2002. Pazarı Olmayan Ürünler Çerçevesinde Orman Kaynaklarının Değerinin Belirlenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği ABD Doktora Tezi, İstanbul.
- Kubiszewski, I., Mulder, K., Jarvis, D., & Costanza, R. (2022). Toward better measurement of sustainable development and wellbeing: A small number of SDG indicators reliably predict life satisfaction. *Sustainable Development*, 30(1), 139-148.
- Lipton, D.W., Wellman, K.F., Sheifer, I.C. and Weiher, R.F., 1995. Economic Valuation of Natural Resources: A Handbook for Coastal Resource Policymakers (No. 5). US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Coastal Ocean Office.
- Özdemir, M.G., 2015. Dışsalıklar ve Emisyon Vergileri: Norveç ve Türkiye Uygulamaları. *Sosyal Bilimler*, 5(3): 108-130.
- Öztürk, N., 2004. Piyasa Başarısızlıkları. *Öneri*, 6(21): 173-187.
- Rehber, E., 2013. Tarım Ekonomisi. Ekin Yayınevi, Bursa.
- Sajise, A. J., Samson, J. N., Quiao, L., Sibal, J., Raitzer, D. A., & Harder, D., (2021). Contingent Valuation of Nonmarket Benefits in Project Economic Analysis: A Guide to Good Practice.
- Segerson, K., 2017. Valuing Environmental Goods and Services: An Economic Perspective. In *a Primer on Nonmarket Valuation* (pp. 1-25). Springer, Dordrecht.
- Söyler, İ., 2011. Kamu Malları Teorisi Açısından Devletin Hüküm ve Tasarrufundaki Yerler. *Sayıştay Dergisi*, 83: 57-68.
- Stange, E.E., Barton, D.N., Andersson, E. and Haase, D., 2022. Comparing the Implicit Valuation of Ecosystem Services From Nature-Based Solutions in Performance-Based Green Area Indicators Across Three European

Cities. Landscape and Urban Planning, 219: 104310.10.1016/j.landurbplan.2021.104310. Accessed Date: 21.05.2022.

Şahin, H., 2012. Mikro İktisat. 10. Baskı, Ezgi Kitabevi, Bursa.

Turgut, N., 1995. Kirleten Öder İlkesi ve Çevre Hukuku. Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 44(1): 607-654.

WIKIPEDIA, 2018. Superfund. Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/Superfund>. Accessed Date: 17.05.2022.

BÖLÜM 3

YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN MANTAR TÜRLERİNDEN İZOLE EDİLEN BAZI SEKONDER METABOLİTLER VE BUNLARIN TERAPÖTİK ETKİLERİ

Melike Kübra KARABACAK¹, Funda ATILA²

1 Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir Orcid ID: 0000-0002-6833-6585/ karabacak.melikekubra.@ogr.ahievran.edu.tr
2 Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir Orcid ID: 0000-0003-1129-1045/ funda.atila@ahievran.edu.tr

1. Giriş

Fungus alemi, şapkalı fungusların yanı sıra, maya ve küf gibi mikroorganizmaları da kapsayan bitki ve hayvanlar aleminden tamamen ayrı biyolojik bir âlemdir. *Basidiomycetes* ve *Ascomycetes* sınıflarından üyeleri bulunan şapkalı funguslar bilimsel olarak “makrofungus” olarak tanımlanmasına rağmen bu mantar türleri halk arasında genel olarak kısaca “mantar” olarak bilinirler. Miles ve Chang (2004), mantarları, çıplak gözle görülebilecek ve elle toplanacak kadar büyük, toprak altında ya da üstünde gelişen kendine özgü şapkalara sahip funguslar olarak tanımlamıştır. Fungus aleminin 1 milyondan fazla üyesi olduğu tahmin edilmekte olup, Chang ve Miles (2004)’ın mantar tanımına uyan en az 12 bin tür bulunmaktadır. Bu derlemede de mantar terimi ile makrofunguslar ifade edilmektedir.

Mantarlar genel olarak yenilebilir mantarlar, tıbbi mantarlar ve zehirli mantarlar olarak üç kategoriye ayrılabilir: Yenilebilir mantarlar taze olarak, kurutulmuş ya da farklı şekillerde değerlendirilerek yiyecek olarak tüketilen *Agaricus bisporus* (beyaz şapkalı mantar), *Lentinula edodes* (shitake), *Pleurotus ostreatus* (istiridye mantarı) gibi türleri içine alır. Tıbbi mantarlar yiyecek olarak tüketilmeyen ancak içerdikleri biyoaktif bileşenler sayesinde çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan mantarlardır. Bu gruptaki mantarların en önemlisi ölümsüzlük mantarı olarak da bilinen *Ganoderma lucidum* (reishi)’dur. Siklopeptid, fenilhidrazin ve izooksazol gibi insanlar için oldukça toksik olabilen mikotoksinler içeren *Amanita phalloides* (köy göçüren) ve *Galerina autumnalis* gibi bazı mantar türleri ise zehirli mantarlar olarak sınıflandırılırlar. (Berger ve Guss 2005).

Ancak yenilebilir mantarları ve tıbbi mantarları birbirinden kesin çizgiler ile ayırmak mümkün değildir. Yenilebilir mantarlar insanlar tarafından yaygın olarak gıda şeklinde tüketilseler de, yüzyıllardan beri lezzetlerinin yanı sıra bazı tıbbi özellikleri ile de takdir görmüşlerdir. (Manzi ve ark., 2001). Yiyecek olarak tüketilen birçok mantar türünün, tıbbi özelliklere de sahip oldukları günümüzde yürütülen bilimsel çalışmalarla da kanıtlanmıştır.

Günümüzde, yaklaşık 35 yenilebilir mantar türü ticari olarak yetiştirilirken, yaklaşık 200 yabancı tür tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır (Chang ve Miles, 2004). Dünya’da en fazla üretimi yapılan türler; *Lentinula edodes* (%22), *Pleurotus* spp. (%19), *Auricularia* spp. (%17), *Agaricus* spp. (%15) ve *Flammulina velutipes*’tir (%11) (Royse ve ark., 2017). Dünyanın yenilebilir mantar üretimi 1980’de yaklaşık 1.259.000 ton iken, 2000 yılında 8.781.000 ton’a ve 2020’te yaklaşık 43 milyon tona ulaşmıştır (FAO, 2022).

Bir mantarın yaşam döngüsünü kısaca özetlediğimizde; sporlar şap-

kadan salınır ve uygun ortam bulduğunda sporlar çimlenerek primer miselleri, primer miseller birleşerek sekonder miselleri oluşturur. Misel gelişimi tamamlandığında ve uygun şartlar sağlandığında taslak oluşumu gerçekleşir. Bu taslaklar daha sonra şapkaya, yani mantara dönüşür. Hem mantar miselleri hem de mantar şapkaları biyoaktif içerikler açısından çok zengindir. Mantarların tıbbi amaçlı kullanımı özellikle Asya ülkelerinde çok eski bir gelenek olmasına rağmen, batı dünyasında özellikle 2000'li yıllardan sonra gelişen teknolojik teknikler ile mantarların tıbbi özelliklerinin daha ayrıntılı bir şekilde ortaya konması ile bu konuya olan ilgi artmıştır. Tüketiciler artık sağlıklı yaşam ve hastalık riskini azaltma açısından insanlara faydalı olan gıda içerikleri ile yakından ilgilenmektedir. Bu da mantar tüketimini arttırdığı gibi ilaç ve nutrasötiklerin geliştirilmesi için bir kaynak olarak mantarı çekici hale getirmiştir. Dünya genelinde 2001 yılında tıbbi amaçlı kullanılan mantarların pazar değeri 6 milyar dolar iken, 2013 yılında bu rakam 23.9 milyar dolara yükselmiştir (Chang, 2001; Royse ve ark., 2017).

Mantarlar büyük ölçüde keşfedilmemiş bir biyolojik kaynaklardır. Mantarların antitümör veya bağışıklık uyarıcı özelliklere ek olarak hipertansiyon, diyabet, hiperkolesterolemi ve kanser gibi hastalıkların önlenmesindeki etkileri ve antibakteriyel, antifungal ve antiviral aktiviteleri birçok çalışmada tanımlanmıştır (Öztürk ve Atila, 2021). Uygun fonksiyonel gıda ürünleri elde edebilmek için gıda biyoaktifleri hakkında detaylı bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Yüksek besin değerleri ve tedavi edici potansiyelleri ile ilgili olarak mantarlar, sağlık ve yaşam kalitesinin korunması ve geliştirilmesi için fonksiyonel gıdalar veya bir nutrasötik kaynağı olarak farklı uygulama alanları bulabilirler. Bunların tanınması ve rollerinin anlaşılması bu bileşiklerin sağlık, tarım ve diğer alanlarda kullanımı hakkında fikirlerin oluşumuna olanak sağlayacaktır.

Mantarların terapötik etkileri esas olarak mantarın sahip olduğu primer ve sekonder metabolitler vasıtası ile ortaya çıkar. Bu derlemenin amacı, günümüzde üretimi yapılan mantar türlerinin sekonder metabolit içerikleri ve bu sekonder metabolitlerin mantarlara kazandırdıkları tıbbi özellikleri ortaya koyan literatürün gözden geçirilmesidir.

2. Mantarların besin değeri

Eşsiz lezzetleri nedeniyle insanlık tarihi boyunca yiyecek olarak kullanılmış olan doğa mantarları ve kültürü yapılan mantarlar, lezzetlerinin yanı sıra yüksek besin değerleri nedeni ile de günümüzde büyük talep görmektedir.

Mantarların protein içeriği türlere ve şapka gelişim aşamasına göre önemli ölçüde değişmekle beraber genel olarak kuru ağırlıkta %12-25 arasında yer alır. Mantar proteini, insanların ihtiyaç duyduğu dokuz te-

mel amino asidin tümünü içerir, treonin, valin, glutamik asit ve aspartik asit mantarlarda en bol olarak bulunan esansiyel amino asitlerdir (Kumar, 2015). Bu sebeple de protein kalitesi açısından bitki proteinlerinden üstün, hayvan protein kalitesine yakındır. Diğer taraftan %75 protein sindirilebilirlik değerleri de oldukça yüksektir (Dabbour ve Takruri 2002). Tüm temel amino asitleri sağladıkları için vejeteryanlar ve et ürünleri tüketmeyenler için iyi bir seçenektir.

Yenilebilir mantarların yağ içerikleri genellikle kuru ağırlıkta %5'den düşüktür. Ana yağ asitleri, başta linoleik asit olmak üzere oleik ve palmitik asitlerdir (Kavishree ve ark., 2008). Düşük yağ içeriği nedeniyle mantarlar düşük kalorili diyetlerde kullanılabilir. Linolenik asit, mantarlardaki başlıca aromatik madde olan 1-okten-3-ol'ün öncüsü olması sebebi ile mantarların lezzetine büyük katkı sağlar (Mau ve ark., 1992).

Mantarların kuru ağırlıkta kül içeriği %6 ile %11 arasında değişir ve potasyum, fosfor, magnezyum, kalsiyum, bakır, demir ve çinko gibi çok çeşitli mineraller içerir (Gençcelep ve ark., 2009).

Sindirilebilir ve sindirilemez karbonhidrat dahil olmak üzere mantarların toplam karbonhidrat içeriği türlere göre kuru ağırlıkta %35 ile %70 arasında değişmektedir. Mantarların sindirilebilir karbonhidrat içeriği çok düşüktür bu nedenle insanlar için önemli bir enerji kaynağı değildir. Sindirilemeyen karbonhidratlar, trehaloz gibi oligosakkaritler ve kitin, b-glukanlar ve mannan gibi nişasta olmayan polisakkaritleri (NSP'ler) içerir. Bu polisakkaritler, insanlar için fizyolojik faydaları olabilen diyet lifi olarak kabul edilir (Wang ve ark., 2014)

Mantarlar konsantrasyonları türe bağlı olmak üzere riboflavin (B2 vitamini), niasin ve folat da dahil olmak üzere çeşitli vitaminler içerir. (Mattila ve ark. 2001). Mantarlardaki riboflavin içeriği, genel olarak sebzelelerde bulunandan daha yüksektir ve bazı *A. bisporus* çeşitlerinin, yumurta ve peynirde bulunanlar kadar yüksek konsantrasyonlara sahip olduğu bildirilmiştir (Mattila ve ark. 2001). Kültür mantarlarında D vitamini neredeyse hiç yoktur, ancak ergokalsiferolün provitamini olan ergosterol seviyeleri nispeten yüksektir (Papoutsis ve ark, 2020).

3. Mantarların Biyoaktif İçeriği

Eski Çin metinlerinde *Cordyceps sinensis* ve *Ganoderma lucidum* da dahil olmak üzere 20'den fazla tıbbi mantar türünün çeşitli hastalıkları tedavi etmek için yaygın olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Mantarların tıbbi kullanımını Asya ülkelerinde (özellikle Çin, Kore ve Japonya'da) uzun bir geçmişe sahipken, Batı'da ilaç olarak kullanımları daha yenidir (Wasser 2010).

Diyet ve hastalık arasındaki ilişkinin anlaşılması, “fonksiyonel gıda bilimi” olarak adlandırılan yeni bir bilimsel disiplinin gelişmesine yol açmıştır. Mantarlar, hastalıkları iyileştirme potansiyeline sahip olduğu için bu fonksiyonel gıdalar kategorisinde yer alırlar “Mantar Nutrasötikler” terimi Chang ve Buswell (1996) tarafından ortaya atılmıştır. Mantarlardan izole edilen biyoaktif içeriğin birçok hastalığa karşı iyileştirici etkilerinin olmasının yanı sıra herhangi bir yan etkiye sahip değildir. Araştırmalar, mantarların veya ürünlerinin düzenli tüketiminin belirli hastalıkların hem önlenmesinde hem de tedavisinde etkili olduğunu göstermiştir. Günümüzde tıbbi mantarlar fonksiyonel gıdalar olarak kabul edilmekte ve tamamlayıcı ve alternatif ilaçlarda kullanılan reçetesiz sağlık takviyeleri olarak bulunmaktadır. Özellikle, mantar polisakkarit bileşiklerinin birkaçı, Faz I, II ve III klinik deneylerine girmiştir ve Asya’da kanserler de dahil olmak üzere çeşitli hastalıkları tedavi etmek için başarıyla kullanılmaktadır.

Mantarlarda bulunan biyoaktif bileşikler, sekonder metabolitler, glikoproteinler ve polisakkaritler olarak sınıflandırılabilir. Tıbbi mantarlar, yenilebilir mantarlara kıyasla daha fazla mantar hücre duvarı polisakkaritleri ve daha geniş bir farmakolojik aktivite yelpazesine sahip ikincil metabolitlere sahip olmaları ile karakterize edilirler (Lindequist ve ark. 2005).

Mantarın tüm biyoaktif bileşenleri arasında, mantar polisakkaritleri en kapsamlı şekilde araştırılanlardır. Mantarlardan izole edilen lentinan, pleuran, grifron D-fraksiyonu, ve ganoderan A ve B gibi polisakkaritler, antitümör, antioksidan, hipoglisemik, kolesterol düşürücü etkilere sahiptir (Maity ve ark., 2021; Sakamoto ve ark., 2021; Wu ve ark., 2021; Purwaningsari ve ark., 2021). Bu bileşiklerin bağışıklık sistemini düzenledikleri kabul edilir ve kanser hastalarının hayatta kalma süresini uzatmada farklı derecelerde başarı ile adjuvan tümör tedavisinde klinik olarak kullanılırlar (Sivanesan ve ark., 2022).

Mantarların sahip olduğu diğer önemli biyoaktif bileşen grubu biyoaktif proteinlerdir. Lektinler, mantar immünomodülatör proteinler (FIP), ribozom inaktive edici proteinler (RIP), antimikrobiyal proteinler, ribonükleazlar ve lakkazlar gibi ilginç biyolojik aktivitelere sahip çok sayıda protein ve peptit üretir (Yadav ve Negi, 2021). Bunlar arasında en spesifik olanı hücre aglütinasyon yeteneği ile hücre yüzeyi karbonhidratlarına bağlanabilen bir glikoprotein olan lektin proteinidir. Özellikle insan lösemik T hücreleri, meme kanseri MCF7 hücresi ve hepatoma HepG2 hücreleri olmak üzere tümör hücre hatlarına karşı antiproliferatif aktivite sergilerler (Pohleven ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2010). Bununla birlikte, farmasötik potansiyelleri nedeniyle artan ilgileri olan mantarlardaki fonksiyonel bileşenlerin bir diğer önemli parçasını sekonder metabolitler oluşturmaktadır.

Mantarların şapkası, polisakkaritler ve proteinlerin yanısıra alkaloidler, fenolik bileşikler, poliketitler, terpenler ve steroidler dahil olmak üzere biyolojik olarak aktif sekonder metabolitler bakımından da zengindir (Bonsong ve ark. 2016). Mantar sekonder metabolitlerinin antikanser, antihipertansif, antidiyabetik, antiobezite, hepatoprotektif, antiaging, antimikrobiyal, antialerjik ve antioksidan aktiviteler gibi birçok tedavi edici özelliği olduğu ileri sürülmektedir (Tharu, ve ark., 2022; İmam ve ark., 2022; Afzal ve ark., 2022; Rahman ve ark., 2021).

4. Sekonder Metabolitler

Tarihsel olarak bitkilerin ürettikleri bileşikler, primer metabolitler ve sekonder (ikincil) metabolitler olarak ikiye ayrılmıştır: Primer metabolitler, canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için gerekli olan şekerler, amino asitler, proteinler ve nükleik asitlerdir. Sekonder metabolitler ise, bitkinin normal büyüme ve gelişmesi için ihtiyaç duymadığı ancak hücre metabolizmasının yan ürünü olarak bitkilerde üretilen kimyasal bileşiklerdir. Bu bileşikler türler arasında farklılık gösterdiği için bunların bazen bitki sınıflandırmasında taksonomik karakter olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (Wink 2003).

19. yüzyılda organik kimyanın ilk başlangıcından itibaren, bitkilerden izole edilen birçok doğal ürünün güçlü ilaçlar olduğu kanıtlandığından, doğal ürünler kimya biliminde önemli bir yer almıştır. Bu süreçte keşfedilen morfin, kinin ve arttemisinin ve günümüzde hala kullanılan doğal ürünlerdir. 20. yüzyıldan itibaren bitkilerin yanı sıra bakteri ve mantarların sekonder metabolitlerinin potansiyeli keşfedilmeye başlamış ve bu da penisilinler gibi güçlü antibiyotiklerin keşfine yol açmıştır. Günümüzde sekonder metabolitler çeşitli hastalıkları tedavi etmek veya önlemek için ilaç veya diyet takviyesi olarak kullanılmaktadır (Novak ve ark., 2022). Son birkaç yıldır dünya’da milyonlarca kişinin ölümüne sebep olan COVID-19 adlı virüsün tedavisinde kullanılan ilaçlarda bazı sekonder bileşiklerin kullanılması bu bileşenlerin öneminin daha da artmasına neden olmuştur (Khan ve ark., 2021; Bibi ve ark., 2021). İnsan sağlığının korunması ve iyileştirilmesi açısından çok değerli özelliklere sahip olan sekonder metabolitlerle ilgili yapılan çalışmaların sayıları artırılması ve yapılan çalışmalara destek verilmesi büyük önem taşır.

4.1. Mantar Sekonder Metabolitleri

Mantarlar geniş bir yelpazede sekonder metabolitler üretebilen olağanüstü organizmalardır. Mantarlar bitkilerden tamamen farklı sadece kendine ait bir krallığı temsil ederler ve bu sebeplede benzer moleküller oluşturmak için bitkiler tarafından kullanılanlardan farklı olabilecek biyosentetik yollar geliştirmişlerdir (Chen and Liu, 2017). Mantarların geliştikleri ortamla etkileşiminde sekonder metabolitler çok önemli bir rol oynar.

“İkincil” olarak sınıflandırılmaları, çoğu durumda birincil metabolitlerin aksine, kayıplarının yapay kültürde hayatta kalmayı engellemediği gerçeğinden çıkarılmıştır. Bu, aslında, üretimi yapılan suşların gelişimi ve verimi için problemler oluşturabilir (Anke, 2020). Funguslar predatörlerine ve rakiplerine karşı kimyasal iletişim için veya patojenik funguslarda olduğu gibi hayvan ve bitki konakçılarına manipüle etmek için sekonder metabolitleri kullanırlar.

Mantarlar aleminde, *Ascomycetes* ve *Basidiomycetes* sekonder metabolit üretimi en fazla olan iki sınıftır. 1990’lardan bu yana, yeni tarama, ayırma ve karakterizasyon tekniklerinin kapsamlı bir şekilde uygulanmasıyla, dünya çapında yüksek mantarlardan geniş biyoaktivitelere sahip yeni biyoaktif sekonder metabolitlerin sayısında büyük bir artış ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, yalnızca nispeten az sayıda yüksek mantar türü kimyasal olarak araştırılmaktadır. Mantarlar sekonder metabolitleri üreten fabrikalar gibidir. İstatistiksel verilere göre, tanınan biyoaktif mikrobiyal metabolitlerin toplam sayısı, 1980’lerden bu yana her 10 yılda bir ikiye katlanmış olup günümüzde şimdi 22.000’den fazla biyoaktif ikincil mikrobiyal metabolit türü tanımlanmıştır (Berdy, 2005) ve bunların %38’den fazlası (yaklaşık 8.600) mantar kökenlidir (Zhong ve Xiao, 2009). Mantarlardan elde edilen bu sekonder metabolitler tıp, kimya, tarım ve daha bir çok alanda yeni öncü yapıların bulunmasında kaynak sağlayabilecek büyük bir potansiyele sahiptir.

Genel olarak, yüksek mantarlardan elde edilen seconder metabolitlerin ilaca benzerliği esas olarak şunları içerir: bunların moleküler ağırlıkları 150-1.000 Da aralığındadır; metabolitler genellikle C, H, O ve N, hatta S, P ve Cl, Br ve F gibi klor grubu atomları içerir; kimyasal yapıları yaygın olarak hidroksil, karboksil, karbonil, amino vb. gibi multifarmakofor noktaları sağlayabilen bazı önemli fonksiyonel grupları içerir; bağıl moleküler kütle, logP değeri ve hidrojen bağı donör ve reseptör sayısı gibi moleküler özellikleri, ilaç benzerliği kurallarına uygundur (Zhong ve Xiao, 2009).

Bu ilaçlar arasında birçok bulaşıcı hastalığın tedavisinde devrim yaratan çeşitli penisilin türevleri bulunmaktadır. Ayrıca mantarlar, bitki koruma maddelerinin geliştirilmesi için önemli bir kaynaktır. Örneğin, strobilurin türevli fungusidler, dünya çapında satılan bitki koruma ürünlerinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır (Bartlett ve ark., 2002). Mantarlardan elde edilen armillariols (*Armillaria sp.*), agrocybynes (*Agrocybe praecox*) gibi birçok sekonder metabolit bitki büyüme düzeyici olarak kullanılmaktadır (Wu ve Kawagishi, 2020). Mantarların sadece küçük bir bölümünün ikincil metabolitleri açısından araştırıldığı dikkate alındığında, çok sayıda mantarın çok sayıda olması kuvvetle muhtemeldir. Günümüzde ticari olarak üretimi yapılan bütün mantar türleri *Basidiomycetes* sınıfında yer alır. *Basidiomycetes* sekonder metabolit ürünleri biyogenetik

köken ve yapı bakımından *Ascomycetes* metabolitlerinden veya aktinomi-setler veya miksobakteriler gibi sekonder metabolitlerin diğer üreticilerinden oldukça farklıdır. Bununla birlikte, özellikle bazı poliketidler, asetilenler ve seskiterpenoidler açısından, bitki ürünleriyle bazı benzerlikler vardır. (Schüffler, 2018).

Mantarların polifenoller, alkaloidler, terpenler, flavonoidler, fenoller ve steroidler dahil olmak üzere çeşitli ikincil metabolitlerin kaynağıdır. Aşağıdaki bölümde mantarlardan izole edilen bazı sekonder metabolitler ve bunların etkileri gözden geçirilmiştir.

4.1.1. Terpenler

Mantarlar, doğal ortamlarında hayatta kalmak için içsel antibakteriyel ve antifungal bileşenlere sahiptir. Bu nedenle, potansiyel bir doğal antimikrobiyal kaynağıdır. Terpenler, *Basidiomycet*'lerin önde gelen metabolitleri arasındadır ve antimikrobiyal, antioksidan, antikanser ve anti-inflamatuar aktivitelerden sorumlu bileşiklerdir (Tablo 2). Tıbbi mantar türlerinde yaygın olarak görülen terpenler seskiterpenoidler (C15), diterpenoidler (C20), triterpenoidler (C30) ve karotenoidler (C40)'dir.

4.1.1.1. Seskiterpenler

Seskiterpenler çok çeşitli ve *Basidiomycet*'ler arasında çok yaygın bir alt sınıftır. Mantarlardan izole edilen aristolan, bisabolane, cuparene, drimane, fomannosane, lactaran, nordasinane, spiro, sterpuran tipini içeren sekiterpenoidler rapor edilmiştir.

Enokitake olarak da adlandırılan *Flammulina velutipes* (Curt.:Fr.) Sing, yüksek besin değeri ve lezzetli tadı nedeniyle dünya çapında en popüler yenilebilir mantarlardan biridir. *F. velutipes* mantarında bulunan flammulinol A ve flammulinolid A-G bileşikleri HepG2, HeLa ve KB hücre hatlarına karşı sitotoksik sergilerler. Aynı zamanda bu bileşikler yüksek antibakteriyel etkiye sahiptirler (Wang ve ark., 2012a). Enokipodin A, B, C ve D *F. velutipes*'ten izole edilen cuparene tipi seskiterpenidir. Enokipodin A ve B gram pozitif bakteriler *Bacillus subtilis* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı aktif iken, Enokipodin C antifungal, antimarial ve sitotoksik enokipodin ise antifungal, sitotoksik ve aktivite gösterirler (Ishikawa ve ark., 2000; Ishikawa ve ark., 2001; Wang ve ark. 2012). Aynı zamanda *F. velutipes*'in katı kültüründen izole edilen enokipodin E-J (1-6) ve iki yeni sterpuran seskiterpen, sterpurol A ve B, 2,5-cuparadien-1,4-dion, enokipodinler B ve D ve sterpurik asidin de antifungal, antibakteriyel, sitotoksik ve antioksidan etkilere sahip olduğunu rapor edilmiştir (Wang ve ark. 2012).

Pleurotus cornucopiae mantarından izole edilen seskiterpenler Pleurospiroketal A, B ve C, lipopolisakkarit ile aktive olan makrofajlar-

da nitrik oksit (NO) üretimine karşı orta derecede inhibe edici aktivite ve sitotoksik etki sergilemiştir (Wang ve ark., 2013). Yenilebilir mantar *Pleurotus cystidiosus* 'un katı kültüründen izole edilen seskiterpenoidlerin, protein tirozin fosfataz 1B'ye (PTP1B) karşı orta düzeyde inhibitör etkileri mevcuttur (Tao et al. 2016).

4.1.1.2. Diterpenler

Hericium erinaceus (Bull.: Fr.) Pers., tıbbi ve yenilebilir bir mantar olarak bilinir. Bu mantar Alzheimer hastalıklarının tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Deneysel çalışmalar, *H. erinaceus*'un şapka ve misellerinden ekstrakte edilen polisakkaritlerin ve terpenoidlerin (hericenonlar ve erinasinler) NGF sentezini uyardığını, nöronların büyümesini ve farklılaşmasını desteklediğini ve hücreleri oksidatif strese karşı koruduğunu göstermiştir (Thongbai ve ark. .2015). Bu mantardan izole edilen 3-hidroksihericenon F, ER stresine bağlı nöronal hücre ölümüne karşı aktiftir (Ueda ve ark. 2008). Hericenon C, D, E, F, G ve H'nin Alzheimer demansında iyileştirici bir etki ile ilişkili olan sinir büyüme faktörünün sentezini indüklediği belirlenmiştir (Mizuno, 1999). Diterpen olan hericenonlar ve erinasinler, kan-beyin bariyerini geçme yeteneği gösterirler ve özellikle nörodejeneratif bozukluklara karşı etkilidirler (Wong ve ark.; 2011, Spelman ve ark., 2017; Li ve ark., 2018). Hericenonlar ve erinacinler, diğer *Hericium* türlerinden de izole edilmiştir. NGF ve BDNF ile indüklenen korallösinler ve hericerin, *Hericium coralloides* (Wittstein ve ark. 2016), ve nörotrofin-indükleyici etkileri ile saptanmış olan yeni siyatan erinasinler Z1 ve Z2'de *H. erinaceus* ve *H. alpestre* misel kültürlerinde belirlenmiştir (Rupcic ve ark. 2018). *H. erinaceus* miseli, parkinson nörotoksini, 1-metil-4-fenil piridinyum (MPP+), aracılı nöronal hasara karşı nöroprotektif potansiyele sahiptir. Bu mantarın ana bileşeni olan erinasin, oksidatif stresi inaktive ederek buna katkıda bulunur (Kuo ve ark. 2016). Erinasin A ile zenginleştirilmiş *H. erinaceus* miselyumu, farelerde BDNF/PI3K/Akt/GSK-3 sinyal yolunu modüle ederek antidepresan benzeri etkiler üretmiştir (Chiu ve ark. 2018). Erinasin A ve S, serebral kortekste insülini parçalayan enzim seviyesini önemli ölçüde artırır (Chen ve ark., 2016)

Hericenonlar, A549, SK-OV-3, SK-MEL-2 ve HCT-15 hücre hatları üzerinde önemli sitotoksik etkiye sahiptir (Kim ve ark., 2012). Kawagishi, (1990), Hericenone A'nın, HeLa hücreleri üzerinde önemli bir sitotoksik aktiviteye gösterdiklerini rapor etmiştir. Hericenon I and hericen D'nin invitro koşullarda in vitro koşullarda EC109 hücre hattına karşı fitotoksik aktivite gösterir (Ma ve ark., 2010). Li ve ark. (2015), *H. erinaceus* şapkalarının izole ettikleri Hericerin A (1) ve isohericeneone J bileşiklerinin HL-60 lösemi hücrelerinin büyümesini inhibe ettiğini ve bu bileşiklerin kanser tedavisi potansiyeline sahip olduğunu ileri sürmüşlerdir. *Pleuro-*

tus eryngii mantarından izole edilen diterpen Eryngiolid A bileşikleri de, insan kanser hücre hatlarına karşı sitotoksitesite gibi biyolojik aktiviteler sergiler (Kikuchi ve ark., 2017; Wang ve ark., 2012).

4.1.1.3. Triterpenler

Triterpenler, mantarlardan insanlara kadar tüm büyük organizma gruplarında sekonder metabolitler olarak bulunur. Birçoğu biyolojik aktivitelere sahiptir ve ilaç geliştirmede anahtar öncü bileşikler olarak kullanılmıştır.

Ganoderma lucidum, geleneksel Asya tıbbında yaygın olarak kullanılır ve göze çarpan şapkalar oluşturur. Triterpenler, tıbbi mantarlarda bulunan en çeşitli ve önemli biyoaktif bileşik gruplarından birini temsil eder. Kim ve Kim (1999) 30 yılda *G. lucidum*' dan 120'den fazla farklı triterpen rapor edildiğini bildirmiştir. Bu sayı günümüzde çok daha yüksek rakamlara ulaşmıştır. Reishi mantarının (*G. lucidum*) şapka ve sporlarından izole edilen ganoderik asitler (Ahmad ve ark., 2022), lusidenik asitler (Sing ve ark., 2021) ve lanostan tipi triterpenik asitler (Zhang ve ark., 2022) triterpen kaynakları olarak rapor edilmiştir. Lusidenik asitler çeşitli hücre hatlarına karşı antitümör aktivite gösterirler (Singh ve ark., 2021). Ganoderik asitler antioksidant, antidiyabetik ve iltihap giderici etkiye sahiptir (Cho ve ark., 2021b). *G. lucidum*'dan elde edilen lanostan tipi triterpenoidlerin de karaciğeri koruyucu özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir (Zhang ve ark., 2022). *G. lucidum*'dan elde edilen bazı triterpenlerin aktif antiviral ajanlar olduğu çeşitli çalışmalarla kanıtlanmıştır (Zhang ve ark., 2014; Bharadwaj ve ark., 2019; Ahmad ve ark., 2021). *G. lucidum*'dan elde edilen bazı triterpenler, kolesterol biyosentezini inhibe edebilir (Tong ve ark., 2008), hiperglisemiye baskılayan enzimlerin sentezinde rol oynar (Ma ve ark., 2015). Ayrıca bu mantardan izole edilen bazı triterpenlerin antitümör (Shi ve ark., 2021; Cao ve ark., 2021) ve bağışıklık düzenleyici (de la Soledad Lagunes-Castro ve ark., 2021) etkileri de mevcuttur

Zhou ve ark. (2015), *G. lucidum* kompleksine ait kültürü yapılan *G. leucocontextum*'un şapkalarından on altı yeni (ganoleucoins A-P) ve 10 daha önce tanımlanmış lanostan triterpen ile birlikte on bilinen triterpen, izole etmişlerdir. *G. lucidum*'un şapkalarından izole edilen lanostan triterpenoidler (örneğin, lusidenik asitler, ganolucininler, yeni doğal ürün ganomisin, vb.) dahil olmak üzere birçok yeni biyoaktif bileşik, metabolik sendromun tedavisi için umut verici biyoaktif ajanlar olarak önerilir (Chen ve diğerleri 2017).

4.1.2. Polifenoller

Fenoller, flavonoidler, fenolik asitler, kinonlar, tokoferoller, tanenler vb. gibi çok sayıda alt sınıf içeren çeşitli bir biyo-bileşik grubudur. Fla-

voglucin, *Eurotium chevalieri* miselinden izole edilen ilk mantar fenolik antioksidandır (Ishikawa ve ark. 1984). Trans-sinamik asit, hidroksibenzoik asit, protokateşik asit ve kafeik asit gibi fenolik asitler de *A. bisporus* ve *L. edodes*'ten izole edilmiştir (Mattila ve ark. 2001).

Mantar fenolik asitleri, mantar türlerinde bulunan en yaygın fenolikler olarak kabul edilir ve bunlar, anti-inflamatuar, antitümör, antihiperglisemik, antiosteoporotik, anti-tirozinaz ve antimikrobiyal aktivitelere sahiptir (Abdelshafy ve ark., 2021). Mantar fenolikleri aynı zamanda mutajenik özelliklere sahip olmayan olağanüstü antioksidanlardır (Khatua ve ark. 2013). Mantar fenolik bileşikleri ile bunların in vitro antioksidan özellikleri arasındaki korelasyon bulunduğuna dair birçok çalışma sonucu mevcuttur (Sulkowska-Ziaja ve ark., 2012; Azieana ve ark., 2017; Atila, 2019). *F. velutipes*, *Pleurotus* spp., *G. frondosa*, *H. erinaceus*, *L. edodes* gibi günümüzde kültüre alınmış ve üretimi yapılan bir çok mantar türünün , lipid peroksidasyonunun inhibisyonu, serbest radikallerin temizlenmesi ve ayrıca ferrik indirgeme gücü dahil olmak üzere güçlü in vitro antioksidan özelliklere sahip olduğu rapor edilmiştir (Dong ve ark., 2017; Khatun ve ark., 2015; Yeh ve ark., 2010; Heleno ve ark., 2015; Nam ve ark., 2021). *Volvariella volvacea*'da yüksek antioksidan içeriğine sahip olan bir mantar türüdür ve bu türün β -glukanlar ve flavonoidler bakımından zengin bir kaynak olduğu rapor edilmiştir (Butkhup ve ark. 2018). *Agaricus brasiliensis*'in sulu preparatları, oksidatif stresi azaltma kapasiteleri nedeniyle romatoid artritli hastaların tedavisinde potansiyel yardımcı maddeler olarak önerilebilir. (De Souza ve ark. 2018). *Pleurotus citrinopileatus* ve *Pleurotus sajor-caju*'da dahil olmak üzere on *Pleurotus* türünün miselinden elde edilen metanolik ekstraktlarda güçlü bir antioksidan etki tespit eden Debnath ve ark. (2017), bu mantarların diyetle dahil edilmesi oksidatif hasarın neden olduğu hastalıkların önlenmesine yardımcı olabileceğini rapor etmişlerdir. *Pleurotus* türleri, *P. citrinopileatus*, *P. florida* ve *P. pulmonarius*'un katalaz, fenolik ve peroksidaz içeriklerine atfedilen en iyi antioksidanlarla karşılaştırılabilir olduğu gösterilmiştir (Khatun ve ark. 2015).

Flavonoidler, antioksidan aktivite sergileyen mantar metabolitlerinin ana bileşenlerinden bazılarıdır. Melanin biyosentezi üzerinde antioksidan etkileri ve inhibitör aktiviteleri olan bir sekonder metabolit sınıfı olan flavonoidler, çoğunlukla bitkilerde bulunur, ancak bazı mantarlarda da rapor edilmiştir (Mohamed Imram ve ark., 2011; Onekwu ve ark., 2014; Gąsecka ve ark., 2015). Gil-Ramirez ve ark. (2016) ise mantarların flavanoid içermediklerini rapor etmiştir.

4.1.3. Alkaloitler

Alkaloitler 3000 yıldır insanlar tarafından bitki özleri, ilaç ve zehirler içerisinde kullanılmıştır. Alkaloitler aktif, azot içeren bazik bileşikler

olarak tanımlanır. Zehirli mantarlarda yaygın şekilde bulunurlar (Lee ve ark., 2022).

Kültüre alınmış mantar türlerinin alkaloid içerikleri ile ilgili yürütülmüş sınırlı sayıda çalışma vardır. Protein tirozin fosfataz-1B (PTP1B), α -glukosidaz ve K562 hücrelerine karşı orta derecede sitotoksositeye karşı inhibitör etkileri olan tıbbi mantar *H. erinaceus*'tan izole edilen sekiz yeni alkaloid tanımlanmıştır (Wang ve diğerleri 2015d). İlk kez *H. coralloides*'den izole edilen Corallocin C nörit büyümesini uyarmak için dikkate değer bir aktivite gösterdi (Wittstein ve ark., 2016). *H. erinaceus*'tan izole edilen Erinacerins M–P orta derecede sitotoksik aktivite gösterir (Wang ve ark., 2015d). *G. frondosa*'dan izole edilen Pirolefronin α -glukosidaza karşı bir inhibitör aktivite bulundu ve bu aynı zamanda anti-inflamatuar etkiler göstermiştir (Chen ve ark., 2018; Guan ve ark., 2020). *G. lucidum*'dan elde edilen Ganocochlearine A dikkate değer nöroprotektif ve anti-inflamatuar aktiviteler sergiler (Lu ve ark., 2019). *H. erinaceus*'un kurutulmuş şapkalarından izole edilen ve iltihap giderici olarak tanımlanan hericirin, LPS'ye maruz kalan RAW264.7 hücrelerinde iNOS ve COX-2'nin protein ekspresyonunu önemli ölçüde inhibe etmiş ve NO, PGE₂, TNF- α , IL-6 ve IL-1 β üretimini azaltmıştır (Li ve ark., 2018).

G. lucidum'un şapkalarından izole edilen lucidimine B MCF-7 hücrelerine antiproliferatif aktivite ve antioksidant aktivite göstermiştir (Chen ve Lan, 2018) Lucidimine A, B, C,D ve E alkaloidleri önemli bir iltihap giderici aktivite göstermiştir (Lu ve ark., 2019). *F. velutipes* ile fermente edilmiş pirinç substratlarından tanımlanan yeni bir norseskiterpen alkaloid, KB hücrelerine karşı sitotoksitate göstermiştir bu mantarın potansiyel biyoaktif seskiterpenler için harika bir kaynak olabileceği rapor edilmiştir (Xu ve ark., 2013).

Eritadenin bir tür alkaloiddir ve ilk olarak *L. edodes*'in şapkalarından kolesterol düşürücü bir bileşen olarak izole edilmiştir. Bu bileşik *L. edodes* dışındaki yenilebilir mantarlardan nadiren izole edilir. Eritadenin, shiitake'nin hipokolesterolemik aktivitesinden sorumlu başlıca aktif maddelerden biri olarak kabul edilir (Bisen ve diğerleri. 2010). Kurutulmuş *L. edodes* şapkalarındaki eritadenin içeriği, 3.2–6.3 mg/g aralığındadır (Enman ve ark. 2007). Shiitake'den izole edilen hipokolesterolemik faktör olan eritadenin'in kemirgenlerde karaciğerde kolesterol biyosentezini baskıladığı ve plazma kolesterol konsantrasyonlarını azalttığı bildirilmiştir (Fukada ve ark. 2006).

4.1.4. Poliketidler

Sekonder metabolitlerin bir sınıfı olarak poliketidler (PK'ler), bazı canlı organizmalar tarafından onlara bazı hayatta kalma avantajları sağlamak için üretilen, yapısal olarak çok çeşitli karmaşık organik bileşikler

ailesidir. Genellikle kolesterol düşürücü, antibakteriyel, anti-kanser, anti-oksidant ve antifungal aktiviteler gibi farmakolojik özelliklere sahiptirler (Staunton ve ark., 2001; Bai ve ark., 2013; Sadorn ve ark., 2016; Seibold ve ark., 2020; Yang ve ark., 2021). Son yıllarda, *Cordyceps* türlerinden izole edilen Paecilomyces A, B ve C poliketidlerinden, Paecilomyces A ve C yüksek öneme sahip umut verici antiHIV ürünleri olarak tanımlanmışlardır (Lu ve ark., 2014). Yine bir *Cordyceps* türünden izole edilen Opa-liferin, HeLa, HSC-2 ve RERF-LC-KJ tümör hücre hatlarına karşı hafif sitotoksiste göstermiştir (Grudniewska ve ark., 2014).

4.1.5. Heterosiklik bileşikler

Heterosiklik bileşikler bir veya daha fazla halka karbon atomunun oksijen, nitrojen ve kükürt gibi farklı bir elementle değiştirildiği bileşiklerdir. Mantarlardan birçok heterosiklik türü izole edilmiş, yapıları ve biyolojik aktiviteleri analiz edilmiştir. Bunlara indoller, piridinler, sitokalsinler, kinolinler, flavonoidler ve nükleositler dahildir ve bunların antikanser, anti-HIV, antibakteriyel, antiproliferatif ve diğer farmakolojik aktiviteleri bildirilmiştir (Mishra ve ark., 1995; Konstantinova ve ark., 2009).

Furan, birçok mantar türünde bildirilen heterosiklik bir bileşiktir. *P. citrinopileatus*, *P. cornucopiae*, *P. djamor*, *P. floridanus*, *P. ostreatus* ve *P. sapidus* türleri topraksı ve et bezeri koku sağlayan 2-pentil-furan içerirler (Yin ve ark., 2019). Bazı yenilebilir mantarlardan izole edilen furan'ın antioksidan aktivitesine sahip olduğu bildirilmiştir (Liu ve ark., 2004).

Cordycepin, 3-deoksiadenozin, antitümör, immünomodülatör, anti-inflamatuar ve antibakteriyel olanlar dahil olmak üzere çeşitli farmakolojik aktivitelere sahip olan *Cordyceps militaris*'in önemli bir sekonder metabolittir (Tuli ve ark., 2013; Jin ve ark., 2021; Tan ve ark., 2021).

Lovastatin, statinlerin bir üyesidir ve *L. edodes*, *P. ostreatus*, *P. citrinopileatus* ve *A. bisporus*'da dahil olmak üzere birçok mantar türünde tanımlanmıştır (Tsiantas ve ark., 2021). Lovastatin hidroksimetilglutaril-CoA (HMG-CoA) redüktazın spesifik bir inhibitörü olup kolesterol düşürücü, antioksidan, immünomodülatör ve antimikrobiyal aktivitelere sahiptir (Xie ve ark., 2021; Almedia ve ark., 2021; Mahmoud ve ark., 2022). Tsiantas ve ark., (2021), *A. bisporus* şapkalarında kuru ağırlıkta 1.39 mg/kg, *P. ostreatus*'ta 1.11 mg/kg ve *P. citrinopileatus*'ta 0.158 mg/kg konsantrasyonlarda lovastatinin varlığı belirlemiştir.

L. edodes'in karakteristik bir aromatik bileşeni olan Lenthionin (1,2,3,5,6-pentatiepane) önemli antimikrobiyal özelliklere sahiptir ve maya ve mantarların büyümesini engellemede oldukça etkilidir. Lenthionin ayrıca tümör nekroz faktörü- α üretimini önemli ölçüde azaltabilir ve bu nedenle *L. edodes*'in gözlemlenen anti-inflamatuar etkisinden en azın-

dan kısmen sorumlu olabilir (Kupcova ve ark., 2018). Lentioninin, aynı zamanda *L. edodes*'den elde edilen uçucu yağdaki ana etkili bileşiktir ve trombosit agregasyonuna karşı inhibe edici aktivitesi vardır (Shimado ve ark., 2004).

5. Sonuç ve Öneriler

Modern dünyada, sürekli gelişen ilalara dirençli patojenler ve virüsler, kanser, şeker hastalığı, yüksek kolesterol gibi hastalıklar insanlar için büyük bir endişe kaynağı haline gelmiştir. Mevcut tedavilerin ortaya çıkardığı yan etkiler ve bu tedavilerin yüksek maliyetleri, hastalıklardan korunmada ve hastalıkların tedavisinde doğal içeriklere olan ilgiyi artırmıştır. Mantarlar, Uzak Doğu'da ve dünyanın diğer birçok bölgesinde binlerce yıldır çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Günümüzde biyoloji biliminin ve ilgili mühendislik alanlarının hızlı gelişimi ile mantarlar üzerine araştırmalar hızla derinleşmektedir.

Kültürü yapılan mantar türlerinin, çeşitli biyoaktivitelere sahip sekonder metabolitlerin önemli bir kaynağı olduğu açıktır. Yukarıda açıklandığı gibi, endüstriyel uygulamalar için önemli olan birçok benzersiz önemli biyoaktif bileşen mantarlardan izole edilmiştir. Şimdiye kadar sadece nispeten az sayıda yüksek mantar kimyasal olarak araştırıldığından mantarlarda hala keşfedilecek potansiyel olarak birçok bileşik vardır. Henüz araştırılmamış birçok mantar türü göz önüne alındığında, mantarların sağlığa faydalarına ilişkin yeni keşiflerin devam edeceği ve gelecekte insan hastalıkları için umut verici mantar tedavileri ve ürünlerinin bulunabileceği öngörülmektedir. Bu biyoaktif bileşenlerin tanımlanması ve bunların etki mekanizmalarının anlaşılması, günümüz terapötiklerinin repertuarına büyük kaynaklar ekleyebilir. Ancak, insan hastalıklarına yönelik yeni terapötik ilaçların tasarımlarına yol açabilecek yapı ve biyoaktivite arasındaki ilişkinin daha fazla araştırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdelshafy, A. M., Belwal, T., Liang, Z., Wang, L., Li, D., Luo, Z., & Li, L. (2021). A comprehensive review on phenolic compounds from edible mushrooms: Occurrence, biological activity, application and future prospective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-21.
- Afzal, K., Shukla, A. C., & Srivastava, D. K. (2022). Protocols for Extraction, Isolation, and Purification of Secondary Metabolites of Mushroom and Its Applications. In *Applied Mycology* (pp. 165-186). Springer, Cham.
- Ahmad, M. F., Ahmad, F. A., Khan, M. I., Alsayegh, A. A., Wahab, S., Alam, M. I., & Ahmed, F. (2021). Ganoderma lucidum: A potential source to surmount viral infections through β -glucans immunomodulatory and triterpenoids antiviral properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 187, 769-779.
- Ahmad, M. F., Wahab, S., Ahmad, F. A., Ashraf, S. A., Abullais, S. S., & Saad, H. H. (2022). Ganoderma lucidum: A potential pleiotropic approach of ganoderic acids in health reinforcement and factors influencing their production. *Fungal Biology Reviews*, 39, 100-125.
- Almeida, H. M. D. E. S., Oliveira, I. D. S., & Ferreira, S. B. (2021, September). Antimicrobial Potential of Hydroxymethylglutaryl-Coa Reductases Inhibitors. *Biology and Life Sciences Forum*. 9(1), 6
- Anke, T. (2020). Secondary metabolites from mushrooms. *The Journal of Antibiotics*, 73(10), 655-656.
- Atila, F. (2019). Comparative evaluation of the antioxidant potential of Hericium erinaceus, Hericium americanum and Hericium coralloides. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 18(6), 97-106.
- Azieana, J., Universiti Teknologi, M. A. R. A., Alam, S., Universiti Teknologi, M. A. R. A., Alam, S., Universiti Teknologi, M. A. R. A., ... & Alam, S. (2017). Total phenolic and flavonoid content and antioxidant activities of ten Malaysian wild mushrooms. *Open Access Library Journal*, 4(11), 1.
- Bai, M. S., Wang, C., Zong, S. C., Lei, M., & Gao, J. M. (2013). Antioxidant polyketide phenolic metabolites from the edible mushroom Cortinarius purpurascens. *Food Chemistry*, 141(4), 3424-3427.
- Bartlett, D. W., Clough, J. M., Godwin, J. R., Hall, A. A., Hamer, M., & Parr-Dobrzanski, B. (2002). The strobilurin fungicides. *Pest Management Science: Formerly Pesticide Science*, 58(7), 649-662.
- Berdy, J. (2005). Bioactive microbial metabolites. *The Journal of Antibiotics*, 58(1), 1-26.
- Berger, K. J., & Guss, D. A. (2005). Mycotoxins revisited: part I. *The Journal of Emergency Medicine*, 28(1), 53-62.
- Bharadwaj, S., Lee, K. E., Dwivedi, V. D., Yadava, U., Panwar, A., Lucas, S., ... & Kang, S. G. (2019). Discovery of Ganoderma lucidum triterpenoids as potential inhibitors against Dengue virus NS2B-NS3 protease. *Scientific Reports*, 9(1), 1-12.

- Butkhup L, Samappito W, Jorjong S (2018) Evaluation of bioactivities and phenolic contents of wild edible mushrooms from northeastern Thailand. *Food Science and Biotechnology*. 27,193–202. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0237-5>
- Chang ST, Buswell JA (1996). Mushroom Nutraceuticals. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 12, 473-476
- Bisen, P. S., Baghel, R. K., Sanodiya, B. S., Thakur, G. S., & Prasad, G. B. K. S. (2010). *Lentinus edodes*: a macrofungus with pharmacological activities. *Current Medicinal Chemistry*, 17(22), 2419-2430.
- Chang, S. T. (2001). A 40-year journey through bioconversion of lignocellulosic wastes to mushrooms and dietary supplements. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 3(4).
- Chang, S. T., & Miles, P. G. (2004). Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. CRC press.
- Cao, L., Jin, H., Liang, Q., Yang, H., Li, S., Liu, Z., & Yuan, Z. (2021a). A new anti-tumor cytotoxic triterpene from *Ganoderma lucidum*. *Natural Product Research*, 1-7.
- Cho, J. Y., Sadiq, N. B., Kim, J. C., Lee, B., Hamayun, M., Lee, T. S., ... & Kim, H. Y. (2021b). Optimization of antioxidant, anti-diabetic, and anti-inflammatory activities and ganoderic acid content of differentially dried *Ganoderma lucidum* using response surface methodology. *Food Chemistry*, 335, 127645.
- Chen, C. C., Tzeng, T. T., Chen, C. C., Ni, C. L., Lee, L. Y., Chen, W. P., ... & Shen, C. C. (2016). Erinacine S, a rare sesterterpene from the mycelia of *Hericium erinaceus*. *Journal of Natural Products*, 79(2), 438-441.
- Chen B, Tiana J, Zhang J et al (2017) Triterpenes and meroterpenes from *Ganoderma lucidum* with inhibitory activity against HMGs reductase, aldose reductase and α -glucosidase. *Fitoterapia*, 120,6–16. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2017.05.005>
- Chen, S.; Yong, T.; Xiao, C.; Su, J.; Zhang, Y.; Jiao, C.; Xie, Y. (2018). Pyrrole alkaloids and ergosterols from *Grifola frondosa* exert anti- α -glucosidase and anti-proliferative activities. *Journal of Functional Foods*, 43, 196–205.
- Chen, Y., & Lan, P. (2018). Total syntheses and biological evaluation of the *ganoderma lucidum* alkaloids lucidimines B and C. *ACS omega*, 3(3), 3471-3481.
- Chiu, C. H., Chyau, C. C., Chen, C. C., Lee, L. Y., Chen, W. P., Liu, J. L., ... & Mong, M. C. (2018). Erinacine A-enriched *Hericium erinaceus* mycelium produces antidepressant-like effects through modulating BDNF/PI3K/Akt/GSK-3 β signaling in mice. *International Journal Of Molecular Sciences*, 19(2), 341.
- Dabbour, I. R., & Takruri, H. R. (2002). Protein quality of four types of edible mushrooms found in Jordan. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57(1), 1-11.
- Debnath, S., Upadhyay, R. C., Das, P., & Saha, A. K. (2017). Antioxidant activities of methanolic extracts from ten *Pleurotus* species. *International*

Research Journal of Pharmacy, 8(3), 44-49. <https://doi.org/10.7897/2230-8407.080335>.

- de la Soledad Lagunes-Castro, M., Aguila, S., Herrera-Covarrubias, D., Hernández-Aguilar, M. E., Trigos, Á., Vidal-Limon, A., & Suárez-Medellín, J. (2021). Structure-Based Virtual Screening of Sterols and Triterpenoids Isolated from Ganoderma (Agaricomycetes) Medicinal Mushrooms Shows Differences in Their Affinity for Human Glucocorticoid and Mineralocorticoid Receptors. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 23(9).
- de Souza, A. C. D. S., de Almeida Goncalves, G., Soares, A. A., de Sá-Nakanishi, A. B., de Santi-Rampazzo, A. P., Natali, M. R. M., ... & Bracht, A. (2018). Antioxidant action of an aqueous extract of royal sun medicinal mushroom, *Agaricus brasiliensis* (Agaricomycetes), in rats with adjuvant-induced arthritis. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 20(2).
- Dong, Y. R., Cheng, S. J., Qi, G. H., Yang, Z. P., Yin, S. Y., & Chen, G. T. (2017). Antimicrobial and antioxidant activities of *Flammulina velutipes* polysacchrides and polysacchride-iron (III) complex. *Carbohydrate Polymers*, 161, 26-32.
- Enman, J., Rova, U., & Berglund, K. A. (2007). Quantification of the bioactive compound eritadenine in selected strains of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(4), 1177-1180.
- FAO (2022). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 28.07.2022).
- Fukada S, Setoue M, Morita T, Sugiyama K (2006) Dietary Eritadenine suppresses guanidinoacetic acid-induced hyperhomocysteinemia in rats. *Journal of Nutrition*, 136:2797-2802.
- Gąsecka, M., Mleczek, M., Siwulski, M., Niedzielski, P., & Kozak, L. (2015). The effect of selenium on phenolics and flavonoids in selected edible white rot fungi. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 726-731.
- Gençcelep, H., Uzun, Y., Tunçtürk, Y., & Demirel, K. (2009). Determination of mineral contents of wild-grown edible mushrooms. *Food Chemistry*, 113(4), 1033-1036.
- Gil-Ramírez, A., Pavo-Caballero, C., Baeza, E., Baenas, N., Garcia-Viguera, C., Marín, F. R., & Soler-Rivas, C. (2016). Mushrooms do not contain flavonoids. *Journal of Functional Foods*, 25, 1-13.
- Guan, P.; Wang, X.; Jiang, Y.; Dou, N.; Qu, X.; Liu, J.; Lin, B.; Han, L.; Huang, X.; Jiang, C. (2020). The anti-inflammatory effects of jiangrines from *Jiangella alba* through inhibition of p38 and NF-κB signaling pathways. *Bioorganic Chemistry*, 95, 103507.
- Grudniewska, A.; Hayashi, S.; Shimizu, M.; Kato, M.; Suenaga, M.; Imagawa, H.; Ito, T.; Asakawa, Y.; Ban, S.; Kumada, T.; et al. (2014). Opaliferin, a new polyketide from cultures of entomopathogenic fungus *Cordyceps* sp. NBRC 106954. *Organic Letters*, 16, 4695–4697
- Heleno, S. A., Barros, L., Martins, A., Queiroz, M. J. R., Morales, P., Fernández-Ruiz, V., & Ferreira, I. C. (2015). Chemical composition, antioxidant

- activity and bioaccessibility studies in phenolic extracts of two *Hericium* wild edible species. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 475-481.
- Ishikawa, Y., Morimoto, K., & Hamasaki, T. (1984). Flavoglucin, a metabolite of *Eurotium chevalieri*, its antioxidation and synergism with tocopherol. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61(12), 1864-1868.
- Ishikawa NK, Yamaji K, Tahara S, Fukushi Y, Takahashi K. (2000). Highly oxidized cuparene-type sesquiterpenes from a mycelial culture of *Flammulina velutipes*. *Phytochemistry*, 54:777–82.
- Ishikawa NK, Fukushi Y, Yamaji K, Tahara S, Takahashi K. (2001). Antimicrobial cuparene-type sesquiterpenes, enokipodins C and D, from a mycelial culture of *Flammulina velutipes*. *Journal of Natural Products*, 64:932–944.
- Jin, Y. T., Qi, Y. Q., Jin, M., Sun, J. F., Diao, S. B., Zhou, W., ... & Li, G. (2021). Synthesis, antitumor and antibacterial activities of cordycepin derivatives. *Journal of Asian Natural Products Research*, 1-11.
- Kavishree, S., Hemavathy, J., Lokesh, B. R., Shashirekha, M. N., & Rajarathnam, S. (2008). Fat and fatty acids of Indian edible mushrooms. *Food Chemistry*, 106(2), 597-602.
- Kawagishi, H., Ando, M. & Mizuno, T. (1990). Hericenone A and B as cytotoxic principles from the mushroom *Hericium erinaceum*. *Tetrahedron Letters*, 31, 373–376.
- Khan, T., Khan, M. A., Karam, K., Ullah, N., Mashwani, Z. U. R., & Nadhman, A. (2021). Plant in vitro culture technologies; a promise into factories of secondary metabolites against COVID-19. *Frontiers in Plant Science*, 12, 356.
- Khatua, S., Paul, S., & Acharya, K. (2013). Mushroom as the potential source of new generation of antioxidant: a review. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 6(5), 496-505.
- Kikuchi, T., Motoyashiki, N., Yamada, T., Shibatani, K., Ninomiya, K., Morikawa, T., & Tanaka, R. (2017). Ergostane-type sterols from king trumpet mushroom (*Pleurotus eryngii*) and their inhibitory effects on aromatase. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(11), 2479.
- Kim, H. W., & Kim, B. K. (1999). Biomedicinal triterpenoids of *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst.(Aphyllophoromycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1(2).
- Kim, S. H., Juhn, Y. S., & Song, Y. S. (2007). Akt involvement in paclitaxel chemoresistance of human ovarian cancer cells. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1095(1), 82-89.
- Konstantinova, L. S., Bol'shakov, O. I., Obruchnikova, N. V., Laborie, H., Tanga, A., Sopéna, V., ... & Rakitin, O. A. (2009). One-pot synthesis of 5-phenylimino, 5-thieno or 5-oxo-1, 2, 3-dithiazoles and evaluation of their antimicrobial and antitumor activity. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 19(1), 136-141.
- Kumar, K. (2015). Role of edible mushrooms as functional foods—a review. *South*

Asian Journal of Food Technology and Environment, 1(3-4), 211-218.

- Kuo, H. C., Lu, C. C., Shen, C. H., Tung, S. Y., Hsieh, M. C., Lee, K. C., ... & Lee, K. F. (2016). RETRACTED ARTICLE: Hericium erinaceus mycelium and its isolated erinacine A protection from MPTP-induced neurotoxicity through the ER stress, triggering an apoptosis cascade. *Journal of Translational Medicine*, 14(1), 1-14.
- Kupcova, K., Stefanova, I., Plavcova, Z., Hosek, J., Hrouzek, P., & Kubec, R. (2018). Antimicrobial, Cytotoxic, Anti-Inflammatory, and Antioxidant Activity of Culinary Processed Shiitake Medicinal Mushroom (*Lentinus edodes*, Agaricomycetes) and Its Major Sulfur Sensory-Active Compound—Lenthionine. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 20(2).
- Lee, S., Yu, J. S., Lee, S. R., & Kim, K. H. (2022). Non-peptide secondary metabolites from poisonous mushrooms: overview of chemistry, bioactivity, and biosynthesis. *Natural Product Reports*, 39, 512-559
- Li, W., Zhou, W., Lee, D. S., Shim, S. H., Kim, Y. C., & Kim, Y. H. (2014). Hericirine, a novel anti-inflammatory alkaloid from *Hericium erinaceum*. *Tetrahedron Letters*, 55(30), 4086-4090.
- Li, W., Zhou, W., Kim, E. J., Shim, S. H., Kang, H. K., & Kim, Y. H. (2015). Isolation and identification of aromatic compounds in Lion's Mane Mushroom and their anticancer activities. *Food Chemistry*, 170, 336-342.
- Li, I., Lee, L. Y., Tzeng, T. T., Chen, W. P., Chen, Y. P., Shiao, Y. J., & Chen, C. C. (2018). Neurohealth properties of *Hericium erinaceus* mycelia enriched with erinacines. *Behavioural Neurology*, 2018.
- Lindequist, U., Niedermeyer, T. H., & Jülich, W. D. (2005). The pharmacological potential of mushrooms. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2(3), 285-299.
- Liu, J. K., Hu, L., Dong, Z. J., & Hu, Q. (2004). DPPH radical scavenging activity of ten natural p-terphenyl derivatives obtained from three edible mushrooms indigenous to China. *Chemistry and Biodiversity*, 1(4), 601-605.
- Lu, R.; Liu, X.; Gao, S.; Zhang, W.; Peng, F.; Hu, F.; Huang, B.; Chen, L.; Bao, G.; Li, C.; et al. New tyrosinase inhibitors from *Paecilomyces gunnii*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 2014, 62, 11917–11923
- Lu, S. Y., Peng, X. R., Dong, J. R., Yan, H., Kong, Q. H., Shi, Q. Q., ... & Qiu, M. H. (2019). Aromatic constituents from *Ganoderma lucidum* and their neuroprotective and anti-inflammatory activities. *Fitoterapia*, 134, 58-64.
- Ma, B. J., Yu, H. Y., Shen, J. W., Ruan, Y., Zhao, X., Zhou, H., & Wu, T. T. (2010). Cytotoxic aromatic compounds from *Hericium erinaceum*. *The Journal of Antibiotics*, 63(12), 713-715.
- Ma, H. T., Hsieh, J. F., & Chen, S. T. (2015). Anti-diabetic effects of *Ganoderma lucidum*. *Phytochemistry*, 114, 109-113.
- Mahmoud, O. A., & Abdel_Hadi, S. Y. (2022). Extraction and Purification of Lovastatin from the Edible Mushroom *Laetiporus sulphureus* and its Antioxidant Activity. *Egyptian Journal of Botany*, 62(1), 169-175.
- Maity, P., Sen, I. K., Chakraborty, I., Mondal, S., Bar, H., Bhanja, S. K., ... & Ma-

- ity, G. N. (2021). Biologically active polysaccharide from edible mushrooms: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 172, 408-417.
- Manzi, P., Aguzzi, A., & Pizzoferrato, L. (2001). Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73(3), 321-325.
- Mattila, P., Könkö, K., Eurola, M., Pihlava, J. M., Astola, J., Vahteristo, L., ... & Piironen, V. (2001). Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(5), 2343-2348.
- Mau, J. E. L., Beelman, R. O. B., ve Ziegler, G. R. R. (1992). 1-Octen-3-ol in the Cultivated Mushroom, *Agaricus bisporus*. *Journal of Food Science*, 57(3), 704-706.
- Mishra, L., Said, M. K., Itokawa, H., & Takeya, K. (1995). Antitumor and antimicrobial activities of Fe (II)/Fe (III) complexes derived from some heterocyclic compounds. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 3(9), 1241-1245.
- Mizuno, T. (1999). Bioactive substances in *Hericium erinaceus* (Bull.: Fr.) Pers. (Yamabushitake), and its medicinal utilization. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1(2).
- Mohamed Imran, M., Mohamed Mahroop Raja, M., Abdul Basith, J., & Asarudeen, A. (2011). Determination of total phenol, flavonoid and antioxidant activity of edible mushrooms *Pleurotus florida* and *Pleurotus eous*. *International Food Research Journal*, 18(2).
- Nam, M., Choi, J. Y., & Kim, M. S. (2021). Metabolic Profiles, Bioactive Compounds, and Antioxidant Capacity in *Lentinula edodes* Cultivated on Log versus Sawdust Substrates. *Biomolecules*, 11(11), 1654.
- Nowak, R., Nowacka-Jechalke, N., Pietrzak, W., & Gawlik-Dziki, U. (2022). A new look at edible and medicinal mushrooms as a source of ergosterol and ergosterol peroxide-UHPLC-MS/MS analysis. *Food Chemistry*, 369, 130927.
- Öztürk, C. & Atila, F. (2021). Mantarların Biyolojik Aktiviteleri ile İlgili İn Vitro, İn Vivo Ve Klinik Değerlendirmeler. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 45(2), 344-378.
- Papoutsis, K., Grasso, S., Menon, A., Brunton, N. P., Lyng, J. G., Jacquier, J. C., & Bhuyan, D. J. (2020). Recovery of ergosterol and vitamin D2 from mushroom waste-Potential valorization by food and pharmaceutical industries. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 351-366.
- Pohleven, J., Obermajer, N., Sabotic, J., Anzlovar, S., Sepčić, K., Kos, J., Kralj, B., Strukelj, B., & Brzin, J. (2009). Purification, characterization and cloning of a ricin B-like lectin from mushroom *Clitocybe nebularis* with antiproliferative activity against human leukemic T cells. *Biochimica Et Biophysica Acta*, 1790(3), 173-181. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2008.11.006>
- Purwaningsari, D., Nugraha, J., Wahyuningsih, S. P. A., Hayaza, S., Susilo, R. J. K., Punnapayak, H., ... & Darmanto, W. (2021). Immunomodulating effect

- of Polysaccharide Krestin from *Cariolus versicolor* grown in Indonesia against Rheumatoid arthritis in Rat. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 14(3), 1360-1364.
- Rahman, M. A., Rahman, T., Rahman, M., & Arif, M. (2021). Usage of Mushrooms in Culinary and Medicinal Purposes. *Aditum Journal of Clinical and Biomedical Research*, 3(3).
- Roysse, D. J., Baars, J., & Tan, Q. (2017). Current overview of mushroom production in the world. *Edible and Medicinal Mushrooms: Technology And Applications*, 5-13.
- Rupcic, Z., Rascher, M., Kanaki, S., Köster, R. W., Stadler, M., & Wittstein, K. (2018). Two new cyathane diterpenoids from mycelial cultures of the medicinal mushroom *Herichium erinaceus* and the rare species, *Herichium flagellum*. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(3), 740.
- Sadorn, K., Saepua, S., Boonyuen, N., Laksanacharoen, P., Rachtawee, P., & Pitayakhajonwut, P. (2016). Antimicrobial activity and cytotoxicity of polyketides isolated from the mushroom *Xerula* sp. BCC56836. *RSC Advances*, 6(97), 94510-94523.
- Saito M, Yasumoto T, Kaneda T. (1975). Quantitative analyses of eritadenine in "Shii-ta-ke" mushroom and other edible fungi. *Eiyo Shokuryo*. 28, 503–13.
- Sakamoto, Y., Sato, S., Nakade, K., Ito, M., Yamauchi, T., Eda, K., ... & Konno, N. (2021). Screening of a *Lentinula edodes* Mutant That Retains Lentinan Contents Long after Being Harvested Using TILLING. *ACS Agricultural Science & Technology*, 1(3), 143-149.
- Seibold, P. S., Lenz, C., Gressler, M., & Hoffmeister, D. (2020). The *Laetiporus* polyketide synthase *LpaA* produces a series of antifungal polyenes. *The Journal of Antibiotics*, 73(10), 711-720.
- Shi, Y. J., Zheng, H. X., Hong, Z. P., Wang, H. B., Wang, Y., Li, M. Y., & Li, Z. H. (2021). Antitumor effects of different *Ganoderma lucidum* spore powder in cell-and zebrafish-based bioassays. *Journal of Integrative Medicine*, 19(2), 177-184.
- Shimada, S., Komamura, K., Kumagai, H., & Sakurai, H. (2004). Inhibitory activity of shiitake flavor against platelet aggregation. *Biofactors*, 22(1-4), 177-179.
- Singh, C., Pathak, P., Chaudhary, N., Rathi, A., & Vyas, D. (2021). *Ganoderma lucidum*: Cultivation and Production of Ganoderic and Lucidenic Acid. *Recent Trends Mushroom Biology*. Global Books Organisation.
- Sivanesan, I., Muthu, M., Gopal, J., & Oh, J. W. (2022). Mushroom Polysaccharide-Assisted Anticarcinogenic Mycotherapy: Reviewing Its Clinical Trials. *Molecules*, 27(13), 4090.
- Staunton J., Weissman, K.J. 2001. Polyketide biosynthesis: a millennium review," *Natural Product Reports*, 18(4), 380–416, 2001
- Sulkowska-Ziaja, K., Muszynska, B., Motyl, P., Pasko, P., & Ekiert, H. (2012). Phenolic compounds and antioxidant activity in some species of polypore mushrooms from Poland. *International Journal of Medicinal Mush-*

rooms, 14(4).

- Suzuki H, Iiyama K, Yoshida O, Yamazaki S, Yamamoto N, Toda S. (1990). Structural characterization of the immunoactive and antiviral water-solubilized lignin in an extract of the culture medium of *Lentinus edodes* mycelia (LEM). *Agricultural and Biological Chemistry*, 54(2), 479-87.
- Schöffler, A. (2018). Secondary metabolites of basidiomycetes. In *Physiology and Genetics* (pp. 231-275). Springer, Cham.
- Spelman, K., Sutherland, E., & Bagade, A. (2017). Neurological activity of Lion's mane (*Hericium erinaceus*). *Journal of Restorative Medicine*, 6(1), 19-26.
- Tabuchi A, Fukushima-Sakuno E, Osaki-Oka K, Futamura Y, Motoyama T, Osada H, et al. (2020). Productivity and bioactivity of enokipodins A–D of *Flammulina rossica* and *Flammulina velutipes*. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 4:876–86.
- Tao, Q. Q., Ma, K., Bao, L., Wang, K., Han, J. J., Zhang, J. X., ... & Liu, H. W. (2016). New sesquiterpenoids from the edible mushroom *Pleurotus cystidiosus* and their inhibitory activity against α -glucosidase and PTP1B. *Fitoterapia*, 111, 29-35.
- Tan, L., Song, X., Ren, Y., Wang, M., Guo, C., Guo, D., ... & Deng, Y. (2021). Anti-inflammatory effects of cordycepin: A review. *Phytotherapy Research*, 35(3), 1284-1297.
- Tharu, A. K., Paudel, M. R., Joshi, A. P., Bhandari, L., & Aryal, H. P. (2022). Screening of Secondary Metabolites and Antioxidant Activity of Wild Edible Termite Mushroom. *Pharmacognosy Journal*, 14(2).
- Tong, C. C., Choong, Y. K., Mohamed, S., Mustapha, N. M., & Umar, N. A. (2008). Efficacy of *Ganoderma lucidum* on plasma lipids and lipoproteins in rats fed with high cholesterol diet. *Nutrition & Food Science*, 38(3), 229-238.
- Thongbai, B., Rapior, S., Hyde, K. D., Wittstein, K., & Stadler, M. (2015). *Herichium erinaceus*, an amazing medicinal mushroom. *Mycological Progress*, 14(10), 1-23.
- Tsiantas, K., Tsiaka, T., Koutrotsios, G., Siapi, E., Zervakis, G. I., Kalogeropoulos, N., & Zoumpoulakis, P. (2021). On the identification and quantification of ergothioneine and lovastatin in various mushroom species: Assets and challenges of different analytical approaches. *Molecules*, 26(7), 1832.
- Tuli, H. S., Sharma, A. K., Sandhu, S. S., & Kashyap, D. (2013). Cordycepin: a bioactive metabolite with therapeutic potential. *Life Sciences*, 93(23), 863-869.
- Ueda K, Tsujimori M, Kodani S, Chiba A, Kubo M, Masuno K, Sekiya A, Nagai K, Kawagishi H (2008) An endoplasmic reticulum (ER) stress-suppressive compound and its analogues from the mushroom *Herichium erinaceum*. *Bioorganic Medicinal Chemistry*, 16,9467–9470
- Unekwu, H. R., Audu, J. A., Makun, M. H., & Chidi, E. E. (2014). Phytochemical screening and antioxidant activity of methanolic extract of selected wild edible Nigerian mushrooms. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4,

S153-S157.

- Wang Y, Bao L, Liu D, Yang X, Li S, Gao H, et al. (2012a). Two new sesquiterpenes and six norsesquiterpenes from the solid culture of edible mushroom *Flammulina velutipes*. *Tetrahedron*, 68, 3012–8.
- Wang Y, Bao L, Yang X, Li L, Li S, Gao H, et al. (2012b). Bioactive sesquiterpenoids from the solid culture of the edible mushroom *Flammulina velutipes* growing on cooked rice. *Food Chemistry*, 132:1346–53.
- Wang, S. J., Li, Y. X., Bao, L., Han, J. J., Yang, X. L., Li, H. R., ... & Liu, H. W. (2012c). Eryngiolide A, a cytotoxic macrocyclic diterpenoid with an unusual cyclododecane core skeleton produced by the edible mushroom *Pleurotus eryngii*. *Organic Letters*, 14(14), 3672-3675.
- Wang, K.; Bao, L.; Ma, K.; Liu, N.; Huang, Y.; Ren, J.; Wang, W.; Liu, H. (2015d). Eight new alkaloids with PTP1B and α -glucosidase inhibitory activities from the medicinal mushroom *Herichium erinaceus*. *Tetrahedron*, 71, 9557–9563.
- S. J. Wang, L. Bao, J. J. Han, Q. X. Wang, X. L. Yang, H. A. Wen, L. D. Guo, S. J. Li, F. Zhao and H. W. Liu (2013). Pleurospiroketals A-E, perhydrobenzannulated 5,5-spiroketal sesquiterpenes from the edible mushroom *Pleurotus cornucopiae*. *Journal of Natural Products*, 76, 45-50.
- Wang, X. M., Zhang, J., Wu, L. H., Zhao, Y. L., Li, T., Li, J. Q., ... & Liu, H. G. (2014). A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. *Food Chemistry*, 151, 279-285.
- Wasser, S. P. (2010). Medicinal mushroom science: history, current status, future trends, and unsolved problems. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 12(1).
- Wink M. (2003). Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry*, 64(1), 3-19. doi: 10.1016/S0031-9422(03)00300-5. PMID: 12946402.
- Wittstein, K.; Rascher, M.; Rupcic, Z.; Löwen, E.; Winter, B.; Köster, R.W.; Stadler, M. (2016). Corallocins A–C, nerve growth and brain-derived neurotrophic factor inducing metabolites from the mushroom *Herichium coralloides*. *Journal of Natural Products*, 79, 2264–2269
- Wong, K. H., Naidu, M., David, P., Abdulla, M. A., Abdullah, N., Kuppasamy, U. R., & Sabaratnam, V. (2011). Peripheral nerve regeneration following crush injury to rat peroneal nerve by aqueous extract of medicinal mushroom *Herichium erinaceus* (Bull.: Fr) Pers.(Aphyllphoromycetidae). *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2011:580752. doi: 10.1093/ecam/neaq062.
- Wu, J., & Kawagishi, H. (2020). Plant growth regulators from mushrooms. *The Journal of Antibiotics*, 73(10), 657-665.
- Wu, J. Y., Siu, K. C., & Geng, P. (2021). Bioactive ingredients and medicinal values of *Grifola frondosa* (Maitake). *Foods*, 10(1), 95.
- Xie, L., Zhu, G., Shang, J., Chen, X., Zhang, C., Ji, X., ... & Wei, Y. (2021). An overview on the biological activity and anti-cancer mechanism of lovasta-

tin. *Cellular Signalling*, 87, 110122.

- Xu, Z. Y., Wu, Z. A., & Bi, K. S. (2013). A novel norsesquiterpene alkaloid from the mushroom-forming fungus *Flammulina velutipes*. *Chinese Chemical Letters*, 24(1), 57-58.
- Yadav, D., & Negi, P. S. (2021). Bioactive components of mushrooms: Processing effects and health benefits. *Food Research International*, 148, 110599.
- Yeh, J. Y., Hsieh, L. H., Wu, K. T., & Tsai, C. F. (2011). Antioxidant properties and antioxidant compounds of various extracts from the edible basidiomycete *Grifola frondosa* (Maitake). *Molecules*, 16(4), 3197-3211.
- Yin, C., Fan, X., Fan, Z., Shi, D., Yao, F., & Gao, H. (2019). Comparison of non-volatile and volatile flavor compounds in six *Pleurotus* mushrooms. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 99(4), 1691-1699.
- Zhang, W., Tao, J., Yang, X., Yang, Z., Zhang, L., Liu, H., ... & Wu, J. (2014). Antiviral effects of two *Ganoderma lucidum* triterpenoids against enterovirus 71 infection. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 449(3), 307-312.
- Zhang, X., Gao, X., Long, G., Yang, Y., Chen, G., Hou, G., ... & Hu, G. (2022). Lanostane-type triterpenoids from the mycelial mat of *Ganoderma lucidum* and their hepatoprotective activities. *Phytochemistry*, 198, 113131.
- Zhao, Z. Z., Chen, H. P., Li, Z. H., Dong, Z. J., Bai, X., Zhou, Z. Y., ... & Liu, J. K. (2016). Leucocontextins A–R, lanostane-type triterpenoids from *Ganoderma leucocontextum*. *Fitoterapia*, 109, 91-98.
- Zhong, J. J., & Xiao, J. H. (2009). Secondary metabolites from higher fungi: discovery, bioactivity, and bioproduction. *Biotechnology in China*, 1, 79-150.



BÖLÜM 4

GÜNÜMÜZDE TARIMSAL ARAŞTIRMA VE YAYINLARDA ETİK İLKELER

Hasan Vural¹, Veysel Kiremitçi²

1 Prof.Dr. , Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Orcid: 0000-0003-2323-4806

2 Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi 501913016@ogr.uludag.edu.tr

1.Giriş

Yeterli, kaliteli ve güvenli gıdaya erişim insanoğlunun en temel hak ve özgürlüklerinden olup bu haktan kimse mahrum edilemez. Tarım sektörü yeterli ve kaliteli gıdanın temin edilmesinde lokomotif görevi görmektedir. 2050 yılına kadar dokuz milyarı aşması beklenen dünyanın, tarım ürünlerine olan beklenen talep artışı yeterli ve kaliteli gıdaya erişim hususunda bir takım sorunlar doğurmaktadır. Artan nüfusa paralel artan ihtiyaçlara karşın aynı doğrultuda artmayan doğal kaynaklar ve tarım alanlarından daha fazla verim elde edilmeye çalışılmaktadır. Bu durum beraberinde; yoğun kimyasal girdi kullanımı sebebiyle toprağın ve doğal kaynakların bilinçsizce kullanılarak tahrip edilmesine yol açmaktadır. Yanlış kullanım ve uygulama metotlarının yanında, ürün elde edildikten sonraki süreçlerde gıda güvenliğine yönelik kuşkuların artmasına sebep olmaktadır. Günümüzde; yüksek verim amaçlı kullanılan genetiğiyle oynamış organizmaların tarımsal sahada, özellikle Amerika gibi dış ülkelerde sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bilhassa tohum alanında kullanım sonucu ortaya çıkan, transgenetik tohumlar kısa vadede verim artışı sağlasa da uzun vadede hem insan sağlığı hem de doğal kaynaklar açısından büyük risk teşkil etmektedir. Batı ülkelerinde son yıllarda rekabette üreticiyi ve tüketiciye korumak amacıyla “Adil Ticaret” etiketi uygulaması başlatılmıştır. Aslında adil ticaret ürünlerinin ayırt edici tüm özelliği tüketicilerin onlara verdiği değer olan güven yaklaşımıdır. Adil ticaret hareketinin başarısı **ADİLTİCARET** (fair trade) markası tüketicilerin ve onların marka garantisini taşıyan ürünler için gerekli olan standartların belgelenmesindeki güven takdirine bağlıdır. Gıda Güvenliği; İngiltere’de “Food Safety” olarak yer almakta ve sağlıklı, kusursuz gıda üretimini sağlamak amacıyla gıdaların; üretim, işleme, muhafaza ve dağıtımını sırasında gerekli kurallara uyulması ve önlemlerin alınması olarak tanımlanmakta ve sağlıklı, sağlıklı yararlı ve sağlıklı durumu korunmuş gıda kavramlarını içermektedir.

Gelişmiş ülkelerde bazı profesyonel gruplar ve şirketler etiğin formal kodlarını kullanmaktadırlar. Bu kodlar iş yerinde beklenen etik standartların hatırlatıcısı olarak gerçek değere sahiptir. Bir kamu belgesi gibi bu kodlar, ihlal edenlere karşı resmi veya hukuki disiplin cezası alması için bir temel olarak hizmet vermektedir. FAO gıda güvenliğini sağlamak için söz konusu kapsamda dört temel koşul ileri sürmüştür. Bunlar; Gıdaya erişimde eşitlik, Gıda maddelerine ulaşım, Sürdürülebilir üretimin sağlanması, ve Gıda kalitesidir. Gıdaya erişimde eşitlik konusu, herkesin dengeli ve kaliteli beslenme adına güvenli gıdanın temin edilmesinde eşit haklara sahip olduğudur. Sürdürülebilir üretim konusunda, bilhassa tarımsal açıdan doğal kaynakların doğru kullanımı, çevreye ve doğaya saygılı, aynı zamanda ekonomik olarak sürdürülebilir tarım vasıtasıyla artan nüfusun ihtiyaçlarının yeterli ve kaliteli bir şekilde karşılanmasını ifade etmek-

tedir. Gıdaya erişim (ulaşım) konusundaysa; gıdanın satın alımı, pazarlanması, gerekli takdirde yeterli gıdaya erişim konusunda sorun yaşayan üçüncü dünya ülkelerine düzenli gıda yardımlarıyla ve alınacak tedbirlerle besinsel ihtiyaçların karşılanmasını ifade etmektedir. Gıda kalitesi konusunda ise; sadece nicelik olarak yeterli gıdanın temini değil aynı zamanda nitelik olarak gereken kalite şartlarının yerine getirilmesi ve insan sağlığı açısından risk oluşturmamasını tanımlamaktadır.

Günümüzde geçen yüzyılda başlayan etik konusunda tartışma ve uygulamalar gittikçe önemini artırmaktadır. Aslında etik konusunun bilinen tarih içinde özellikle bilime yön veren ilk düşünürlerle başladığını söyleyebiliriz. Etik öğretilerde Platon, Kant, Mill ve Aristoteles'in orijinal felsefi metinlerinin yanı sıra, John Rawls ve Peter Singer gibi çağdaş Etikçiler'in incelemelerinde somut etik ikilem örnekleri etik felsefeler olarak görülmektedir. Etiğin belki de en önemli uygulama alanı, her alana örnek olacak *araştırma ve yayınlarda etik uygulamalardır*.

Etik argümanlar yaygındır. Etik felsefi bir disiplin olarak incelenirken, bu tür argümanları okumak ve onları Sokrates, Kant, Mill ve Aristoteles'in bakış açılarından yorumlamak faydalı olmaktadır. Filozof ne dedi? Argüman şu şekilde mi: “Bunu doğru olduğu için yapmalısın, (açık, net) bir ahlaki ilkeyi takip ediyor mu?” Veya, Argüman şu şekilde : “Bu (faydalı) sonuçla sonuçlandığı ve bu sonuç öngörülen eylemi haklı çıkardığı için bunu yapmalısınız?” Belki de Aristoteles'i izleyerek “Bunu yapmayı düşünmeyebilirsiniz ama bu durum haklı (doğrumu, adaletlimi) mı?” şeklindedir.

“Etik” kelimesi çok sık kullanılmakta olup, pek çok metinde yer almaktadır. İnsanların çoğu muhtemelen “etik davranışın” neyi vurguladığı hakkında fikir sahibidirler – bu “bir şeyin iyi yapılması” anlamındadır. Seebauer'e göre “*insanlar içgüdülerine uyarak iyiyi belirleyebilirler*”. Çinli “Renging” kavramına göre; *İnsanlar bir duruma bağlı olarak iyilik yapmayı zorunluluk hissederler. Durumun mantığına ve arkasındaki nedene bakmaksızın sadece doğru görünen yardımsever bir eylemi gerçekleştirmek gibidir* (Clark ve Ritson, 2013). Seebaure'e göre, “*doğru etik davranış genellikle kendimiz, kurumlarımız ve bütün dünya için doğru sonuçlara yol açar*” (Clark ve Ritson, 2013). Fakat, bunu uygulamak için doğru bir etik davranışı ve kurumun belirlediği pozitif etki sağlayacak süreçlerin oluşturulması konusunda ortak konsensusa ulaşılması gerekmektedir.

İnsanlar ve organizasyonlar rehberlik edici bazı kurallar olmadan her zaman neyin doğru olduğunu bilemezler. Dahası, bu kurallar toplumda etik davranışı ve sonuçlarını yansıtmalıdır. Pek çoğumuzun kötü olarak ve adalet, otonomi, ahlaki değerlerden yoksun olarak adlandırdığımız eylemler, aslında onları yapanlar tarafından kendi kurallarına göre doğru olarak

kabul edilirler. Doğru seçimleri çoğunlukla sezgisel yaparız ve davranış kodları ve erdemlerin anlayışını sonradan kazanırız. *Fakat bazı seçimler zordur ve yapmak cesaret ister.* Böyle durumlarda temel inanç ve değerleri benimsemenin gerekliliği önerilmektedir.

Etik yaklaşımlar normatif ve normatif olmayan yaklaşımlar olarak ayrılabilirdiği gibi, normatif olmayan etiğin alt unsurları Betimleyici, Normatif ve Metaetik olarak ta ayrışabilmektedir. Etik tür olarak farklı başlıklarından biri de teorik ve pratik etik olarak ayrılmasıdır. Teorik etik, etik kaygıların nasıl ortaya çıktığı ile ilgilenirken, pratik etiğin genel kuralların pratikteki yansımalarına ve ahlaki değerlendirmeleri nasıl etkilediğine baktığını söyleyebiliriz.

Meslek etiği, bireysel etiğe dayanmaktadır. Yani sağlam bir meslek etiği anlayışı; ancak sağlam bir bireysel ahlaki yapı üzerine kurulabilir. Meslek etiği, değerler üzerine kurulur. Sorumluluk, hesap verilebilirlik, dürüstlük, şeffaflık ve uzmanlık bu değerlerdendir. İster kişinin iş yerinde olsun ister özel hayatında olsun, etik etikdir. Hepsi bireyin değerlerine dayanmaktadır.

Yayıncılıkta etik hala önemli mi? Araştırma raporları yazarken önemli mi? Bazıları etiğin bugün her zamankinden daha önemli olduğunu iddia etmektedir. Sıklıkla, uydurulmuş, yanlış veriler kullanılmış, çalışmaya hiçbir katkısı olmayan yazarları içeren, araştırmaya dahil olmayan bilim insanı olmayan bir kişi tarafından hayalet olarak yazılmış ve daha önce başka biri tarafından yayınlanmış materyalleri içeren bilimsel raporlar hakkında ifşalar vardır. Uygun referans ve atıf olmadan kelimesi kelimesine alıntı yapılmış eserlere rastlanmaktadır. Bilimsel yayın ve raporlamasında etiğin önemi, Dünya’da birçok üniversitede bölümlerin lisansüstü öğrencilerce sunulan konularda rapor yayınlama ve rapor yazma etiğini dahil ettiği bir noktaya yükselmiştir. Artan bir şekilde editöre mektuplar veya editör tarafından dergide yayınlanan bir şeyin uygunsuz olduğunu bildiren bir mektuplar görülmektedir. Yayıncılar, yayınladıklarının uygun şekilde atfedilen materyali içermesini sağlamak için daha fazla özen göstermektedirler. Dergiler, “yayıncılıkta gerçeğin” önemini vurgulamak için yazarlar için kılavuzlarını yeniden yazmakta ve makalelerin elektronik olarak gönderilmesi ve gözden geçirilmesiyle birlikte dergi editörleri, uygun atıfları kontrol edebilmek için makale içinde daha önce yayınlanmış çalışmalarını arayan bilgisayar programlarını giderek daha fazla kullanmaktadırlar. Bu makalede, yayıncılık ve rapor yazımında etiğin bazı kritik unsurları paylaşılmaktadır. Bu fikirlerin çoğu, dergilerin web sayfalarında yayınladığı “Yazarlar için Rehber İlkeler”de bulunabilir.

2. Bir yayın yada raporda kimler yazar olarak belirtilmelidir?

Bu zararsız bir soru gibi görünse de, kültüre ve otokratik yöneticilere bağlı olarak gerçek bir ikilem sunabilir. Buna ek olarak, bazı üniversiteler, terfi adaylarının ortak yazar olarak adlandırıldıkları her yayındaki rolünü belirlemelerini şart koşmaktadır. Örneğin; Gıda Teknolojileri Enstitüsü (*Journal of Food Science, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety ve Journal of Food Science*) tarafından yayınlanan bilimsel dergiler için, ortak yazarlık, “çalışmanın aşağıdaki yönlerinden bir veya daha fazlasına önemli ölçüde katkıda bulunanlarla sınırlıdır; fikir, planlama, yürütme, yazma, yorumlama veya istatistiksel analiz.” (IFT Bilimsel Dergiler, 2011). Yazarlığa kimin dahil edileceğine ilişkin karar, elbette, nihai olarak makaleyi veya raporu gönderen kişiye aittir. Dergilerin yazarlığın gerçekliğini kontrol etme gibi bir niyeti yoktur ve buna gerek yoktur. Bu nedenle, bu bir etik değerlendirme meselesidir. Aynı derecede önemli olan, yazar olarak listelenenlerin araştırmanın gerçekliği ve geçerliliği için kefil olmaya istekli olmaları gerekliliğidir.

Muhtemelen her editör, yayınlanmış bir makalenin sorumlu yazarlığının sorgulandığı durumlarla karşılaşmıştır. Bu gerçekleştiğinde, gerçeği tespit etme sürecini takip etmek kolaydır (sadece söz konusu yazara ve diğer ortak yazarlara yayında her birinin oynadığı rolü sorarak), ancak “gerçeği” bilmek o kadar kolay elde edilmemektedir. Kültür ve kişisel ilişkilerin devreye girdiği yer burasıdır. Bazı kültürlerde ortak yazar olarak patronu, merkez müdürü, dekanı veya diğer yetkili kişileri listelemek tamamen yeterli kabul edilmektedir. Genellikle bu uygulama hoş karşılanmamakta ve norm olmamaktadır. Bu gerçekleştiğinde, bir yayındaki sonuçlara itiraz edilebileceği ve yayında gerçekten hiçbir rolü olmayan kişinin sonuçları savunması gerektiği durumlar ortaya çıkabilmektedir. Açıkçası, bu kişinin çalışma hakkında hiçbir bilgisi olmayabilir veya araştırmayı savunmak için yetersiz bilgiye sahip olabileceğinden, bu “yapışkan bir araç” haline gelebilir. Sonuç olarak, ortak yazar olarak listelenen her bir kişi, yayına ne katkıda bulunduğunu bilmeli ve sonuçları savunabilmelidir.

Son zamanlarda ortaya çıkan ve kamuoyuna duyurulan bir diğer durum da hayalet yazarların kullanılmasıdır. Ana dili İngilizce olmayan araştırmacılar için, araştırma çalışması tamamlandıktan ve sonuçlar ve tartışma yapıldıktan sonra, makaleyi yazmak için İngilizce diline çok iyi hakim olan bir kişi tutulur. Wong (2010), Çin’de araştırmacıların metni yazmak için İngilizce öğretmenleri kullandığı bu tür olayları anlatmıştır. Bunun akademik bir aldatma olduğunu ima etmektedir. Tercüman yazar, yazarlar listesinde yer almıyorsa, en azından etik olarak, hayalet yazı uygunsuz olarak kabul edilmesi önerilmektedir.

3. Araştırma etik bir şekilde yapılmış mı?

Günümüzde tüm araştırma kuruluşları, araştırmayı yürütürken hayvanlar veya insanlar kullanıldığında uyulması gereken yönergelere sahiptirler. Ulusal Sağlık Enstitüleri, bir tıbbi ürünün doğru kullanımına ayrılmış bir web sitesine sahiptir. Ulusal Sağlık Enstitüleri, hayvanların araştırmalarda doğru kullanımına ve hayvanların kullanımında alternatiflere ayrılmış bir web sitesine sahiptir (<http://bioethics.od.nih.gov/animals.html>). Yönergeleri neredeyse evrensel olarak takip edilmektedir. Kılavuzlara kesinlikle uyulmasını sağlamak için, tüm araştırma üniversiteleri, araştırma projelerinde hayvanların ve insanların kullanımına ilişkin protokollerin tabi tutulması gereken inceleme komiteleri kurmuştur.

Araştırmalarda hayvanların kullanıldığı makaleleri yayınlayan dergilerin yarısından azı, araştırma ve insan deneklerin kullanımında hayvanların kullanılmasının doğru kullanımı veya etiği konusunda bir politikaya sahiptir (Osborne, 2011). Osborne, bu dergilerin ve aslında kampüslerdeki inceleme komitelerinin hayvanların kullanılmasının gerekli olup olmadığını nadiren değerlendirdiğine dikkat çekmektedir, veya araştırmadaki insan deneklere ihtiyacı. Araştırmalarda hayvanları ve insan deneklerini kullanırken etik konusunda dergilerin bu belirgin eksikliğin bir sonucu olarak, Osborne ve Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals (RSPCA), biyomedikal ve biyobilim dergilerini bu konuda kılavuzlar oluşturmaları için uyararak bir program başlatmıştır. Daha spesifik kılavuzların olmamasına rağmen, çoğu dergide hayvanların ve insanların araştırmalarda etik kullanımına ilişkin bazı açıklamalar bulunmaktadır. Örneğin, Institute of Food Technologist tarafından yayınlanan Journal of Food Science, yazarlar için kılavuzlarında aşağıdakileri vurgulamaktadır (IFT, 2011):

“4. Etik konular:

Çalışma canlı hayvanlar üzerinde deney yapmayı içeriyorsa, yazarlar bunun yerel etik yönergelere uygun olarak gerçekleştirildiğine dair kanıt sağlamalıdır. İnsanları içeren işlerde, yerel etik kurul onayı ile yapıldığına dair kanıt sunulmalıdır.”

4. Araştırmacılar arasında çıkar çatışması var mı?

Son zamanlarda dünya genelinde gıda ve sağlık sektöründe bilim adamlarının yürüttükleri araştırmalarda potansiyel çıkar çatışmalarını belirtmeleri konusunda artan bir ilgi görülmektedir. Bu, kısmen, doktorların ilaçların etkinliğini değerlendiren değerlendirme ekibinin bir parçası olduğu zaman, doktorların ilaç şirketleriyle olan ilişkisinden kaynaklanmaktadır. Gıda ve beslenme topluluğu için, Kuzey Amerika Uluslararası Yaşam Bilimleri Enstitüsü (ILSI-NA), bu alandaki araştırmacılar için kıla-

vuzlar geliştirmek üzere seçkin bir araştırmacı ve kamu politikası uzmanları ekibini bir araya getirmiştir (Rowe ve diğerleri, 2009). Kılavuzların birincil odak noktası araştırmacılara ve araştırmanın yürütülmesine yönelik olsa da, ilkeler çalışmanın sonuçlarını yayınlamak için de geçerlidir.

Çıkar çatışması politikalarına ve yönergelerine bir örnek olarak, IFT'nin bilimsel dergileri aslında Wiley-Blackwell aracılığıyla basıldığından ve dağıtıldığından, dergiler ayrıca Wiley-Blackwell etik kurallarına da abone olmaktadır (<http://www.blackwell.com/Publicationethics/>). Bunlar çok kapsamlıdır ve Wiley-Blackwell ile bağlantılı olarak, IFT'nin standartları, yazarların araştırmanın bütünlüğünü tehlikeye atacak çıkar çatışmalarını ifşa etmelerini gerektirmektedir. IFT'ler gibi hakemli dergilerde, genellikle gözden geçirenlerin araştırmada bir yanlılık veya yazarlar için bir çıkar çatışması olduğuna inanıp inanmadıklarını belirlemeleri için bir kontrol listesi bulunmaktadır. Aynı şekilde, gözden geçirene, makaleyi adil ve tarafsız bir şekilde inceleme yeteneğini etkileyecek bir çıkar çatışması olup olmadığı da sorulmaktadır. Hakemlerin önyargıları ve çıkar çatışmaları sadece yayınlarda değil, aynı zamanda araştırma tekliflerinin gözden geçirilmesinde de bir sorundur. Sonuç olarak, bir gözden geçirenin ilk şartı, potansiyel önyargılarını ve çıkar çatışmalarını beyan etmektir.

5. Finansman kaynağına dayalı önlemler var mı?

Özellikle sanayi ile ilgili bilimsel araştırmalarda, özellikle tüketicilerin çıkarlarını koruduğunu iddia edenlere en büyük eleştirilerden biri, çalışmanın endüstri tarafından finanse edilmiş olmasıdır. Bazı bilim ve teknolojisi araştırmalarında kamu finansmanı eksikliği göz önüne alındığında, gıda, ilaç, gıda bileşenleri ve gıda işlemenin iyileştirilmesine yönelik bilimsel ilkelerin bilgisinde ve uygulanmasında ilerlemeler sağlamak için endüstrinin finansmanı gerekmektedir.

Çoğu hakemli dergi, yazarların araştırma için tüm finansman kaynaklarını açıklamasını istemektedir. Ek olarak, editör fon kaynağına dayalı bir önyargı olabileceğini düşünüyorsa, tam açıklama ve şeffaflık adına yazarları sorgulama yetkisine sahiptir. Araştırmacının ve fon kaynağıyla olan ilişkisinin bu şeffaflığı, eleştirilerin önlenmesi, bilimi ve bilgiyi ilerletmek için esastır. Genel olarak, tam açıklama ve şeffaflığın yanı sıra, soru şu: "Finansman kaynağına dayalı araştırmalarda bir önyargı var mı?" Ne yazık ki bu konuda çok az yayınlanmış araştırma mevcuttur. Bunun en önemli nedeni, finansman kaynağı ile birlikte sonuçları analiz etmek için incelenebilecek büyük bir veri tabanının olmamasıdır. Böyle bir çalışma, sonuçların gerçekten finansman kaynağından etkilenip etkilenmediğini belirlemek için uzmanlarca (hakemlerce) sonuçların analizini gerektirecektir.

Pek çok toplum ve dergi böyle bir veri tabanı bulundurmasa da, Amerikan Diyetisyenler Derneği beslenme araştırmaları üzerine bir veri tabanı tutmaktadır. Bu, Myers ve ark. (2011), fon kaynağı ile araştırma raporunun kalitesi arasında bir bağlantı olup olmadığını incelemek için Amerikan Diyetisyenler Derneği'nin 2539 hakemli araştırma makalesinden oluşan Kanıt Analizi Kütüphanesi veri tabanını kullanmaktadır.

Myers ve ark. (2011), araştırma raporlarının %43,3'ünün olumlu, %50,1'inin nötr ve %6,6'sının olumsuz olarak derecelendirildiğini tespit etmiştir. Negatif olarak değerlendirilenlerin çoğu, finansman kaynağının belirtilmediği raporlardı. Endüstri tarafından finanse edilen araştırmaların, federal hükümet kaynakları tarafından finanse edilenlerden daha fazla tarafsız veya olumsuz olarak değerlendirilmediği sonucuna ulaşmışlardır.

6. İntihal nedir ve sonuçları nelerdir?

Bugün yayıncılık sektörünün vebası intihaldir. İnternet kullanımı ile birlikte, kişinin kendisinin veya başkalarının daha önce yayınlanmış çalışmalarından parçaları ve parçaları bir araya getirerek bir eser üretmek çok kolaylaşmıştır. İntihal burada kısaca tartışılacak olsa da, yasadışı olduğu için açıkça bir etik meselesidir. Aslında, eserlerde intihal bulunursa, dergilerin gerçekten sert cezaları bulunmaktadı. Dergilerin intihal hakkında karar vermelerine yardımcı olmak için, Yayın Etiği Komitesi (COPE; <http://publicationethics.org/>), editörlerin kullanması için yol haritaları geliştirmiştir. COPE 1997 yılında tıp dergileri tarafından kurulmuştur ve şu anda dünya çapında 7000'den fazla üyesi bulunmaktadır.

Tablo 1. İntihal için kullanılan terimler

Kopyala-yapıştır yazım veya kes-yapıştır yazım = Bir kişinin kendi eserinde başkaları tarafından yayınlanan metnin yeniden kullanımı – genellikle “iyi, zaten yayınlanmış İngilizce haliyle” kullanmak veya bir makaleyi daha hızlı üretmek adına işlemdir. Yeniden kullanılan metin, cümle parçaları, cümleler, birkaç cümle veya tam paragraf olabilecek önemli kelime dizileri olabilir. Yazarlar bunu atıflı veya atıfsız yapabilirler.

Mikro-intihal = Kopyalanan metinlerin tutarlı bir şekilde kopyalandığı bir kopyala-yapıştır yazı biçimidir. Küçük (bir tümce veya bir veya iki cümle), ancak bir veya daha fazla bölümde sık görölür.

Yama yazım veya mozaik yazım = Kopyala yapıştır yazmanın sonucudur. Bu terimler, kopyala-yapıştır yazma stratejileri kullanıldığında bir metnin sahip olabileceği düzensizliği ifade etmektedir.

İntihal = Okuyucuyu yanıltmak, yazı ve fikirlerin yazara ait olduğunu varsaymak amacıyla önemli miktarda metnin kopyalanması.

Kendi kendine intihal = Kişinin önceki kendi çalışmasından önemli bölümlerin yeniden kullanılmasıdır.

Yinelenen veya gereksiz yayın = Metnin ötesine geçen önceki kendi çalışmasının yeniden kullanımını (yani tamamen veya büyük ölçüde örtüşen verilerin kullanımı).

Çeviri intihal =Çeviriden sonra, cümle, paragraf veya hatta atıflı veya atıfsız daha büyük düzyazı blokları, orijinalin bilgi yapısının alımı.

Kaynak: Darly Lunda, 2013.

Yukarıdaki terimler ve tanımlar intihal hakkında düşünmede faydalı örneklerdir. Bir yazar bu intihal biçimlerinden herhangi birini kullanırsa, dergi tarafından verilen cezalara tabidir. Dergi editörlerine intihal olup olmadığını değerlendirmede yardımcı olmak için Cross Check geliştirilmiştir ve çoğu dergi yazıları daha önce yayınlanmış diğer çalışmalara karşı kontrol etmek için bir programa (iThenticate) abone olmuşlardır.

Sistemin çalışma şekli, editörün ya kendi başına ya da Yardımcı Editör tarafından önerildiği gibi, makaleyi iThenticate'e tabi tutmasıdır. Geri gelen rapor (birkaç dakika sonra) diğer yayınlanmış eserlerle (internet sitelerindeki bilgiler dahil) benzerlik yüzdesini bildirmektedir. Bilgiler, referansları hariç tutmak için filtrelenebilir (çünkü aynı konudaki el yazmalarında veya yayınlanmış eserlerde referansların benzer olması beklenebilir). Rapor, makale ile daha önce yayınlanmış çalışma arasındaki benzer kelimelerin sayısını sağlar ve editör daha sonra daha önce yayınlanmış çalışmayı ve makaleyi inceleyebilir ve örtüşmenin ne kadar büyük (korkunç) olduğunu belirleyebilir. İntihalın, önceden yayınlanmış bir çalışmanın (kendisinin veya başkasının) materyallerinin kasıtlı olarak kopyalanmasının meydana geldiği yeterince açıksa, süreç yazara karşı ne tür bir işlem yapılacağına karar verme aşamasına geçer.

COPE, iddia edilen intihal örnekleriyle başa çıkmak için bir yol haritası oluşturmuştur ve bunlar editörler tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Özetle (suçun ciddiyetine bağlı olarak bir dizi farklı yol olduğundan – bkz. Tablo1'deki türler), çoğu durumda editör bir açıklama ve yazar(lar) için makalenin yazarıyla iletişime geçecektir. Ayrıca, çalışması intihal edilenler de iddia edilen intihal bildirimini almaktadır. Ceza, editör ile makalenin yazarı arasındaki yazışmanın sonucuna bağlı olacaktır. Örnek olarak, Journal of Food Science birkaç intihal vakası yaşamıştır (ve bu vakalardan biri, derginin iThenticate'i derginin kullandığı otomatik el yazması işleme sistemi olan ScholarOne aboneliğine dahil etmesini sağlamıştır). Bugüne kadar verilen en ağır cezalar; (1) intihal yapılan makaleleri gerekçe göstererek makalenin geri çekilmesini dergiye yazdırmak, (2)

intihal yapan tüm yazarların 5 yıl süreyle dergiye makale göndermesini yasaklamak ve (3) bu intihal olayının gerçekleştiğini yazarların en yakın amirine bildirmek. Bu zor görünebilir, ancak intihal yapmak çok ciddi bir meseledir ve dergiler bunu engellemek için güçlü adımlar atmak zorundadır.

İntihalden kaçınmanın en kolay yolu, daha önce yayınlanmış çalışmalara uygun şekilde atıfta bulunulduğundan emin olmaktır. Kaynağın belirtildiği tırnak işaretlerinin kullanılması tamamen yasaldir ve başka bir yayından doğrudan alıntı yapıldığında kullanılmalıdır. Düşüncenin veya fikrin kökeninin tanınması şartıyla, daha önce yayınlanmış çalışmayı doğrudan kopyalamadan yeniden yazmak da uygun görülmektedir.

7. Sonuç

Sanayi ve devlet laboratuvarları için dahili raporların yazarlarının, raporlarını hazırlarken aynı ilkeleri akıllarında tutmaları gerekir. Yayınlarınızın/raporlarınızın etik olduğundan emin olmanın ilkeleri şunlardır: (1) yazarlığın tanınması, (2) hayvanları ve insan deneklerini içeren araştırmaların etik olarak yürütülmesi, (3) çıkar çatışmasının şeffaf olmasını sağlamak, (4) finansman kaynağı veya kişisel finansal çıkar nedeniyle sonuçların sonuçlarındaki önyargıyı ortadan kaldırmak ve (5) Daha önce yayınlanmış diğer çalışmalara uygun şekilde atıfta bulunulduğundan ve atfedildiğinden emin olun.

Saygın dergiler gönderim sırasında etik taraması yapar ve etik kontrolleri geçememek reddedilmenin en yaygın nedenlerinden biridir. Ne yazık ki, bir çalışma başladıktan sonra, gerekli etik incelemeleri ve izinleri almak için genellikle çok geç kalınmıştır. Çalışma başlamadan önce çalışmanın tüm etik gereklilikleri karşıladığından emin olarak yayın başarısına nasıl hazırlanacağı öğrenilmelidir.

Belki danışman, çalışmaya katkıda bulunmasa bile, araştırma makalelerinin yazar listelerine her zaman eklenir. Böyle bir kalıptan kurtulmak zor olabilir, ancak bu tür uygulamalar etik değildir ve giderek etik olmayan uygulamaların kabul edildiği bir atmosfer yaratmaya yardımcı olur. Bir bireyin etik olmayan bir kültürü tek başına reforme etmesi mümkün olmayabilir, ancak kişinin kendi yoluna gitmesi veya gerekirse daha etik bir ortama gitmesi mümkündür. Ancak, bir grubun bireyleri cezalandırmasının incelikli yolları nedeniyle bunu yapmak hoş olmayabilir. Etik bir yaşam uygulamak cesaret erdemini gerektirir.

Özellikle araştırmada, ancak genellikle diğer ödevlerde, neyin gerçekten orijinal olup neyin olmadığını anlamak önemlidir. Bu, fikri mülkiyette olduğu gibi bir hukuk meselesi veya bilimsel güvenilirlik meselesi olabilir, fakat aynı zamanda sıradan işlerde bir kredi meselesi olabilir. Ori-

jinallığı yanlış bir şekilde talep etmede etik hatalar meydana gelebilir, bu nedenle intihal veya başkasından kredi alınabilir. Patentler için öncelik kaybı, zarar gören taraflara borçlu olunan mali zararlar veya kasıtlı aldatma nedeniyle fesih gibi sonuçlar ciddi olabilir. Çoğu zaman, aynı fikir birden fazla tarafça aynı anda ancak bağımsız olarak düşünülmüştür. Bunun etik bir sapma olmadığı kabul edilmektedir.

Hepimiz etik zorluklarla karşı karşıyayız. Çoğunlukla, sezgisel olarak iyi seçimler yaparız. Bu, erdemler ve davranış kuralları hakkında içgüdüsel bir anlayış edindiğimiz anlamına gelir. Ancak, bazı seçimler zordur ve yapmak cesaret ister. Bu gibi durumlarda, temel inanç ve değerlere sahip olmak yardımcı olur ve ayrıca bu konular hakkında düşünmeye, okumaya ve tartışmaya yardımcı olur. Öğretim üyelerinin etik yönergelerdeki sorumluluklarına ait bazı örnek bilgiler ise aşağıdaki gibidir:

Öğretim Elemanlarının Kendi Bilim Alanlarına Karşı Sorumlulukları:

- a) Akademik alanında kendini sürekli geliştirmek,
- b) Tüm bilimsel çabalarında akademik değerleri ve dürüstlüğü korumak,
- c) Diğer bilim alanlarını karalamamak, küçümsemek,
- ç) Meslekî görevlere başvurularda yanıltıcı açıklamalarda ve meslekî nitelikleri ile ilgili yanlış bildirimlerde bulunmamak ya da yeterliliği ve niteliğiyle ilgili gerçekleri kasıtlı olarak gizlememek,
- d) Meslekî kararını davranışını değiştirebilecek ya da etkileyebilecek herhangi bir ödülü, hediye veya bağışı kabul etmemek,
- e) Uzmanlık alanı dışında hakemlik, proje araştırmacılığı, bilirkişilik, sınav, tez, atama ve yükseltme jüri üyeliği yapmamak,
- f) Kendisiyle “çıkar ilişkisi” veya “çıkar çatışması” bulunan kişilerle ilgili atama, yükseltme ve değerlendirme jürilerinde görev almamak, hakemlik yapmamak, bilirkişilik görevi üstlenmemek.

Öğretim Elemanlarının Üniversiteye Karşı Sorumlulukları:

- a) Üniversitenin içinde çeşitli düzeyde oluşturulan komite, komisyon, çalışma grubu, kurul ve görevlendirmelerde yer almak,
- b) Kurum dışında, üniversitedeki görev ve sorumluluklarıyla bağdaşmayan profesyonel etkinliklerle meşgul olmamak,
- c) Üniversitemiz mensuplarına karşı saygılı ve hakkaniyetli davranmak, onları kişisel kazanç ve özel işleri için kullanmamak, sözlü ve fiziksel olarak taciz etmemek,

- ç) Üniversitenin mali kaynaklarını amacına uygun olarak kullanmak,
- d) Kurumsal ve mesleki konumunu kişisel çıkar sağlamak için kullanmamak.

Öğretim Elemanlarının Topluma Karşı Sorumlulukları:

a) Toplumun ekonomik, sosyal, kültürel ve entelektüel kapasitesinin geliştirilmesinde, topluma hizmette etkin rol oynamak için çaba harcamak,

b) Topluma yönelik açıklamalarında bilimsel bulgular ile kişisel görüşlerini birbirinden ayırt etmek,

c) Herhangi bir idari konu ile ilgili beyanda bulunduğu, kendi görüşleri ile üniversitenin kurumsal görüşleri arasında ayırım yapmada dikkatli davranmak,

ç) Mümkün olduğunca ülkenin bilimsel, kültürel, sosyal ve ekonomik yönlerden ilerlemesini ve gelişmesini ilgilendiren sorunlarını öğretim ve araştırma konusu yapmak, sonuçlarını toplumun yararına sunmak, düşünce ve önerilerini toplumla paylaşmak.

Öğretim Elemanlarının Eğitim ve Öğretimle İlgili Sorumlulukları:

a) Derslerini, yetkili kurulların onayladığı program içeriğine uygun olarak vermek,

b) Öğrencilerin derslerden aldıkları başarı değerlendirme ve notlarını, mahkeme kararı ve öğrencinin yazılı izni olmadıkça üçüncü kişilere açıklamamak,

c) İlke olarak ders programında belirlenen yer ve zamanda dersinde bulunmak, mecburi durumlar dışında derslerini bir başkasına yaptırmamak,

ç) Verdiği tüm dersler için yazılı bir ders planı hazırlamak ve bu ders planını her öğrencinin erişimine açmak, d) Engelli öğrencilere ilgili yasaların gerektirdiği destek ve yardımı sağlamak.

KAYNAKLAR

- Clark, J.P. ve Ritson, C. 2013. *Practical Ethics for Food Professionals: Ethics in Research, Education and the Workplace*, First Edition. © 2013 John Wiley & Sons, Ltd. Published 2013 by John Wiley & Sons, Ltd.
- Campbell, E.G. ve D.E. Zinner. 2010. Disclosing industry relationships-toward an improved federal research policy. *N Engl J Med* 36: 604–606.
- Committee on Publishing Ethics. <http://publicationethics.org/> (accessed 12 December 2012).
- Institute of Food Technologists. 2011. IFT Scientific Journals: Author Guidelines. <http://www.ift.org/Knowledge-Center/Read-IFT-Publications/Journal-of-Food-Science/Authors-Corner/Author-Guidelines.aspx> (accessed 12 December 2012).
- Kerans, M.E. ve M. de Jager. 2010. Handling plagiarism at the manuscript editor's desk. *Eur Sci Editing* 36(3):62–65.
- Lund, D. 2013. Ethics in publishing/reporting food science and technology research.
- Practical Ethics for Food Professionals: Ethics in Research, Education and the Workplace*, First Edition. Edited by J. Peter Clark and Christopher Ritson. © 2013 John Wiley & Sons, Ltd. Published 2013 by John Wiley & Sons, Ltd.
- Myers, E.F., J.S. Parrott, D.C. Cummins, ve P. Splett. 2011. Funding source and research report quality in nutrition practice-related research. *PLoS One* 6(12): e28437.
- National Institutes of Health. 2012. URL for Bioethics of Animal Use in Research. <http://bioethics.od.nih.gov/animals.html> (accessed 12 December 2012).
- Osborne, N. 2011. Point of view: reporting animal research-worthy of a rethink. *Learned Publishing* 24(1): 5–7.
- Rowe, S., N. Alexander, F.M. Clydesdale, *et al.* 2009. Funding food science and nutrition research: financial conflicts and scientific integrity. *Nutr Rev* 67:264–272.
- Vural, H., 2015. Tarım ve Gıda Güvenliğinde Etik İlkelerin Önemi. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 29, Sayı 2, 193-202.
- Wong, G. 2010. In China, academic cheating is rampant: Some say practice harmful to nation. *Associated Press*. April 11, 2010.

BÖLÜM 5

MASİF KERESTE PANELLER; KAVELALI TABAKALANMIŞ KERESTE, ÇİVİLİ TABAKALANMIŞ KERESTE VE KERESTE- BETON KOMPOZİT

Vedat Çavuş¹

¹ Doç. Dr. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü İzmir, Türkiye. vedat.cavus@ikcu.edu.tr 0000-0002-3289-7831

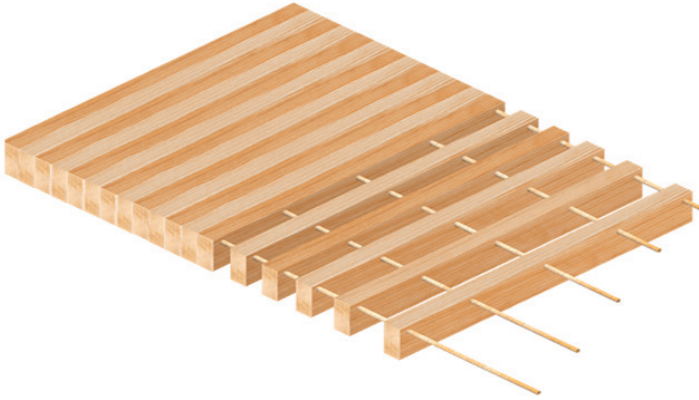
Ağaç malzeme, yenilenebilir, hızlı erişilebilir ve yapılarının ana unsuru malzemelerden biridir. Ağaç malzeme diğer yapı malzemeleri ile karşılaştırıldığında hafifliği, sağlamlığı, darbelere ve titreşime karşı direnci, işlenme kolaylığı vb. gibi birçok avantajı vardır. Bunun yanı sıra higroskopik bir malzeme olması nedeniyle rutubet etkisi altında deformasyona uğraması, mantar, bakteri ve böcek saldırılarına açık olması ve yanma gibi dezavantajlara sahiptir. Son yıllarda ağaç malzeme üzerine yapılan birçok çalışma ağaç malzemenin yapıda kullanılmasını sınırlayan ve istenmeyen özellikleri ortadan kaldırarak mühendislik ürünü ağaç malzeme ürünlerinin ortaya çıkmasına sebep olmuş ve ağaç malzemenin temel olarak yük taşıyan bir yapı bileşeni olarak kullanılmasına olanak vermiştir. Mühendislik ağaç malzemeler (MAM); yaygın olarak “Engineered Wood Products (EWP)” olarak bilinmektedir. MAM; kereste, kaplama, yonga, şerit yongalar ve lif gibi ağaç esaslı parçaların tutkallanarak, sıcaklık ve basınç altında şekil verilmesiyle elde edilen kompozit malzemelerdir (Herajarvi ve ark. 2004). MAM’lar kereste ile karşılaştırıldıklarında boyutsal stabilite ve direnç özellikleri yüksektir. Üretimleri kontrol edilebildiğinden fiziksel ve mekanik özelliklerinde daha az değişkenlik gösterirler (Carrick ve Mathieu, 2005). Mühendislik ağaç malzemeler, çok çeşitli boyut ve ölçülerde üretilebilirler ve aynı zamanda üretimlerinde odun kaynaklarını etkin olarak kullanmaktadır. Mühendislik ağaç malzemeler, yapısal kompozit keresteler (Structural Composite Lumbers), yapısal odun levhalar (Structural Composite Boards), -I-kirişler (Wood I-joist) ve masif kereste ürünleri (mass timber products) olmak üzere dört ana kısma ayrılabilir (Nelson, 1997; Çavuş, 2019). Masif kereste ürünleri, farklı kereste katmanlarının tutkallı veya mekanik yolla tabakalanması ile yüksek mukavemet için tasarlanmış geniş kesitli bir mühendislik ürünü malzeme grubu olarak tanımlanabilir (BSLC, 2017). Bu ürünler kolon, kiriş, başlık şeklinde olabileceği gibi panel, duvar, zemin vb. gibi şekillerde de üretilebilir. Masif keresteden üretilen bu panellerin boyutları değişken olup çoğunlukla 20m x 2,4m’ye kadar olabilir (Gong, 2017). Başlıca masif kereste ürünleri; tabakalanmış ağaç malzeme (Glued laminated lumber (Glulam)) çapraz tabakalanmış kereste (Cross laminated timber (CLT)), çivili tabakalanmış kereste (Nail Laminated Timber (NLT)), kereste-beton kompozit (Timber-concrete composite (TCC)) ve kavelalı tabakalanmış keresteler (Dowel Laminated Timber (DLT)) (Green, 2012). Kereste katmanlarını lif yönlerinin birbirine paralel olarak panel içerisine yerleştirme yöntemi, panellere büyük duvar ve zemin elemanlarının prefabrikasyonuna izin veren yüksek düzeyde boyutsal kararlılık sağlamaktadır (Van De Kuilen ve ark., 2011).

Masif kereste panelleri kullanan mimarlar ve tasarımcılar, bu panellerin diğer mühendislik ürünü ağaç malzemelere göre daha düşük mali-

yetler ile üretilebildiğini ve daha hızlı tedarik sürelerine sahip olduğunu belirtmişlerdir (Abed ve ark., 2022). Kereste ve kereste formunda tabakalanmış masif kereste paneller, yüzyıllardır önemli bir yapı malzemesi olarak kullanılmakta ve günümüzde ise çok katlı yapılarını tasarlamak için kullanılan mühendislik malzemesi haline gelmiş ve bu konuda standartlar oluşturulmaya başlanmıştır. Ahşap yapıların projelendirilmesi için gerekli genel kurallar ve bina kuralları bağlantı elemanları ile ahşap bağlantılar hakkında BS EN 1995-1-1 (2004) rehberlik sağlamaktadır (Ramage ve ark., 2017). Ancak mevcut bu standartta hem kavelalı hem de çivili tabakalanmış kereste paneller için yasal yapısal tasarım standardı eksikliği bulunmaktadır. Bu çalışmada; masif kereste ürünlerinden çivili tabakalanmış kereste, kereste-beton kompozit ve kavelalı tabakalanmış kereste üretim süreçleri, özellikleri avantaj ve dezavantajları ile kullanım yerleri hakkında bilgi verilmektedir.

1- Kavelalı Tabakalanmış Kereste (Dowel Laminated Timber (DLT))

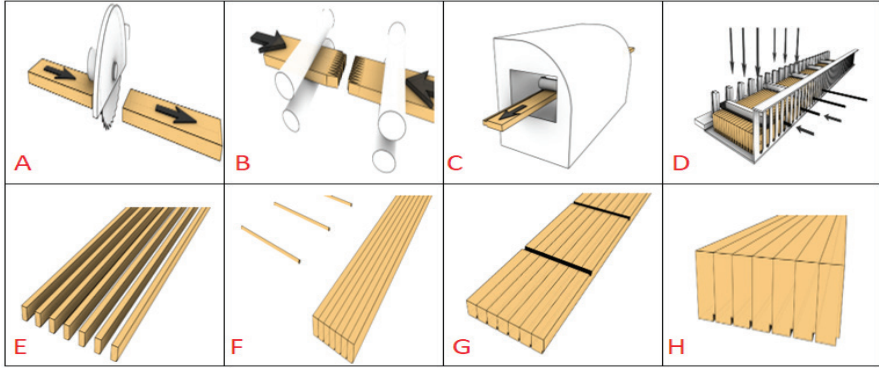
Genel görünümü şekil-1'de gösterilen kavelalı tabakalanmış kereste (Dowel Laminated Timber DLT), Avrupa'da yaygın olarak kullanılan, ancak Kuzey Amerika ve diğer ülkelerde daha az bilinen bir tabakalanmış kereste ürünüdür. DLT, zemin, duvar ve çatı yapıları için kullanılabilen bir masif ahşap ürünü olup Avrupa'da Dübelholz veya Brettstapel olarak bilinir. DLT; 1990'larda İsviçre'de metal bağlantı elemanları kullanan ağaç malzeme ürünlerine bir alternatif olarak geliştirilmiştir (Structure Craft, 2021). Ayrıca, DLT, diğer toplu kereste ürünlerinde kullanılan yapıştırıcıları ve metal tutturucuları değiştirerek, kerestenin geri dönüştürülebilir ve yeniden kullanılabilirliğini geliştirme potansiyeline sahiptir. Ancak kavelalı tabakalanmış kerestenin yapısal ve çevresel performans açısından nicel faydalarını daha iyi anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.



Şekil 1. Kavelalı tabakalanmış kereste (Structure Craft, 2021).

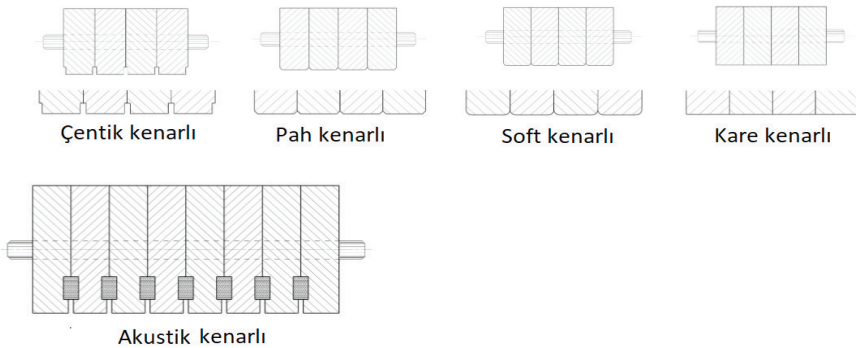
DLT genel olarak, %12 ila %15 arasında değişen rutubet miktarına kadar hava veya fırın kurusu seçilmiş keresteler kullanılarak üretilir (Ramage ve ark., 2017). Otomatik makinalarda veya görsel olarak tespit edilen budak, çatlak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar işaretlenir. Kerestenin doğal bünyesinde bulunan ve direnç azaltıcı bu özellikler dikkate alınarak yerleştirme işlemi yapılır. Kesilme işlemi istenilen boyda parçalar elde etmek için parmak birleştirme işlemi takip eder. İşaretlenmiş kısımlar yerleştirilme işlemine başlanmadan önce kesilip arındırılarak hizalama işlemine başlanılır (Şekil 2A). Bu işlemi parmak birleştirme işlemi takip eder. Parmak birleştirme işleminin (Şekil 2B) yapılmasının ardından üretimde kullanılan kereste parçaları, lif yönleri birbirine paralel olacak şekilde hizalanır (Bell, 2018). Yaklaşık olarak 20 metre uzunlukta birbirine boy yönünde eklenen paneller tüm eklem yerlerinde tam kalınlığı sağlamak için kalınlık makinesinden geçirilmek suretiyle (Şekil 2C) istenilen ölçüye getirilir (Structure Craft, 2021). Bu işlemi oluşturulacak levhanın altında görünmesi istenen profil görüntüsüne göre ya freze makinesinde ya da CNC makineler yardımı ile kenar profilleri oluşturulur. Panel üzerine yatay veya dikey yönde oluşturulan paneller basınç yardımıyla sıkıştırılarak ön delikler açılır (Şekil 2D). Genellikle açılan deliklerin çapı 19,05 mm'dir. Yaklaşık %6-8 rutubet miktarına sahip sert ağaç malzemeden yapılmış kavelalar (Ramage ve ark., 2017), önceden delinmiş ağaç malzeme içerisine dik veya açılı olacak şekilde hidrolik pres yardımı ile sıkıca yerleştirilir (Şekil 2F-G).

Kavela ve paneller arasındaki rutubet miktarı farklılığı daha düşük rutubete sahip kavela parçaları ile daha yüksek rutubet miktarına sahip olan ve paneller arasında rutubet alışverişi nedeniyle genişledikçe parçaları birbirine kenetlenmesini artırır (Structure Craft, 2021). Kavelaların panellerde hizalanan kerestenin liflerine açı yapacak şekilde yerleştirilmesi, aşırı rutubet değişimlerinden dolayı kereste panelleri arasındaki olası ayrılmayı azaltmaya yardımcı olur. Frezeleme ve kavela yerleştirme işlemleri genellikle daha verimli bir üretim için otomatik olarak gerçekleştirilir. Genellikle üretimde kavela için kayın ağacı kullanılırken, panellerin oluşturulmasında kullanılan kereste için Ladin-Çam-Kökнар, Douglas Köknar veya Sedir gibi yumuşak ağaç türleri kullanılır. Üretilen panel boyutları üreticiye bağlı olarak değişmekle birlikte ortaya çıkan panellerin kalınlıkları 76- 370 mm ve 3.75-18 metre genişliğine kadar üretilmektedir (Gong, 2017).



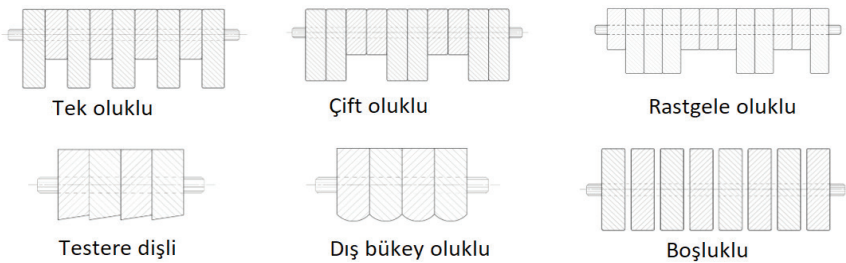
Şekil 2. Kavelalı tabakalanmış kereste üretim aşamaları (Structure Craft, 2021)

DLT paneller üretilirken, kereste parçaları Şekil 2’de görüldüğü gibi düz bir yüzey, kademeli bir profil veya nişli bir profil oluşturacak şekilde birleştirilebilir. Bu panellerin üretiminde metal bağlantı elemanları kullanılmamasından dolayı CNC ve ağaç işleme makineleri ile üretim sonrasında işlem yapılmasına olanak tanır. Aynı zamanda ağaç malzemenin yüzey kalitesini artırırken akustik profil üretilip oluşan gürültülü sesi emmek için akustik bir oluk içerisinde akustik yalıtım lifleri kullanılabilir (Şekil 3). DLT panelindeki kerestelerin her biri, freze makinasında pahlar, yuvarlamalar veya çentikler şekli verilebilir. Verilen bu şekiller herhangi bir boyut, yarıçap veya derinlikte olabilir. Aynı zamanda ses dalgalarını yakalamak için akustik olarak tasarlanmış panellerde kerestelere oluk açılıp açılan bu oluklara yankı süresini kısaltmak ve daha yüksek bir akustik performans sağlamak için yanmaz, lifli yalıtım şeritleri ile doldurulabilir (Structure Craft, 2021).



Şekil 3. Kavelalı tabakalanmış kerestede oluşturulabilecek yüzey ve akustik görünümleri (Structure Craft, 2021).

DLT'nin panelleri, taşıyıcı duvarların yanı sıra çatı veya döşeme panelleri olarak çoğunlukla yatay olarak kullanılmaktadır. DLT, değişik şekil ve boyutta üretilmesi nedeniyle birçok avantaj sunar. Üretilen panellerin yüzeyindeki boşluk veya niş şeklinde açıklıklar düşünülerek üretilebilir. Yüzeyde bulunan bu boşluklar oluşumu elektrik kablosu veya akustik özellikleri arttırmak için akustik lifleri barındırabileceği gibi estetik bir görüntünün ortaya çıkmasına ve mimari esnekliğe izin verir. Üretim sürecinin herhangi bir aşamasında yapıştırıcı veya çivi kullanılmaması tamamen ahşap bir ürünün ortaya çıkmasını sağlar. Bu durum aynı zamanda üretimde kullanılan ağaç malzemenin geri dönüşümüne de kolaylık sağlar. Birçok mühendislik ürünü ağaç malzeme kereste ürünlerinde kullanılan yapıştırıcılar formaldehit ve uçucu organik bileşikler gibi zehirli gazlar yaydıkları için çevre üzerinde olumsuz bir etkisi olabilir. Bu durum kavelalı tabakalanmış kerestede yapıştırıcı kullanılmaması nedeniyle söz konusu değildir (Hughes, 2015). Bu panellerde kullanılmaması, hava kalitesini iyileştirerek ve alerjik reaksiyon olasılığını azaltarak daha sağlıklı bir iç ortam oluşturabilir. Tamamen masif ahşap kullanılarak üretilen kavelalı tabakalanmış keresteye özgü, çok çeşitli panel alt yüzeyi oluşturularak panelin altında sınırsız sayıda farklı profilin ortaya çıkmasına olanak verir (Şekil 4). DLT'de kavelaların kullanılması, istenildiğinde aradan parça çıkarılmasına olanak vermesi, üretimlerinin esnek olması, metal bağlantı elemanı içermemesi, yatay açıklıkların geçilmesi için oldukça uygun olmaları hem çevreci olması hem de ekonomik fayda sağlaması gibi birçok avantajının yanı sıra zaman içerisinde kavelaların sertliklerini kaybetmeleri sonucunda boyutsal kararsızlığa sebep olmaları gibi dezavantajlara da sahiptirler (Sotayo ve ark., 2020).



Şekil 4. Kavelalı tabakalanmış kerestede yüzey görünimleri (Structure Craft, 2021).

2- Çivili Tabakalanmış Kereste (Nail Laminated Timber (NLT))

Çivili Tabakalanmış Kereste (NLT), yaklaşık olarak bir asırdan fazla bir süredir inşaatlarda kullanılan ve modern sürdürülebilir malzemelere geçişin bir parçası olarak günümüzde yeniden canlanan bir mühendis-

lik ürünü ağaç malzemedir. Ortaya çıkışının ilk yıllarında depo ve fabrika inşaatlarında kullanılmasına rağmen, günümüzde ortaya çıkardığı estetik görünüm ve olumlu direnç özellikleri nedeniyle modern bina uygulamalarında da kullanılmaya başlamıştır (Brownell, 2020). Diğer mühendislik ürünü ağaç malzemelerle karşılaştırıldığında NLT üretimi için özel bir üretim tesisi gerektirmemesi ve üretimi için herhangi bir özel donanıma ihtiyaç duyulmamasıdır. NLT temel marangozluk alet ve makinaları kullanılarak son ürünün kullanılacağı yerde bile üretilebilmektedir (Abed ve ark., 2022)

Genel görünümü şekil-4'te gösterilen NLT, ahşap yapı konstrüksiyonları için, kerestelerin çivilerle sabitlenerek büyük bölümler ve bileşenler oluşturulması mantığı ile üretilen bir mühendislik ürünü ağaç malzemedir. Bir başka deyişle NLT, döşeme, zemin kaplaması, çatı kaplama ve duvarların yanı sıra asansör ve merdiven boşlukları gibi çeşitli yapısal uygulamalarda kullanılmak üzere çeşitli ölçülerdeki kerestelerin çivi veya vida gibi bağlantı elemanlarının mekanik olarak bağlanması ile üretilen yapısal bir malzemedir (Haller ve Pannke, 1998). Çeşitli ebat, form ve şekillerde olan çiviler uzun yıllardır ahşap yapı elemanlarını birleştirme aracı olarak oldukça yaygın olarak kullanılmaya devam edilmektedir. NLT oluşturmak için, kullanılan keresteler, çivi veya vidalarla mekanik olarak sabitlenerek tabaklanma işlemi gerçekleştirilir. Genel olarak kullanılan kerestelerin boyutları kalınlık olarak 5- 7,5 veya 10 cm ve genişlik olarak ta 10 ile 30 cm aralığında değişmektedir. Panel üretiminde kullanılacak kerestelerin boyları iste parmak birleştirme yolu ile sonsuz boyda üretilip istenilen ölçülerde kesilebilmektedir (Gong, 2017). Çivili tabakalanmış kereste, gücünü ve dayanıklılığını, tek tek ölçülendirilmiş kereste parçalarını birbirlerine sabitleyen çivilerden veya vidalardan almaktadır (BSLC, 2017).



Şekil 4. Çivili tabakalanmış kereste (Structure Craft, 2021).

NLT diğer Masif keresteden üretilen mühendislik ürünü ağaç malzemelerle karşılaştırıldığında (glulam veya CLT) özel bir üretim tesisi gerektirmez ve kesilmiş keresteden ve tipik ağaç işleme makineleri kullanılarak kolayca üretilebilir (Natterer, 2002). Üretiminde kullanılacak kerestelerin genel olarak, %12 ila %15 arasında değişen rutubet miktarına sahip olması gereklidir. Üretimin ilk aşamasını kerestelerin kesilerek ölçülendirmesi oluşturur (BSLC, 2017). Ölçülendirilen keresteler her iki yüzü kalınlık ve genişlik yönünde birbirlerine paralel olması ve komşu iki yüzeyi birbirine dik olması için planya ve kalınlık makinesinden geçirilir. Bu işlemi yine diğer mühendislik ürünü masif kerestelerde olduğu gibi kerestenin doğal bünyesinde bulunan ve direnç azaltıcı özelliklerden arındırılması takip eder. İstenilen boyda kereste parçaları elde etmek için yüzeyleri düzeltilmiş ve kusurlarından arındırılmış kerestelere boy yönünde eklem yapmak için parmak birleştirme işlemi uygulanır. Genellikle parmak birleştirme Kereste seçimi ve hazırlanması, Birleştirme profilinin oluşturulması, yapıştırıcı uygulaması, montajı ve son olarak yapıştırıcının kuruması olmak üzere 5 aşamadan oluşmaktadır. Parmak birleştirme için oluşturulacak profil geometrisi paçaların birbirine temas yüzeyini artırmak için önemlidir (Jokerst, 1981; Brandner, 2013; Çavuş, 2019) bir parmak birleştirme oluşturmada yaygın olarak kullanılan geometrik ölçüler şekil 5'te gösterilmiştir.

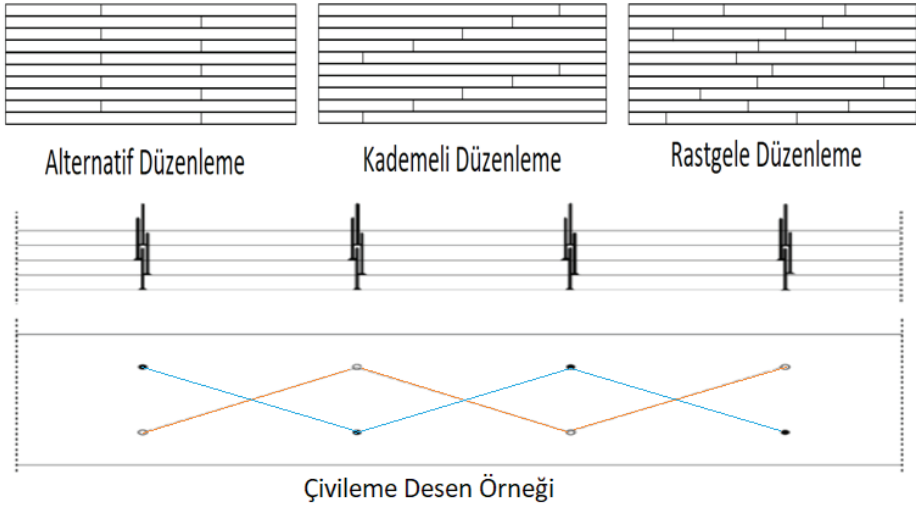
Lfj	P	Bt	bn	lt	α	v(bn) %	Örnek
15	3,8	0,5	0,5	0,5	5,6	13,6	
20	5	0,6	0,6	0,5	5,7	12,0	
20	6,2	1,1	1,1	0,5	6	17,8	

Lfj= dış boyu,
P= eğim açısı,
bt=uç genişliği,
bn=taban genişliği,
 α =dış açısı,
v(bn) %= kesitteki kayıp
* ölçüler mm'dir.

Şekil 5. Masif kereste panel üretiminde yaygın olarak kullanılan parmak dişli birleştirmenin geometrik ölçüleri (Brandner, 2013; Çavuş, 2019).

Parmak birleştirme işlemini kerestelerin laminasyon için yerleştirilmesi ve hizalanması işlemi takip etmektedir. Bu aşamada ise kalınlıkları 5-7,5 veya 10 cm ve genişlikleri ise 10-30 cm arasında değişen keresteler lif yönleri birbirine paralel olacak şekilde hizalanır. Bu aşamada ek yerlerinin birbirine yakın olmamasına dikkat edilmelidir (Derikvand ve ark., 2019). Yüzeyleri birbirine paralel hale getirilmiş kerestelerin laminasyon için birbirlerine çivi veya vida yardımı ile mekanik olarak birleştirilmesi için bir çivileme modeli oluşturulması gereklidir. Bu çivileme modeli çivi veya vidaların birbirine temas ederek bağlanma yerlerinde oluşabilecek

açıklıkları engellemek ve aynı zamanda oluşturulan panellerin mekanik etkilere dayanımını arttırmak ve çivi veya vidanın panelleri oluşturan tüm kereste parçalarına nüfuz etmesini sağlamak için önemlidir (Werner, 1997; BSLC, 2017). Çivileme modeli alternatif, kademeli veya rasgele bir şekilde olabilir. Keresteler birbirine çivilenerek istenilen ölçüde paneller üretilir. Üretilen panellerin panelinin bir yüzüne kontrplak veya yönlendirilmiş yonga levha (OSB) eklenebilir, NLT üretiminde kerestelerin birbirine montajın sağlamlığı ve sertliği kullanılan kerestenin boyutları, ağaç malzemenin türü; oluşturulan katman sayısı, her katmandaki eklem yerlerinin nispi konumu gibi birkaç faktöre bağlıdır (Williams ve ark., 1994; Crocetti ve ark., 2015). NLT üretiminde tipik olarak kullanılan bir çivileme modeline örnek şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Çivili tabakalanmış kereste üretiminde tipik olarak kullanılan bir çivileme modeline örnekleri (Structure Craft, 2021).

NLT üretiminde çeşitli panel alt yüzey görüntüsü oluşturulmak istenirse bu işlemin kerestelerin kenarlarına laminasyon işleminden önce yapılması gereklidir. Üretimde kullanılan çivi veya vidalar daha sonra panelin alt yüzeyinde estetik, teknik veya akustik nedenlerle görüntü oluşturulmasına izin vermemektedir. NLT panellerine yüzey görüntüsü oluşturmak ağaç malzemenin bulunduğu ortamdan nem alıp verirken olası şişme ve çekme durumlarında yüzey kalitesine izin verirken, gürültü azaltma hedeflerine ulaşmak için bir akustik profiller içerisine ses absorbe emici liflerin konulmasına da olanak tanır (Şekil 7).

NLT genel olarak birçok avantajlara sahiptir. NLT üretiminin basit olması nedeniyle yerinde kolayca monte edilebilir veya fabrikada önce-

den üretilebilir ve özel bir üretim tesisi gerektirmez. Üretimde kullanılan kerestelerin Lif yönleri oluşturulan panel uzunluğu boyunca hizalandığından dolayı direnç özellikleri oldukça iyidir (CWC, 2017). İstenilen boyda üretilebilmesi Çivili tabakalanmış keresteyi büyük endüstriyel binalar için ideal hale getirir. NLT üretiminde kullanılan ağaç türüne bağlı olarak farklı olarak 0.10-0.13 W/mK aralığında ısı iletkenliğine sahiptir. Bu özellikte NLT ile oluşturulan mekanlarda iç ortam sıcaklığının korunmasına ve bina enerji tüketiminin azaltılmasına yardımcı olur. Paneller arasında hem yüzey kalitesini arttırmak hem de küçük absorpsiyon ve yankılanma boşlukları eklenerek akustik performansı önemli ölçüde artırılır (Henderson, 2009). NLT üretiminde yapısal uygulamalarda kullanılmayacak ölçüdeki küçük boyutlu keresteden istenilen genişlik ve boyda paneller üretilmesine olanak tanır. NLT yapıların çok ve çeşitli olarak şekillendirmesi için daha fazla esneklik sağlar. Beton, çelik vb. zemin ve çatı sistemlerinde kullanılan diğer malzemelere göre hafif olması gibi birçok avantaja sahiptir. Ancak tamamen ve kalıcı olarak çivilendikten sonra, ahşap panellerin yeniden düzenlenmesi mümkün değildir. Herhangi bir olası değişiklik yapmak oldukça zordur. Ayrıca üretiminde çivi veya vida kullanılması panellerin üretiminden sonra üzerinde makine ile işlem yapmaya olanak tanınamaması gibi dezavantajları da vardır (Henderson, 2009).



Şekil 7. Çivili tabakalanmış kerestede yüzey görünüşleri (Structure Craft, 2021).

3- Kereste-Beton Kompozit (Timber Concrete Composite (TCC))

Genel görünümü şekil 8’de gösterilen Kereste-Beton Kompozit paneller (Timber-Concrete Composite (TCC)), Kereste ve beton bileşenler arasında yapısal bir bağlantı tasarlayarak performansı ve malzeme gereksinimlerini optimize etmeye odaklanan bir teknolojidir (Lukaszewka, 2009). TCC, bileşenleri olan kereste ve beton malzemeden ayrı ayrı daha güçlü ve daha sert bir yapısal eleman oluşturmak için masif kereste dö-

şeme levhasının üzerine beton dökülerek bazı zamanlarda ise beton ile ahşap arasında yalıtım malzemesi konularak üretilen ve yapısal verimlilik sağlayan bir malzemedir (O'Neil ve ark., 2001). Diğer masif ahşap ürünlere benzer şekilde, DLT ve NLT panellerin yapısal alanda kullanımını sırasında, enine kesitleri azaltmak ve daha uzun açıklıklarda kullanılmasını sağlamak (Awaludin ve ark., 2021), gürültü aktarımını ve titreşimleri azaltmak için hibrit bir sistem olan kereste-beton kompozit (TCC) oluşturmak için betonla kaplanabilir (Taazount ve ark., 2013). TCC paneller, zeminin taşıyıcı yapısını oluşturmak için giderek daha sık kullanılmakta ve modern ahşap binalarda ve ahşap köprülerin tasarımında da giderek artan uygulama alanı bulmaktadır (Hong, 2017).

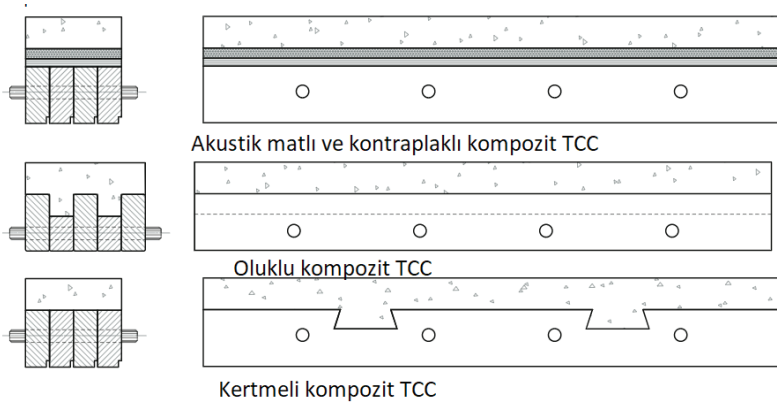
Yapısal verimlilik, iki malzeme arasında kompozit hareket yaratılarak elde edilir. Kereste ve beton ile oluşturulan hibridizasyon, tasarımcılar ve mimarlara sürdürülebilir mimari için kesitleri azaltmalarına ve kolon veya kirişlerle sınırlandırılmamış daha geniş açıklıklara olanak sağlamaktadır (Yeoh, 2010). Birçok yapısal ahşap panel ürünlerinde ortaya çıkan atık ve temiz su tesisatı elektrik tesisatı ve mekanik sistemlerin gizlenmesine olanak sağlar. TCC paneller, ahşabın yükü taşımasını sağlayarak beton bileşenlerin oranını azaltır. TCC paneller, daha uzun döşeme paneli açıklıkları (>6 metre) olduğunda, döşeme yüksekliğinin en aza indirilmesine olanak sağlar (Ceccotti, 2002).



Şekil 8. Kereste-Beton Kompozit paneller (Structure Craft, 2021).

TCC panellerin üretimleri sırasında panelin üst kısmını oluşturan beton ile DLT veya NLT panellerin üzerleri kontrplak, OSB veya akustik mat ile kaplanacağı gibi bu panellerin yukarıda kalan kısımlarına oluklar veya kertmeler açılarak daha fazla sinerji oluşturmaları sağlanabilir (Şe-

kil 9). Oluşan bu sinerji de üst kısmında oluşan basınç kuvvetleri beton tarafından absorbe edilir oluşan sıcaklık dalgalanmaları beton tarafından, nem dalgalanmaları ise higroskopik malzeme ahşap tarafından emilir (Yeoh, 2010). Kavelalı veya çivili tabakalanmış keresteye kıyasla TCC paneller, ses yalıtımı ve yangından korunma ve daha yüksek dış yükleri absorbe etme gibi birçok avantajlara sahiptir (Hong, 2017). Ağaç malzemenin binalarda kullanılmasını sınırlayan aşırı eğilme, titreşimlere karşı hassasiyeti, yalıtım ve düşük yangın direnci gibi istenmeyen özellikler bu şekilde ortadan kaldırılabilir (Yeoh, 2010; Zhang ve ark., 2015). Bu yolla ağaç malzemeden üretilen kavelalı veya çivili tabakalanmış kerestelerin yağmur ve rüzgarla doğrudan temasının engellenmesi de TCC avantajları arasındadır (Awaludin ve ark., 2021),



Şekil 9. Kereste-Beton Kompozit panel uygulama şekilleri (Structure Craft, 2021).

KAYNAKLAR

- Abed, J., Rayburg, S., Rodwell, J., Neave, M. A. 2022.** Review of the Performance and Benefits of Mass Timber as an Alternative to Concrete and Steel for Improving the Sustainability of Structures. *Sustainability*, 14, 5570.
- Awaludin, A., Wusqo, U., Setiawan, A., Suhendro, B., Siwosukarto, S., Basuki, A., Leijten, A. 2021.** Structural Performance of Prefabricated Timber-Concrete Composite Floor Constructed Using Open Web Truss Joist Made of LVL Paraserianthes Falctaria. *Open Journal of Civil Engineering*, 11, 434-450.
- Bell, T. 2018.** A detailed investigation into the engineering properties and challenges affecting the potential introduction of a UK grown Dowel-laminated timber floor panel into the domestic construction market. University of Strathclyde, Doctorate thesis Department of Architecture Faculty of Engineering.
- Brandner, R. 2013.** Production and Technology of Cross Laminated Timber (CLT): A state-of-the-art Report. in *Focus Solid Timber Solutions-European Conference on Cross Laminated Timber (CLT)*. 21 May 2013. Graz, Austria: University of Bath, Bath, p. 3-36.
- Brownell, B. 2020.** T3 Becomes the First Modern Tall Wood Building in the U.S. Available online: https://www.architectmagazine.com/technology/t3-becomes-the-first-modern-tall-wood-building-in-the-us_o (accessed on 20 May 2020).
- BSLC (Binational Softwood Lumber Council). 2017.** Nail-Laminated Timber: US Design & Construction Guide. Ver. 1.0. Minneapolis, MN, USA: StructureCraft; pp.142.
- Carrick, J., Mathieu, K. 2005.** Durability of laminated veneer lumber made from blackbutt (*Eucalyptus Pilularis*). *International Conference On Durability of Building Materials and Components*; Lyon, France; pp.55.
- Ceccotti, A. 2002.** Composite concrete-timber structures. *Progress in Structural Engineering and Materials*, 4(3), 264–275. <http://doi.org/10.1002/pse.126>
- Crocetti R, Sartori T, Tomasi R. 2015.** Innovative Timber-Concrete Composite Structures with Prefabricated FRC Slabs. *529 Journal of Structural Engineering*. 141 (9): 4014224.
- CWC (Canadian Wood Council), 2017.** Wood Design Manual. Ottawa, ON, Canada: Canadian Wood Council; pp.1486.
- Çavuş, V. 2019.** Mühendislik Ürünü Ağaç Malzemelerde Yükselen Trend; Çapraz Tabakalanmış Kereste. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21 (2), 560-569.
- Derikvand, M., Jiao, H., Kotlarewski, N. 2019.** Bending performance of nail-laminated timber constructed of fast-grown plantation eucalypt. *Eur. J. Wood Prod.* 77, 421–437

- Gong, M., 2019.** Lumber-Based Mass Timber Products in Construction. In: *Timber Buildings and Constructions*. IntechOpen,
- Green, M. 2018.** The case for tall wood buildings. Second. Blurb, 2018.url: <https://www.trae.dk/wp-content/uploads/2012/05/tall-wood-buildings-final-report.pdf>.231
- Henderson, J., 2009.** Brettstapel: An Investigation into the Properties and Merits of Brettstapel Construction, Master thesis, Department of Architecture and Building Design, Faculty of Engineering, University of Strathclyde.
- Haller, P., Pannke, K., 1998.** Structural and physical behaviour of nailed laminated timber elements, *Proceedings of World Conference on Timber Engineering*, Montreux-Lausanne, Switzerland, vol. 2., pp. 230-237.
- Heräjärvi, H., Jouhio, A., Tammiruusu, V., Verkasalo, E. 2004.** Small-diameter Scots Pine and Birch timber as raw materials for engineered wood products. *International Journal of Forest Engineering*, 15(2), 23-34.
- Hughes, M., 2015.** Plywood and other veneer-based products, In: Ansell, M.P., ed. *Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering: Number 54 – Wood Composites*, Cambridge: Elsevier Ltd, pp. 69-89.
- Hong, K.E.M. 2017.** Structural performance of nail-laminated timber-concrete composite floors. Master's dissertation, University of British Columbia
- Jokerst, R. 1981.** Finger-Jointed Wood Products US. Department of Agriculture Forest Service Forest Products Laboratory Research Paper FPL 382. pp. 6-10.
- Lukaszewka, E. 2009.** Development of prefabricated timber-concrete composite floors. (Doctoral Thesis). Luleå University of Technology, Sweden. DOI: 10.1680/stbu.10.00010.
- Natterer, J. K. 2002.** New technologies for engineered timber structures. *Progress in Structural Engineering and Materials*, 4: 245–263.
- Nelson, S., 1997.** Structural Composite Lumber. In: *Engineered Wood Products: A guide for specifiers, designers and users*, PFS Research Foundation, Madison, pp.147–172.
- O'Neil, J., Carradine, D., Moss, P. J., Fragiaco, M., Dhakal R., Buchanan, A. H. 2001.** Design of Timber-Concrete Composite Floors for Fire Resistance. *Journal of Structural Fire Engineering*, vol. 2(3), pp. 231-242.
- Ramage, M. H. 2017.** The wood from the trees: The use of timber in construction. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 68, pp. 333–359.
- Sotayo, A., Bradley, D., Bather, M., Sareh, P., Oudjene, M., El-Houjeiri, I., Harte, A., Mehra, S., O'Ceallaigh, C., Haller, P. 2020.** Review of state of the art of dowel laminated timber members and densified wood materials as sustainable engineered woodproducts for construction and building applications. *Dev. Built Environ.* 1, 1–11.
- Structure Craft, 2021.** Dowel laminated timber- the all wood panel- mass timber

design guide erişim noktası: <https://structurecraft.com/blog/dowel-laminated-timber-design-guide-and-profile-handbook>. Son erişim tarihi: 20-07-2022.

- Taazount, M., Amziane, S., Molard, D. 2013.** Tangential behaviour of nailed composite timber-concrete 490 floor structures. *Construction and Building Materials*, 40, 506-13.
- Van De Kuilen, J., Ceccotti, A., Xia, Z., He, M. 2011.** Very Tall Wooden Buildings with Cross Laminated Timber. *Procedia Eng.* 4,1621–1628.
- Yeoh, D. 2010.** Behaviour and design of timber-concrete composite floor system. (Doctoral Thesis). University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.
- Zhang, C, Gauvreau P. 2015.** Timber–concrete composite systems with ductile connections. *Journal of Structural Engineering*; 141(7): 04014179. DOI: 10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0001144.
- Werner, H. 1997.** Brettstapelbauweise. Informationdienst Holz. Bruderverlag, Karlsruhe, Germany. Retrieved on December 11, 2015 from <http://informationsdienst-holz.de>.

BÖLÜM 6

VHF DENİZ HABERLEŞME KANALLARI İLE İLGİLİ YAPILAN SON DÜZENLEMELERİN KISA MESAFE DENİZ HABERLEŞMESİNDE ORTAYA ÇIKARACAĞI DEĞİŞİKLİKLER

Tayfun Acarer¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Bilgi Üniversitesi İleri Mesleki Araştırmalar Okulu,
Bilgi Güvenliği Teknolojisi , tacarer@hotmail.com, Orcid: 0000-0003-2407-5552

1. Kısa Mesafe Deniz Haberleşmesinin Tanımı

Küresel Denizde Tehlike ve Emniyet Sistemi içinde (Global Maritime Distress and Safety System – GMDSS) kısa mesafe deniz haberleşmesinde en çok kullanılan sistem VHF (Very High Frequency – Çok Yüksek Frekans) cihazları kullanılarak yapılan iletişim şeklidir. Bu sistem bünyesinde farklı cihazlar bulunmakla birlikte kısa mesafe deniz haberleşmesinde genellikle gemilerde ve karadaki Sahil Telsiz istasyonlarında VHF özelliğine sahip cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlar ile gerçekleştirilen deniz haberleşmesi Gemi - Gemi ve Gemi – Kara arasında yapılmakta ve etkin görüşme uzaklığı da ufuk mesafesi olarak tanımlanan yaklaşık 25 deniz mili içindeki alan olarak kabul edilmektedir. Bu mesafe gemilerde ve sahil telsiz istasyonlarında bulunan VHF cihazlarının güçleri ile ilişkili olsa da, bu konuda asıl etken dünyanın yuvarlaklığı ve dolayısı ile 25 deniz mili mesafesi sonrasında alıcı ve verici sistemler arasında optik görüşün kaybolmasıdır.

2. VHF Deniz Haberleşmesinin Tarihçesi

Denizcilik amaçlı telsiz haberleşmesinin kullanımı, uzun yıllardır gemi güvenliği ve liman operasyonlarının önemli bir parçası olmuştur. Bu haberleşmenin başlangıcı 20. yüzyılın başlarına kadar uzanmaktadır. Bu tarihlerde deniz haberleşmesinde kullanılan frekanslar genelde düşük (Low frequency – LF) frekans bandındaydı. 1930'lı yıllarda HF frekans bandı ve frekans modülasyonunun (FM) kullanımının kullanılmaya başlanması ile birlikte uzak mesafe deniz haberleşmesi de hızla yaygınlaşmaya başlamıştır.

1947 yılında ilk kez VHF bandı olarak kabul edilen 152 – 162 MHz frekans bandının özel deniz haberleşme hizmetine tahsisinin yapılması sonrasında dünya çapında deniz mobil servisinde güvenlik, çağrı, gemiler arası ve liman kontrol haberleşmesi için 156.8 MHz'in (VHF Kanala 16) tanımlanması yapılmıştır.

1959 yılında Telsiz Düzenlemeleri (Radio Regulation – RR) Ek 18'de VHF kanalları için 50 kHz kanal aralığı belirlenmiş ve 1 ile 28.nci kanalların tanımı yapılmıştır.

SOLAS 74 olarak da bilinen Denizde Can Güvenliği Sözleşmesi ile VHF kanal aralığının 25 kHz olması ve mevcut tüm VHF ekipmanlarının 1 Ocak 1983'ten itibaren 25 kHz standartlarına uygun olması kararlaştırılmıştır.

Deniz haberleşmesi ile ilgili en önemli değişiklik ve düzenlemelerin yapıldığı Küresel Deniz Tehlike ve Güvenlik Sisteminin (GMDSS) 1987 yılında tanımlanmıştır. Ayrıca RR Ek 18'de VHF bandındaki otomatik deniz haberleşmesi için Sayısal Seçmeli Kanal (Digital Selective Calling

– DSC) için VHF kanal 70'in kullanılması kararlaştırılmıştır. GMDSS uygulama takvimine göre bu sürecin başlangıcı 1992 yılı olarak belirlenmiş ve 7 yıllık bir geçiş süreci tanımlanarak, 1 Şubat 1999 tarihinde tüm gemilerin GMDSS mevzuatına uygun olarak donatılması istenmiştir. Bu uluslararası mevzuat aksaksız ve her hangi bir gecikmeye uğratılmadan uygulanmıştır. Nitekim VHF DSC cihazının gemilerde kullanımı bu tarihten itibaren hızla yaygınlaşmıştır.

VHF deniz haberleşme sistemi ile ilgili olarak Uluslararası Denizcilik Örgütünün (International Maritime Organization – IMO) koordinesinde Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunication Union – ITU) toplantılarında alınan kararları ve bu toplantıların isim ve yapılaş tarihlerini sırasıyla aşağıdaki başlıklar altında özetlemek mümkündür.

Dünya Telsiz Konferansı – 1997 de (World Radio Conference - WRC 97) Otomatik Tanımlama Sisteminin kullanımı (Automatic Identification System - AIS) kararlaştırılmış ve bu amaçla VHF 87 ve 88'nci kanallar AIS 1 ve AIS 2'de kullanılacak frekanslar için tahsis edilmiştir. Bu amaçla 87 ve 88'in (dublex kanallar) ikinci ayakları (87b = 161.975 MHz ve 88b = 162.025 MHz) AIS 1 ve AIS 2 kanalları olarak belirlenmiştir.

Dünya Telsiz Konferansı - 2000'de (WRC-00) ilk kez bazı dublex kanalların (alış ve veriş frekansları ayrı kanallar) simplex kanala (alış/veriş frekansları aynı olan tek frekansa) dönüştürülmesi ve bu bantlarda testlerin yapılarak ileride kullanılabilceği kararlaştırılmıştır.

Görüldüğü üzere 1947 yılında 50 KHz olan kanal genişliği ve sadece ses haberleşmesi olarak başlayan VHF deniz haberleşme sistemlerinin kanal aralığı, ilerleyen yıllarda önce 25 KHz'e düşürülmüş, son yıllarda da 12,5 KHz kanal genişliği ile testler yapılması istenilmiştir.

Yine bu süreç içinde gemi – sahil istasyonları üzerinden yapılan kara telefon aboneliği irtibatlarında kullanılan dublex kanalların çok büyük bir kısmı simlex yayın şekline çevrilmiş ve elde edilen yeni kanalların genelde data haberleşmesi amacıyla kullanılması kararlaştırılmıştır.

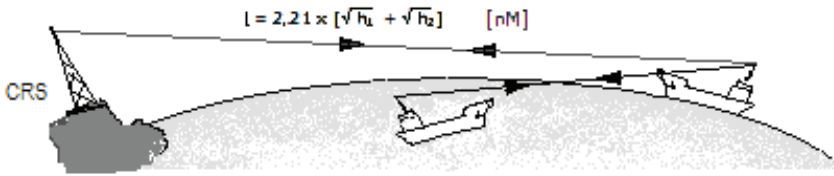
Bunun yanında 70, 16, 75, 76, 70 ve 16.ncı kanalların GMDSS, tehlike, güvenlik/ve çağrı haberleşmesi için kullanılması ve ayrıca 75 ve 76.ncı kanalların 16. ncı kanalın koruma bantları olarak tahsis edilmesi kararlaştırılmıştır.

3. VHF Deniz Haberleşmesinin Mesafesi

VHF deniz haberleşmesinin mesafesi gemi veya karadaki Sahil Telsiz istasyonlarındaki VHF cihazlarının güçleri ve bu cihazların antenlerinin bulunduğu yüksekliğe bağlı olarak değişmektedir. Gemilerdeki VHF

cihazlarının güçleri sabit olduğu (25 W) ve bu cihazların güçlerinin ayarlanma olanağı olmadığından, (mevzuat gereği) VHF deniz haberleşmesinin mesafesinin belirlenmesindeki asıl etkeninin gemiler ve sahil telsiz istasyonlarındaki VHF antenlerinin denizden yüksekliği olarak tanımlamak mümkündür.

Bu mesafe aşağıdaki şekil ve formüle göre açıklamak gerekirse (Acarer T. P., 2020); VHF iletişimi, optik görüş hattı (Line-of-Sight) veya antenden antene doğrudan yapılan haberleşme olarak tanımlanmaktadır. 2 VHF sistemi arasındaki mesafenin hesaplanmasının nasıl yapıldığı aşağıda detaylı olarak gösterilmektedir.



En uzak erişim mesafesi formülü;

$$l = 4,1 \times 10^3 \times [\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}] \quad [\text{m}] \quad \text{veya}$$

$$l = 2,21 \times [\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}] \quad [\text{nm, nautical mile – deniz mili}]$$

Bu fomülde l : mesafe (m veya nm)

h_1, h_2 : verici ve alıcı antenlerin metre cinsinden deniz seviyesinden yükseklikleridir.

Buna göre deniz seviyesinde bulunan iki gemindeki (Ship Satation) VHF antenlerinin denizden yükseklikleri birinin 25 m. diğerinin 35 m. olarak kabul edildiğinde, bu iki geminin VHF sistemi ile görüşme mesafesi yukarıdaki formüle göre;

$$l = 2,21 \times [\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}]$$

$$l = 2,21 \times [\sqrt{25} + \sqrt{36}] = 2,21 \times (5 + 6) = 2,21 \times 11 = 24,31 \text{ nm. dir.}$$

Yukarıdaki hesaplamalar, deniz seviyesindeki iki gemi arasındaki VHF haberleşmesinin azami mesafesi ile ilgili detaylı fikir vermektedir.

VHF haberleşmesi eğer Gemi ile Kara Sahil telsiz istasyonu (Coast Radio Station) arasında olursa, bu takdirde bu iletişimin mesafesi söz konusu iki istasyondaki VHF cihaz ve antenlerinin bulunduğu yüksekliğe bağlı olarak değişecektir. Buna örnek olarak Türkiye'deki Sahil Telsiz istasyonlarının konumları dikkate alınarak hesaplama yapılırsa, (Türkiye'deki VHF Sahil Telsiz istasyonlarının tamamı kıyı şeridinde dağların

üstünde bulunmaktadır) ortalama 1000 m. yükseklikteki bir Sahil Telsiz istasyonundaki VHF cihazları ile yapılacak bir gemi görüşme mesafesini aşağıdaki şekilde hesaplamak mümkün olur.

h_1 = Gemi istasyonundaki VHF antenin denizden yüksekliği
~ 25 m.

h_2 = Sahil Telsiz istasyonunun VHF antenin denizden yüksekliği ~ 1000 m. ise

Bu durumda Gemi Sahil Telsiz istasyonu arasındaki VHF haberleşmesinin mesafesi;

$$l = 2,21 \times [\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}]$$

$l = 2.21 \times [\sqrt{25} + \sqrt{1000}] = 2,21 \times (5 + 32) = 2.21 \times 37 \sim 82 \text{ nm.}$
olur.

Sahil Telsiz istasyonlarındaki VHF cihaz ve antenlerinin bulunduğu yükseklik deniz seviyesinden ne kadar yukarıda olursa, görüşme mesafesi de bu yüksekliğe bağlı olarak artacaktır.

4. Kısa Mesafe Deniz Haberleşmesinde Kullanılan Telsiz Sistemleri

Kısa Mesafe Deniz Haberleşmesinde kullanılan telsiz sistemlerinin başında VHF cihazları gelmektedir. VHF cihazlarının Portable VHF, VHF DSC (VHF Digital Selective Calling) gibi farklı amaçla kullanılan türleri de olmakla birlikte, hepsinin çalışma prensibi VHF sisteminin aynısıdır.

GMDSS hükümleri gereği tüm sefer bölgelerinde çalışan Gemi İstasyonlarında (Ship Station)VHF, Portable VHF ve VHF DSC cihazlarının bulundurulması zorunludur. Bu cihazların tamamı 156 – 174 MHZ frekans bandında çalışmaktadır.

Gemiler'deki VHF cihazlarının en yüksek gücü 25 Watt ile sınırlanmış olup, bu azami güç sahil telsiz istasyonları için 50 Watt olarak belirlenmiştir.

Gemi ve sahil telsiz istasyonlarındaki VHF cihazlarının en düşük gücü ise 1Watt olup, bu cihazları farklı bir güce ayarlamak mümkün değildir. Yani gemideki bir VHF cihazı ya 25 Watt veya 1 Watt gücünde çalışmaktadır. Bu cihazların çıkış gücü geminin denizdeki konumu (açık deniz veya limanda bulunmasına göre) ve bazı kanallar için belirlenmiş uluslararası mevzuata uygun olacak şekilde kullanıcılar tarafından 1W veya 25W olacak şekilde manuel olarak ayarlanmaktadır.

El VHF'leri olarak da tanımlanan Portable VHF cihazları hem fiziksel boyut, hem de güç olarak VHF cihazlarından çok daha küçüktür. Bir cep telefonundan biraz daha kalın olarak tasarlanan bu cihazlar genelde

gemi içi haberleşmede ve limanlarda yük elleçleme sırasında gerçekleştirilen karşılıklı haberleşmede kullanılmaktadır. Bu cihazların en yüksek güç değeri 1 Watt olarak sınırlandırılmıştır (Yılmaz, 2014).

VHF DSC cihazının ise, yine GMDSS hükümleri doğrultusunda otomatik data haberleşmesi amacıyla gemilerde bulundurulması zorunlu olup, bu cihaz gerek tehlike / emniyet, gerekse rutin olarak yapılacak otomatik VHF iletişimde kullanılmaktadır. Gemilerde GMDSS kuralları gereği tesisi zorunlu olan bu cihaz aslında sadece Alıcı (receiver) özelliğine sahip olup, sadece 70. Kanal üzerinden gelen sinyalleri almaktadır. Bu cihazın verici (transmitter) özelliği bulunmadığından, 70. kanaldan gönderilecek bir sinyal, bununla irtibatla olan VHF cihazı üzerinden iletilmektedir.

Günümüzde deniz araçlarında bulunan mürettebat ve yolcuların kara ile irtibatlarında cep telefonu adı verilen mobil el terminalleri de kullanılmaktadır. Ancak bunların çalışma prensibi dikkate alındığında, bunların teknik olarak bir baz istasyonu ile bağlantı halinde olması gerekmektedir. Bu nedenle cep telefonları ile baz istasyonları arasındaki uzaklık en fazla 4-5 km. olabilmektedir.

Bu teknik zorunluluk sonucu deniz araçlarında cep telefonları ile haberleşme ancak sahilden en fazla 4-5 km. mesafede gerçekleştirilebilmektedir. Bunun sonucu olarak gemilerde bulunan cep telefonlarının kısa mesafe deniz haberleşmesinde kullanım olanağının oldukça kısıtlı olduğunu, ancak kıyı sefer yapan ve karaya çok yakın alanda seyir halinde olan bazı gemilerde kullanılabileceğini söylemek mümkündür.

Bu değerlendirmeler sonucunda gemilerde kısa mesafe deniz haberleşmesinde gerek gemi – gemi, gerekse gemi – sahil telsiz istasyonları arasındaki haberleşmede çok büyük oranda VHF telsiz cihazlarının kullanıldığını söylemek mümkündür. Ayrıca GMDSS deniz haberleşmesi mevzuatı gereği gemilerde tesisi zorunlu olan kısa mesafe cihazı da VHF olduğundan, bu çalışmada sadece bu sistemin değerlendirilmesi yapılacaktır.

5. VHF Telsiz Sistemlerinin Deniz Haberleşmesinde Önemi

VHF telsiz sistemlerinin bir çok farklı haberleşme kabiliyeti bulunmaktadır. Bu cihazlar aracılığı ile gemi – gemi ve gemi – kara arasında karşılıklı olarak rutin aramalar yapılabildiği gibi, gemilerden veya gemilere doğru distress (tehlike), acelelik (urgency) ve emniyet (safety) yayınları da gerçekleştirilmektedir. Bu cihazlar aynı zamanda gemi içinde sesli aramalarda da kullanılabilmektedir.

VHF sisteminin diğer bir cihazı olan VHF DSC ile sadece data haberleşmesi şeklinde otomatik aramalar yapılmaktadır. VHF DSC cihazı ile gemi – gemi ve gemi – sahil telsiz istasyonları arasında tehlike ve emni-

yet haberleşmesinin yanında rutin haberleşme de yapılabilmekte ve gelen sinyallerin cihaz tarafından otomatik alımı temin edilerek ilgili personel cihaz başında olmasa bile sesli ve görsel olarak uyarılmaktadır. Deniz haberleşmesinde otomatik iletişim özelliğine sahip olan bu cihaz, özellikle acil durumlarda çok hızlı iletişim, rutin aramalarda ise gizli görüşme imkanı temin etmektedir.

VHF sisteminin boyut ve güç olarak en küçük cihazı olan Portable VHF, gemilerde genellikle “El VHF”i olarak da tanımlanmaktadır. Bu cihaz genelde gemi içi haberleşmede ve limanlarda yük elleçleme sırasında karşılıklı haberleşme, işlerin sevk ve idaresi amacıyla yoğun şekilde kullanılmaktadır. Gemi personeli tarafından en yoğun kullanılan cihaz özelliğini taşıyan Portable VHF’ler, GMDSS hükümlerine göre olağanüstü bir durumda gemi terk olayı sırasında can kurtarma botlarına ve sallarında bulundurulacak telsiz cihazlarının başında gelmektedir.

6. VHF Sistemlerinin Arama Kurtarma Faaliyetleri Açısından Önemi

GMDSS (Küresel Denizde Tehlike ve Emniyet Sistemi) kuralları gereği bir tehlike / emniyet haberleşmesi gereken durumda kullanılmak amacıyla gemilerde tesisi zorunlu tutulmuş bir çok telsiz cihazı bulunmaktadır. Bu cihazlar haberleşme menzilleri ve haberleşme türleri itibarı ile birbirinden farklılık içermekle birlikte, bunlar içinde en etkin ve en çok kullanılan VHF sistemidir. VHF cihazlarının gemi içinde güncel işlevlerde de yoğun şekilde kullanılması ve uygulamalarının oldukça basit ve herkes tarafından rahatlıkla anlaşılabilmesi, bu sistemi diğer tehlike / emniyet haberleşmesi yapılan sistemlerinden ayrı bir önceliğe kavuşturmuştur.

Bunun yanında VHF sisteminin yakın mesafe iletişim özelliğine sahip olması nedeniyle, özellikle bir Arama ve Kurtarma (Search and Rescue – SAR) olayında tehlikedeki gemi ve buna yardıma gelen deniz ve hava kurtarma araçları arasındaki haberleşmede de bu sistemin yoğunlukla kullanımı zorunludur.

Ayrıca VHF DSC cihazının tehlike / emniyet haberleşmesine ilişkin gemiden gönderilen sinyalleri otomatik olarak alma ve bu cihaz üzerinden gönderilen sinyale cevap verebilme kabiliyetine sahip olması, VHF DSC sistemini GMDSS kuralları gereği gemilerde tesisi zorunlu olan en önemli tehlike / emniyet haberleşmesi cihazı haline getirmektedir.

7. Eski VHF Deniz Haberleşme Kanalları ve Özellikleri

Halen deniz haberleşmesinde kullanılan VHF kanallarının numarası, bunların MHz olarak gönderme ve alma frekansları, bu kanalların duplex ve simplex olma özellikleri ve bunların kullanım amaçları aşağıdaki tablo’da gösterilmektedir.

Bu sistemde dublex kanal; alma ve gönderme frekanslarının bir birlerinden farklı olduğu kanal, simplex kanal; alma ve gönderme frekansları bir birleri ile aynı olan kanal anlamında kullanılmaktadır.

Simplex Kanallar; genellikle Gemi – Gemi arası haberleşmede, Tehlike, Acelelik ve Emniyet yayınlarında kullanılmaktadır. Dublex Kanallar ise; Gemi – Kara Telefon Aboneleri arasındaki haberleşmede kullanılmaktadırlar. (Sahil Telsiz istasyonları aracılığıyla kurulan Abone irtibatı)

Dublex kanallar;

01 - 05 (05 dahil)

07

18 - 28 (18 ve 28 dahil)

60 - 66 (60 ve 66 dahil) ve

78 - 86 (78 ve 86 dahil) dir.

Toplam : 33 adet Dublex VHF kanalı

Simplex VHF Kanalları ise;

06 - 17 (06 ve 17 dahil, 07 hariç)

67 - 77 (67 ve 77 dahil,)

87 a – 88 a (87 ve 88'in veriş frekansları)

Toplam : 24 adet Simplex VHF kanalı

87 ve 88. Kanalların Alış Frekansları (87b ve 88b) AIS 1 ve AIS 2 frekansları olarak Otomatik Kimlik Sistemi (Automatic Identification System – AIS Sistemi) için tahsis edilmiştir (Acarer T. , 2014).

Bu arada 75 ve 76.ncı kanallar 16.ncı kanalın “Koruma kanalları” olarak uzun yıllar kapalı olmasına karşılık, yaklaşık 5 yıl önce yapılan bir düzenleme ile tekrar kullanıma açılmıştır

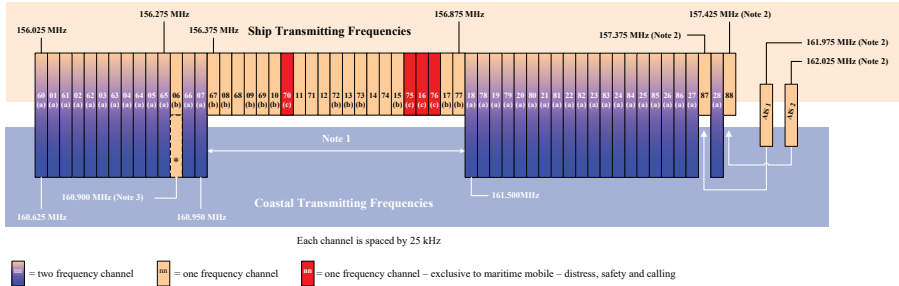
Yine bu tablo’da alma ve gönderme frekanslarının değeri MHz (Mega Hertz – milyon hertz) olarak verilmektedir.

Tablonun son satırında ise mevcut VHF kanallarının kullanım amacı her bir kanal için ayrı ayrı gösterilmektedir.

Kanal Numarası	Gönderme Frekansı (MHz)	Alma Frekansı (MHz)	Simplex / Dublex	Kanalın Kullanım Amacı
01	156.050	160.450	D	
02	156.100	160.700	D	
03	156.150	160.750	D	
04	156.200	150.800	D	
05	156.250	160.850	D	
06	156.300	156.300	S	ARAMA KURTARMA
07	156.350	160.950	D	
08	156.400	156.400	S	Sahil Güvenlik
09	156.450	156.450	S	Balıkçı Kanalı
10	156.500	156.500	S	Balıkçı Kanalı
11	156.550	156.550	S	
12	156.600	156.600	S	
13	156.650	156.650	S	
14	155.700	156.700	S	
15	156.750	156.750	S	Yakın mesafeler için kullanılır. Max. 1W çıkış gücü +/- 5 mil görüşme
16	156.800	156.800	S	ACİL DURUM ÇAĞRI KANALI
17	156.850	156.850	S	Yakın mesafeler için kullanılır Max.1W çıkış gücü +/- 5 mil görüşme
18	156.900	161.500	D	
19	155.950	161.550	D	
20	157.000	161.600	D	
21	157.050	161.550	D	
22	157.100	161.700	D	
23	157.150	161.750	D	
24	157.200	161.800	D	
25	157.250	161.850	D	
26	157.300	161.900	D	
27	157.350	161.950	D	
28	157.400	162.000	D	
60	155.025	160.625	D	
61	156.075	160.675	D	
62	156.125	160.725	D	
63	156.175	150.775	D	
64	156,225	160.825	D	
65	156,275	160.875	D	

66	156.325	160.925	D	
67	156,375	156,375	S	Meteoroloji Kanalı
68	156.425	155.425	S	
69	156.475	156.475	S	Tersane, Gemi inşa ve Onarım
70	156,525	156.525	S	DSC ACİL DURUM ve ÇAĞRI KANALI
71	156.575	156.575	S	
72	156.625	156.625	S	Yat Kanalı
73	156.675	156.675	S	Yat Kanalı
76	156.825	156.825	S	Acil Durum Data Kanalı
77	156.875	156.875	S	Balıkçı Kanalı
87	156.375	161.975	D	AIS Sistemleri 1. Kanalı
88	156.425	161.025	D	AIS Sistemleri 2. Kanalı

Aşağıdaki şemada, bu kanalların RR Ek 18'in konfigürasyonu gösterilmektedir (Demir, 2009).



Bu şemaya göre; 06, 08, 09, 10, 13, 15, 17, 67, 69, 72, 73 ve 77.nci kanallar gemiler arası kullanım için tanımlanmıştır (Şemada b ile gösterilmiştir)

01-05 (dahil), 7, 18-28 (dahil) ve 78-86. nci kanallar (dahili) genel görüşmeler için tanımlanmıştır. (Şemada a ile gösterilmiştir).

WRC-97'de, 87 ve 88. Kanalların ikinci kısmı (87b ve 88b) AIS1 ve AIS2 olarak belirlenmiştir.

8. Yeni Planlanan VHF Deniz Haberleşme Kanalları

Günümüzde haberleşmenin her alanın sayısal iletişime kayması ve data haberleşmenin giderek artması deniz haberleşmesinin içeriğinin de bu yönde değişimine yol açmaktadır. Data haberleşmesinin en önemli özelliklerinden biri gönderilen veri miktarının fazlalığı ve veri hızını artırmak için bant ve kanal genişliğinin azami ölçüde geniş olmasının gerekliliğidir.

Bu amaçla halen yapılan bir çok iletişim şeklinde, ya kullanılan kanalların birleştirilerek bant genişliğinin artırılması veya daha yüksek frekanslar kullanılarak daha boş kanallar elde edilerek bunların genişliklerinden yararlanılması hedeflenmektedir.

Bu genel bilgi doğrultusunda VHF deniz haberleşmesinde yukarıda sayılan ikinci alternatifin dikkate alınması olanaksızdır. Çünkü IMO ve ITU'da belirlenen VHF bandının frekans değerlerinin değiştirme ihtimali bulunmamaktadır. 156 – 174 MHz olarak belirlenen VHF deniz haberleşme bandı dünyanın her yerinde bu amaç için tahsis edilmiş olup, tüm deniz araçlarındaki sistemler bu frekans bandına uygun olarak tesis edilmektedir.

Bu nedenle ülkeler tarafından deniz haberleşme frekanslarının geliştiği güzel olarak değiştirilmesi, hatta emisyon ve modülasyon şekillerinde farklılık yapılması olanaksızdır. Aksi takdirde tüm deniz araçları mobil ekipmanlardır ve özellikle gemiler çok farklı ülkelere de seferler yaptıklarından, farklı frekanslarda çalışan telsiz sistemlerinin kullanılması halinde uluslararası deniz haberleşmesinin yapılması olanaksız hale gelecektir.

Bunun sonucu son yıllarda IMO ve ITU bünyelerinde yapılan çalışmalarda deniz haberleşme bandının frekans değerinin değişiminden çok, bu bant içinde kalan kanalların kullanım amacıyla ve emisyon şekillerinde değişimler yapılarak mevcut kanalların bir kısmı data haberleşmesine uygun hale getirilmiştir. Bu maksatla özellikle dublex iletişim özelliği taşıyan bazı kanalların simplex'e çevrilmesi planlanmış, bunların bir kısmı (özellikle frekans olarak yan yana olan kanallar) birleştirilerek data iletişimi için daha geniş kanal aralıkları elde edilmiştir.

VHF kanallarının genişletilmesinin amacı, daha büyük ve hızlı veri iletimi için gereken frekans genişliğinin temin edilmesidir. Bu değerlendirmeler doğrultusunda IMO ve ITU tarafından belirlenen yeni VHF deniz haberleşme kanallarının numaraları, hangi amaçla kullanılacakları, bunların emisyon ve çalışma şekilleri aşağıdaki tablo'da detaylı olarak gösterilmektedir.

Channel designator	Notes	Transmitting frequencies (MHz)		Inter-ship	Port operations and ship movement		Public correspondence
		From ship stations	From coast stations		Single frequency	Two frequency	
60	<i>m)</i>	156.025	160.625		x	x	x
01	<i>m)</i>	156.050	160.650		x	x	x
61	<i>m)</i>	156.075	160.675		x	x	x
02	<i>m)</i>	156.100	160.700		x	x	x
62	<i>m)</i>	156.125	160.725		x	x	x
03	<i>m)</i>	156.150	160.750		x	x	x
63	<i>m)</i>	156.175	160.775		x	x	x
04	<i>m)</i>	156.200	160.800		x	x	x
64	<i>m)</i>	156.225	160.825		x	x	x
05	<i>m)</i>	156.250	160.850		x	x	x
65	<i>m)</i>	156.275	160.875		x	x	x
06	<i>f)</i>	156.300		x			
2006	<i>r)</i>	160.900	160.900				
66	<i>m)</i>	156.325	160.925		x	x	x
07	<i>m)</i>	156.350	160.950		x	x	x
67	<i>h)</i>	156.375	156.375	x	x		
08		156.400		x			
68		156.425	156.425		x		
09	<i>i)</i>	156.450	156.450	x	x		
69		156.475	156.475	x	x		
10	<i>h), q)</i>	156.500	156.500	x	x		
70	<i>f), j)</i>	156.525	156.525	Digital selective calling for distress, safety and calling			
11	<i>q)</i>	156.550	156.550		x		
71		156.575	156.575		x		
12		156.600	156.600		x		
72	<i>i)</i>	156.625		x			
13	<i>k)</i>	156.650	156.650	x	x		
73	<i>h), i)</i>	156.675	156.675	x	x		
14		156.700	156.700		x		
74		156.725	156.725		x		
15	<i>g)</i>	156.750	156.750	x	x		
75	<i>n), s)</i>	156.775	156.775		x		
16	<i>f)</i>	156.800	156.800	DISTRESS, SAFETY AND CALLING			
76	<i>n), s)</i>	156.825	156.825		x		
17	<i>g)</i>	156.850	156.850	x	x		
77		156.875		x			
18	<i>m)</i>	156.900	161.500		x	x	x
78	<i>m)</i>	156.925	161.525		x	x	x
1078		156.925	156.925		x		

2078	mm)		161.525		x		
19	m)	156.950	161.550		x	x	x
1019		156.950	156.950		x		
2019	mm)		161.550		x		
79	m)	156.975	161.575		x	x	x
1079		156.975	156.975		x		
2079	mm)		161.575		x		
20	m)	157.000	161.600		x	x	x
1020		157.000	157.000		x		
2020	mm)		161.600		x		
80	y), wa)	157.025	161.625		x	x	x
21	y), wa)	157.050	161.650		x	x	x
81	y), wa)	157.075	161.675		x	x	x
22	y), wa)	157.100	161.700		x	x	x
82	x), y), wa)	157.125	161.725		x	x	x
23	x), y), wa)	157.150	161.750		x	x	x
83	x), y), wa)	157.175	161.775		x	x	x
24	w), ww), x), xx)	157.200	161.800		x	x	x
1024	w) , ww), x) , xx)	157.200					
2024	w) , ww), x) , xx)	161.800	161.800	x (digital only)			
84	w), ww), x), xx)	157.225	161.825		x	x	x
1084	w) , ww), x) , xx)	157.225					
2084	w) ww),x),xx)	161.825	161.825	x (digital only)			
25	w), ww), x), xx)	157.250	161.850		x	x	x
1025	w) , ww), x) , xx)	157.250					
2025	w) , ww), x) , xx)	161.850	161.850	x (digital only)			
85	w), ww), x), xx)	157.275	161.875		x	x	x

1085	w) , ww), x) , xx)	157.275					
2085	w) , ww), x) , xx)	161.875	161.875	x (digital only)			
26	w), ww), x)	157.300	161.900		x	x	X
1026	w), ww), x)	157.300					
2026	w), ww), x)		161.900				
86	w), ww), x)	157.325	161.925		x	x	x
1086	w), ww), x)	157.325					
2086	w), ww), x)		161.925				
27	z), zx)	157.350	161.950			x	x
1027	z), zz)	157.350	157.350		x		
2027*	z)	161.950	161.950				
87	z), zz)	157.375	157.375		x		
28	z), zx)	157.400	162.000			x	x
1028	z), zz)	157.400	157.400		x		
2028*	z)	162.000	162.000				
88	z), zz)	157.425	157.425		x		
AIS 1	f), l), p)	161.975	161.975				
AIS 2	f), l), p)	162.025	162.025				

* 1 Ocak 2019'dan itibaren kanal 2027 ASM 1 ve kanal 2028 ASM 2 olarak adlandırılmaktadır.

9. Eski ve Yeni VHF Deniz Haberleşme Kanallarının Kullanımı Arasındaki Başlıca Farklar

Yukarıda 7. maddede eski ve 8. maddede detaylı olarak yeni VHF deniz haberleşme kanallarının yeni frekans değerleri, kullanım amaçları ve çalışma şekilleri gösterilmiştir. Eski kanallara göre oldukça büyük farklılıklar içeren yeni deniz haberleşmesi VHF kanal tablosunda verilen kanallarının her bir harf ve koşula ilişkin dikkate alınması gereken özelliklerini ve bunların kullanım amaçlarını aşağıdaki maddeler halinde özetlemek mümkündür.

a) Ülke idareleri, deniz destek operasyonu olarak tanımlanan gemiler arası iletişim, liman operasyonları ve gemi hareket hizmetlerine katılan hafif uçak ve helikopterlerin diğer gemilerle veya bu faaliyete katılan sahil istasyonlarıyla iletişim kurmak için uygun frekansları belirleyebilir.

Bununla birlikte kamuya açık olduğu paylaşılan haberleşme kanallarının kullanımı için ilgililer ve bunlardan etkilenen farklı idareler arasında önceden anlaşmaların yapılması gerekmektedir.

b) 06, 13, 15, 16, 17, 70, 75 ve 76 Kanallar hariç olmak üzere, bu ekte yer alan tüm kanallar ilgililenen ve etkilenen idareler arasında özel düzenlemeye tabi olarak yüksek hızlı veri ve faks iletimleri için de kullanılabilir.

c) Yine 06, 13, 15, 16, 17, 70, 75 ve 76. kanallar hariç olmak üzere yeni frekans tablosunda yer alan tüm kanallar, bunlardan ilgililenen ve etkilenen idareler arasında özel düzenlemeye tabi olarak “direct-printing telegraphy” ve “data” iletim şekilleri için de kullanılabilir. (2012’deki Dünya Telsiz Konferansına göre – World Radio Conference – WRC - 12)

d) Yeni frekans tablo’sunda gösterilen kanallara ilişkin frekanslar, belirtilen şartlara uygun olarak iç sularda telsiz iletişimi için de kullanılabilir.

e) Farklı ülke yetkili idareleri, 25 kHz aralığındaki kanallara enterferans yapılmadığına dikkat ederek (bunun garantisini vererek) kanal genişliklerinde 12.5 kHz kanal aralığını uygulayabilir. Bu amaçla;

- Kullanılacak VHF kanallarının kanal aralıklarında yapılacak değişikliklerin (kanal aralıklarının 12,5 kHz’e düşürülmesi, vb.) 25 kHz’lik denizcilik seyir tehlike ve emniyet, otomatik tanımlama sistemi AIS 1 ve AIS 2 (87b ve 88b) kanallarını ve özellikle 06, 13, 15, 16, 17 ve 70.nci kanalları, bunlar ile ilgili belirtilen teknik özellikleri ve veri değişim frekanslarını etkilememesi gerekmektedir. (WRC - 07’e göre)

- Bant genişlikleri 12,5 kHz’e düşürülen kanalların birleştirilmesi ve sonuçta ortaya çıkan ulusal gerekliliklerin uygulanması, bu değişikliklerden etkilenen idarelerle (genelde komşu ülke idareleri) yapılacak koordinasyona tabi olmalıdır. (WRC-12’e göre)

f) 06 (156.300 MHz), 16 (156.800 MHz), 70 (156.525 MHz), AIS 1 (161.975 MHz) ve AIS 2 (162.025 MHz) kanalları uçak istasyonları tarafından arama kurtarma operasyonları ve güvenlikle ilgili diğer iletişim amacıyla da kullanılabilir. (WRC-07’e göre)

g) VHF 15 ve 17.nci kanallar, etkin yayım gücünün 1W’ı geçmemesi koşuluyla ve bu kanalların kullanıldığı durumlarda ilgili idarenin ulusal düzenlemelerine tabi olmak kaydıyla, bu idarelerin kendi ülkelerindeki iç karasularındaki iletişim için de kullanılabilir.

h) Avrupa Denizcilik Alanı içinde ve Kanada’da, 10 (156.500 MHz), 67 (156.375 MHz) ve 73.ncü (156.675 MHz) kanallar gerektiğinde, ilgili idareler tarafından yerel alanlarda yapılan koordineli arama kurtarma ve kirlilikle mücadele operasyonlarına katılan gemi istasyonları, uçak istas-

yonları ve diğer istasyonların kendi aralarında ve kara istasyonları ile yapacakları iletişimde için de kullanılabilirler.

i) Deniz destek operasyonu olarak tanımlanan gemiler arası iletişim, liman operasyonları ve gemi hareket hizmetlerine katılan hafif uçak ve helikopterlerin diğer gemilerle veya bu faaliyete katılan sahil istasyonlarıyla iletişim kurmaları için tercih edilen ilk üç frekans; 156.450 MHz (kanal 09), 156.625 MHz (kanal 72) ve 156.675 Mhz (kanal 73) 'dür.

j) 70.nci kanal (156.525 MHz) yalnızca tehlike, güvenlik ve çağrı (rutin çağrı) amacıyla yapılacak her türlü sayısal ve otomatik içerikli Sayısal Seçmeli Çağrılarda (Digital Selective Calling – DSC) için kullanılacaktır.

k) Kanal 13 (156.650 MHz); başta gemiler arası seyir güvenliği haberleşmesi olmak üzere, dünya çapında bir seyir güvenliği iletişim kanalı olarak kullanılmak üzere belirlenmiştir. Bu kanal ilgili idarelerin ulusal düzenlemelerine tabi olarak gemi hareketi ve liman işletmeciliği hizmeti için de kullanılabilir. Bu nedenle bu kanalın tasarrufu ilgili idarelerin ulusal düzenlemelerine tabidir.

l) AIS 1 ve AIS 2 kanalları, bu amaçla bölgesel bazda operasyon amaçlı başka frekanslar belirlenmediği sürece dünya çapında otomatik tanımlama sistemi (AIS) için kullanılacaktır. Bu kullanım, ITU-R M.1371 tavsiyesindeki teknik ve operasyonel kullanımlara ilişkin en son sürüme uygun olmalıdır. (WRC-07'e göre)

m) Başlangıçta dublex kanallar (alış ve veriş frekansları farklı) olarak kullanılan 01, 02, 03, 04, 05, 07, 60, 61, 62, 63, 64, 65 ve 66.ncı kanallar, bunların kapsama olarak etkilediği idarelerin aralarındaki koordinasyona tabi olarak simplex (alış ve veriş frekansları aynı) tek frekanslı kanallar olarak çalıştırılabilecektir. Ancak bu kanalların simplex olarak tek frekanslı kullanımı için aşağıdaki koşullar geçerlidir:

- Bu kanalların alt frekans kısmı gemi ve sahil istasyonları tarafından tek frekanslı kanallar olarak çalıştırılabilir.

- Bu kanalların üst frekans kısmının (upper frequency) kullanılarak yapılacak iletim, sahil istasyonları ile sınırlıdır.

- Ülke idareleri tarafından izin verildiği ve buna ilişkin hazırlanan ulusal yönetmeliklerde de belirtildiği takdirde, bu kanalların üst frekans kısmı, gemi istasyonları tarafından iletim için de kullanılabilir. Ancak bu amaçla yapılacak VHF iletişimde AIS 1 (161.975 MHz), AIS 2 (162.025 MHz), 2027* (161.950 MHz) ve 2028 (162.000 MHz) numaralı kanallara enterferansın önlemesi için idarelerce gereken tüm önlemlerin alınması gerekmektedir. (WRC-15'e göre)

* 1 Ocak 2019 tarihinden itibaren kanal 2027 (161.950 MHz) ASM1 ve kanal 2028 (162.000 MHz) ASM 2 olarak adlandırılacaktır.

n) 75 (156.775 MHz) ve 76.ncı (156.825 MHz) kanalların kullanımı sahil istasyonları ile sınırlıdır. İdarelerce izin verilmesi ve bu konuda yapılan düzenlemelerin ulusal yönetmeliklerde belirtilmesi ve AIS 1, AIS 2, 2027* ve 2028* kanallarına olabilecek enterferansı önlemek için tüm önlemleri almak koşuluyla bu kanallar, gemi istasyonları tarafından da kullanılabilir. (WRC-15'e göre)

o) 75 ve 76.ncı kanalların kullanımı AIS kanalları hariç olmak üzere, yalnızca navigasyonla ilgili haberleşme için kullanılmalı ve bunların çıkış gücünün de kanal 16'ya zararlı enterferansı önlemek için 1W ile sınırlandırılması için idarelerce tüm önlemler alınmalıdır. (WRC-12'e göre)

p) AIS 1 ve AIS 2 kanalları, mobil uydu hizmetinde (dünyadan uzaya) gemilerden AIS yayınlarının alınması için de kullanılabilir. (WRC-07'e göre)

q) 10 ve 11.nci kanalların kullanımında, kanal 70'e zararlı enterferansı önlemek için idarelerce tüm önlemler alınmalıdır. (WRC-07'e göre)

r) Daha önce duplex olarak kullanılırken simplex'e çevrilen 66. Kanalın ilk ayağı olan 2006.ncı kanal (160.900 MHz) deniz mobil hizmetinde gelecekteki uygulamalar veya sistemler için (örneğin yeni AIS uygulamaları, gemi üstü sistemler, vb.) deneysel kullanım için ayrılmıştır. Bu konuda idareler tarafından deneysel kullanım için yetki verilmişse, kullanıcılar bu işlemlerde sabit ve mobil servislerde çalışan istasyonlara zararlı enterferansa neden olmayacak veya bu istasyonlardan koruma talep etmeyecek şekilde önlemler alacaklardır. (WRC-12)

s) 75 (156.775 MHz) ve 76.ncı kanallar (156.825 MHz) gemilerden uzun menzilli AIS yayın mesajlarının alınması için mobil uydu hizmetine (dünyadan uzaya) tahsis edilmiştir. (Tavsiye ITU-R M.1371). (WRC-12'e göre)

t) 1 Ocak 2017 tarihine kadar Bölge 1 ve 3'de mevcut dubleks kanallar olarak 78, 19, 79 ve 20.nci kanallar kullanılabilir.

w) Bölge 1 ve 3'te:

- 1 Ocak 2017 tarihine kadar 24, 84, 25, 85, 26 ve 86.nci kanallar (157.200-157.325 MHz ve 161.800-161.925 MHz'ler arası frekanslar), bunları kullanan idarelerle koordinasyona tabi tutularak dijital olarak modüle edilmiş emisyonlar için kullanılabilir. Dijital olarak modüle edilmiş emisyonlar için bu kanalları veya bantlarını kullanan istasyonlar, çevresinde bulunan istasyonlara enterferansa yol açmamaya ve onlardan koruma talep etmemeye özen göstereceklerdir.

- Yine 1 Ocak 2017'den itibaren yukarıda sayılan kanallar VHF Veri Değişim Sisteminin (VHF Data Exchange System – VDES) kullanımı için tanımlanmıştır. Bu frekans bantları, analog modülasyon için de kullanılabilir. Bunu yapmak isteyen bir idare tarafından Tavsiye Edilen ITU-R M.1084, dijital olarak modüle edilmiş emisyonlar diğer istasyonlara zararlı enterferansa neden olmamak veya onlardan koruma talep etmek ve etkilenen idarelerle koordinasyona tabi olmak kaydıyla dijital olarak modüle edilmiş emisyonları kullanabilecektir. (WRC-15'e göre)

wa) Bölge 1 ve 3'te:

1 Ocak 2017 tarihine kadar 80, 21, 81, 22, 82, 23 ve 83ncü kanalları (157.025-157.175 MHz ve 161.625-161.775 MHz arası frekanslar) kullanan idarelerle koordinasyona tabi olarak dijital olarak modüle edilmiş emisyonlar için kullanılabilir. Dijital olarak modüle edilmiş emisyonlar için bu kanalları veya frekans bantlarını kullanan istasyonlar, diğer istasyonlara enterferansa yol açmamaya ve onlardan koruma talep etmemeye dikkat edeceklerdir.

ITU-R M.1842 Tavsiyesine yine göre 1 Ocak 2017'den itibaren 80, 21, 81, 22, 82, 23 ve 83ncü kanallar, birden fazla 25 kHz bitişik kanal kullanılarak dijital sistemlerin kullanımı için tanımlanmıştır.

1 Ocak 2017'den itibaren 23 ve 83.nci kanallar, (157.150-157.175 MHz ve 161.750-161.775 MHz arası frekanslar) ve 82.nci kanal (157.125 MHz ve 161.725 MHz) ITU-R M.1842 Tavsiyesinin en son sürümünde açıklanan 25 kHz bitişik kanallar dijital sistemlerin kullanımı için tanımlanmıştır.

80, 21, 81, 22, 82, 23 ve 83.ncü kanallar, (157.025-157.175 MHz ve 161.625-161.775 MHz arası frekanslar) dijital olarak modüle edilmiş emisyonları kullanan deniz mobil hizmetindeki diğer istasyonlardan koruma talep etmemek ve etkilenen idarelerle koordinasyona tabi olmak kaydıyla, bunu yapmak isteyen bir idare tarafından Tavsiye ITU-R M1084'ün en son sürümünde açıklanan analog modülasyon için de kullanılabilir. (WRC-15'e göre)

ww) Bölge 2'de; 24, 84, 25, 85, 26 ve 86.nci kanallar (157.200-157.325 ve 161.800-161.925 MHz arası frekanslar), ITU-R M.1842 Tavsiyesinin en son versiyonuna göre dijital olarak modüle edilmiş emisyonlar için belirlenmiştir.

Kanada ve Barbados'ta; 24, 84, 25 ve 85.nci kanallar (157.200-157.275 ve 161.800-161.875 MHz arası frekanslar) 1 Ocak 2019'dan itibaren ITU-R M.2092'e göre etkilenen idarelerle koordinasyona tabi olarak dijital şekilde modüle edilmiş emisyonlar için kullanılabilir. (WRC-15'e göre)

x) 1 Ocak 2017'den itibaren Angola, Botsvana, Lesoto, Madagaskar,

Malavi, Mauritius, Mozambik, Namibya, Kongo Demokratik Cumhuriyeti, Seyşeller, Güney Afrika, Svaziland, Tanzania, Zambiya ve Zimbabve'de; 82, 23, 83, 24, 84, 25, 85, 26 ve 86.ncı kanallar (157.125-157.325 ve 161.725-161.925 MHz arası frekanslar) dijital olarak modüle edilmiş emisyonlar için belirlenmiştir.

1 Ocak 2017'den itibaren Çin'de; 23, 83, 24, 84, 25, 85, 26 ve 86 kanalları (157.150-157.325 ve 161.750-161.925 MHz arası frekanslar) dijital olarak modüle edilmiş emisyonlar için belirlenmiştir. (WRC-12)

xx) 1 Ocak 2019'dan itibaren ITU-R M.2092 Tavsiyesinde VDES'in 100 kHz bant genişliğine sahip çift yönlü kanal oluşturmak amacıyla 24, 84, 25 ve 85.nci kanalların birleştirilmesi mümkün hale gelmiştir. (WRC-15)

y) 24, 84, 25 ve 85.nci kanallar, söz konusu kanallardan etkilenen idarelerle koordinasyona tabi olarak tek veya çift yönlü frekans kanalları (simplex veya dublex) olarak çalıştırılabilecektir. (WRC-12'e göre)

z) 1 Ocak 2019 tarihine kadar 24, 84, 25 ve 85.nci kanallar, sabit ve mobil servislerde faaliyet gösteren mevcut uygulamalara ve istasyonlara zarar vermeden veya bunlardan korunma talebinde bulunmadan gelecekteki AIS uygulamalarının olası testleri için de kullanılabilir.

1 Ocak 2019'dan itibaren her biri iki simpleks kanala ayrılmış olan ve ASM1, ASM2 olarak belirlenen 2027 ve 2028 kanalları, ITU-R M.2092 Tavsiyesinin en son sürümünde açıklanan uygulamaya özel mesajlar (ASM) için kullanılabilir. (WRC-15'e göre)

zx) Simplex'e dönüştürülmüş 27 ve 28.nci kanallar Amerika Birleşik Devletleri'nde gemi istasyonları ve sahil istasyonları arasında kamuya açık yazışmalar amacıyla kurulacak iletişim için de kullanılabilir. (WRC-15'e göre)

zz) 1 Ocak 2019 tarihinden itibaren 1027, 1028, 87 ve 88 numaralı kanallar liman işletimi ve gemi hareketi için tek frekanslı (simplex kanal) analog kanallar olarak da kullanılabilir. (WRC-15'e göre)

10. Yeni VHF Deniz Haberleşme Kanallarında Yapılan Değişikliklerin Eski Kanallar Dikkate Alınarak Değerlendirilmesi

VHF deniz haberleşme kanallarında yapılan değişiklikler 9. maddede detaylı olarak verilmiş ve bu kararların alındığı ITU toplantıları, varsa özel hükümleri, genel ve ülkelere özgü uygulamalar maddeler halinde açıklanmıştır.

Yıllardır deniz haberleşmesinde gemi – gemi, gemi – sahil istasyonları ve gemi – hava araçları arasında rutin / tehlike / emniyet haberleşmesi amacıyla VHF sisteminde kullanılan kanallarda büyük ölçüde teknoloji ve

emiyon değişikliklerine yol açan yeni kuralları genel hatlarıyla aşağıdaki başlıklar altında toplamak mümkündür.

- Daha önce dublex kanal olarak kullanılan kanalların pek çoğu simplex kanala dönüştürülmüştür. Bu amaçla dublex kanalın bir birinden farklı olan alış ve veriş frekanslarının her biri ayrı bir kanala çevrilmiş ve bu şekilde çok sayıda yeni VHF sistemi kanalı temin edilmiştir.

- Daha önce dublex olarak kullanılan kanallar;

01, 02, 03, 04, 05, 07

18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26

60, 61, 62, 63, 64, 65, 66

77 ve 78 idi.

Bu dublex kanalların tamamı gemi – sahil telsiz istasyonları arasındaki haberleşmesinde kara aboneleri ile gemiler arasında kurulan irtibatla kullanılmışlardır.

VHF sistemi ile sahil telsiz istasyonları üzerinden kara abone irtibatı çok azaldığından, yapılan son düzenleme ile birlikte yukarıda belirtilen dublex kanallar simplex şekle dönüştürülmüş ve farklı amaçlar ile kullanılması kararlaştırılmıştır.

Yine 87 ve 88. nci kanallar, bu değişimden çok önce dublex yapıdan simplex'e çevrilmiş ve bunların alış frekansları AIS1 (87b) ve AIS2 (88b) olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu kanalların diğer ayağı olan gönderme frekansları da (156.375 ve 156.425 MHz) bu değişimden sonra liman içi deniz haberleşme hizmetlerinde kullanılmaya başlanmıştır.

- VHF kanalları arasında VHF sisteminin ilk ortaya çıktığı yıllarda 50 kHz kanal aralığı kullanılıyorken, (01, 02 ve diğer kanallar arası) yeni düzenleme ile bu aralık 25 kHz'e dştrlmştir.

- Farklı lke idareleri tarafından 25 kHz aralığındaki kanallara enterferans yapılmayacağına ilişkin garanti verildiği takdirde, kanal genişliklerinde 12.5 kHz kanal aralığının da uygulanması mümkün hale gelmiştir.

- Günümüzde farklı sistemler üzerinden yapılan haberleşme şekli daha çok data'ya kaydığı için, deniz haberleşmesinde de buna paralel düzenleme yapılma ihtiyaı duyulmuştur. Bu amaçla dublex yapıdan simplex'e vrilen yeni VHF kanalların çoğunluğu direct-printing telegraphy ve data iletimi amacıyla kullanılmaya başlamıştır.

- Data haberleşmesinde yüksek hızlara çıkılabilmesi için kanal aralıklarının genişletilmesi zorunludur. Bu amaçla özellikle birbirleri ile

bitişik olan kanallar birleştirilerek (örneğin 4 kanal bir araya getirilerek) 100 kHz kanal genişliğine ulaşılmış ve bu şekilde data iletiminde oldukça yüksek hızlara çıkılması mümkün hale gelmiştir.

- VHF Veri Değişim Sisteminin (VHF Data Exchange System - VDES) kanalları 24, 84, 25, 85, 26 ve 86'da bulunan bitişik frekans grubu olmalıdır.

- Daha önce genelde tehlike/emniyet haberleşmesi, Arama kurtarma faaliyetleri, meteoroloji ve seyir emniyeti, vb önemli amaçlar ile tahsis edilmiş kanalların kullanımına devam edilecek ve VHF kanalları ile ilgili yapılacak tüm düzenlemelerde (kanalların birleştirilmesi, kanal aralıklarının 12,5 kHz'e düşürülmesi, data amacıyla kullanımı, vb) bu kanallara enterferans yapılmamasına özellikle dikkat edilecektir.

- Ülke idareleri tarafından yapılan tüm düzenlemelerde komşu ülkelerdeki VHF sistemlerinde kullanılan kanallara enterferans yapılmamasına öncelikle dikkat edilecektir.

- 06, 70, 16, AIS 1 ve AIS 2 kanalları arama kurtarma operasyonları ve güvenlikle ilgili faaliyetlerde gemi ve uçak istasyonları arasındaki haberleşmelerde kullanılabilir.

- 09, 72 ve 73. ncü kanallar gemiler arası iletişim, liman operasyonları ve gemi hareket hizmetlerine katılan hafif uçak ve helikopterlerin diğer gemilerle veya bu faaliyete katılan sahil telsiz istasyonlarıyla haberleşmede kullanılabilir.

- 70.nci kanal yalnızca tehlike, güvenlik ve rutin çağrı haberleşmesi için sayısal ve otomatik amaçlı dijital seçici çağrılar (DSC) için kullanılmaya devam edecektir.

- 13.ncü kanalın gemiler arası seyir güvenliği haberleşmesi ve seyir güvenliği iletişim kanalı olarak kullanılmasına devam edilecektir.

- AIS 1 ve AIS 2 kanallarının AIS – Otomatik Tanımlama Sistemi (Automatic Identification System) kanalları olarak kullanımına devam edilecektir.

- 75 ve 76.nci kanallar sadece navigasyonla ilgili haberleşme için kullanılacak ve bunların çıkış gücü de 1W ile sınırlandırılacaktır. Ayrıca bunların kanal 16'ya zararlı enterferansının önlenmesi için idarelere tüm önlemler alınacaktır.

- 75 ve 76.nci kanallar gemilerden uzun menzilli AIS yayın mesajlarının alınması için mobil uydu hizmeti amacıyla da kullanılabilir.

- AIS 1 ve AIS 2 kanalları, mobil uydu hizmeti amacıyla gemilerden AIS yayınlarının alınması için de kullanılabilir.

- Daha önce duplex olarak kullanılırken simplex'e çevrilen 66. kanalın ilk ayağı olan 2006.ncı kanal gelecekteki uygulamalar veya sistemler için (örneğin yeni AIS uygulamaları, gemi üstü sistemler vb.) deneysel kullanım amacıyla ayrılmıştır.

- 1027, 1028, 87 ve 88.nci kanallar liman işletimi ve gemi hareketi için simplex olarak analog emisyonunda kullanılabilir.

11. Sonuç

VHF deniz haberleşme sistemlerinin kullanımından itibaren yaşanan en önemli ve agresif değişiklikler son yıllarda yapılmıştır. Yapılan bu değişiklikler sonucu özellikle duplex kanalların tamamı simplex şekle dönüştürülmüş ve bu kanalların alma ve gönderme frekansları bir birlerinden ayrılarak bir çok yeni kanal elde edilmiştir. Tamamı simplex olan bu kanalların çoğunluğunun yeni hizmetler ve özellikle gemi – gemi ve gemi – kara istasyonları arasında otomatik iletişim için kullanılması planlanmıştır.

Bu konuda yapılan önemli bir değişiklik de, bu yeni VHF kanallarının kullanım amaçlarının çoğunluğunun data haberleşmesine tahsis edilmesidir. Bu düzenlemede, günümüzde farklı sistemler üzerinden yapılan iletişimin artık büyük ölçüde data şeklinde olması ve kullanılan haberleşme teçhizatının da buna uygun üretilmesi önemli bir etkidir.

Günümüzde data haberleşme trafiğinin sürekli artması, kurulan iletişimde data hızının giderek fazlalaşması ve sonuçta indirilen / gönderilen data miktarının çoğalması da bu konudaki diğer önemli etkenler olarak görülmektedir.

Teknik olarak data haberleşmesinde hız ve data büyüklüğü için iletişim için tahsis edilen kanalın geniş olması gerekir. Bu nedenle günümüzde data haberleşmesi amacıyla kullanılan farklı haberleşme sistemlerinde de iletişim kanallarının azami ölçüde geniş tutulmasına çalışılmaktadır. Bu amaçla halen tüm haberleşme sistemlerine ilişkin alt yapılarda buna uygun değişiklikler ve modifikasyonlar yapılmaktadır.

Nitekim başta cep telefonu teknolojileri olmak üzere tüm mobil iletişim sistemlerinde her yeni nesilde bir öncekinden daha geniş bant genişliğine ulaşılması hedeflenmektedir. Aslında mobil iletişimde ortaya çıkan her yeni nesilde kullanılan kanal genişliğinin bir öncekinden birkaç kat daha fazla olduğunu söylemek mümkündür. Bunun en somut örneğini 4G olarak tanımlanan dördüncü nesil sistemlerde kullanılan kanal genişliğinde görmek mümkündür. Çünkü 4G'nin bant genişliği 2G sistemlerine oranla 200 kat, 3G sistemlerine oranla yaklaşık 10 kat fazla olmuştur (Acarer T. , 2021). 5G sistemlerinde bu oran çok daha fazla olacaktır.

Teknolojideki tüm bu gelişmeler günümüzde deniz haberleşme sistemlerinde de görülmektedir. Özellikle deniz haberleşmesinin en yoğun kullanıldığı ekipmanlar olan VHF sistemlerinin alt yapılarında son 5/6 yıldır çok önemli teknik değişiklikler yapılmıştır. Başlangıçta ses haberleşmesi ağırlıklı olan VHF kanallarının data teknolojisine uygun hale getirilebilmesi için ITU bünyesinde çok ciddi düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla VHF kanallarının bir çoğunun kullanım amacı data iletimine çevrilmiş, bunun sonucunda özellikle bitişik olan kanalların bazıları birleştirilerek daha hızlı data iletimini için gerekli olan kanal genişliği temin edilmiştir.

Bilindiği üzere VHF sistemleri yakın mesafede (25/30 deniz mili) en yoğun kullanılan deniz haberleşme teçhizatıdır. Gemi – gemi ve gemi – kara arasında kısa mesafede cep telefonları olarak tanımlanan mobil iletişim sistemlerinin kullanılması teorik olarak mümkünse de, bu sistemlerin çalışma prensibinde her telefonun bir baz istasyonu ile irtibatta olması gerekeceğinden, geminin sahilinden bir baz istasyonunun menziline daha uzakta olması teknik olarak olanaksızdır.

Bu nedenle gerek gemi içinde, gerekse de gemiler ve kıyı arasında cep telefonları ile haberleşme ancak 4/5 km.'lik mesafede mümkün olup, bunun dışında kurulacak irtibatta VHF sistemlerinin kullanılması halen en optimal çözüm olarak görülmektedir.

Ayrıca data iletimi için mesafe uzadıkça da kayıplar da artacağı için yakın mesafe yapılan gemi haberleşmelerinde VHF sistemleri, gemilerdeki büyük data iletimi için de en uygun sistem özelliğine sahip bulunmaktadır.

Her ne kadar söz konusu iletişimde uydu sistemlerinin (özellikle Inmarsat sistemlerinin) kullanılması mümkünse de, bu sistemlerin görüşme ücretlerinin yüksekliği ve bunların ücret tarifelerinin genelde dövizle bağlı olması, bu konuda VHF sistemlerini alternatifsiz hale getirmektedir.

Yukarıda detaylı olarak anlatılan tüm teknolojik gelişmeler ve gereksinimler, son yıllarda VHF deniz haberleşmesinde kullanılan kanalların gerek tahsis amaçlarında, gerekse de kanal yapıları ve bunlara ilişkin bant genişliklerinde çok ciddi değişiklikler yapılmasının en önemli nedenleri olmuştur.

Tüm yapılan açıklamalar doğrultusunda özellikle seyir ve haberleşme sistemleri olarak yeni donatılacak gemiler için bu değişikliklerin bilinmesinde ve buna uygun teçhizatların temin edilmesinde büyük fayda vardır. Aksi takdirde bu değişikliklere uygun olmayan VHF cihazlarının deniz araçlarına tesisi halinde, bunların kullanılmaması veya yeni teknolojik olanaklardan yararlanılmaması gibi birçok olumsuzluklar ile karşılaşılması kaçınılmazdır.

Arıca konu ile ilgili idareler de gerekli düzenlemeleri yapar ve yeni teknolojik imkanlardan azami ölçüde yararlanılacak adımları atarlarsa, VHF sisteminde yapılan bu değişikliklerden gemilerin, şirketlerin ve denizcilik sektörünün azami ölçüde yararlanabilmesinin önünü açılacaktır.

Sonuçta VHF sistemi ile ilgili yapılan söz konusu düzenlemelerin önümüzdeki süreçte özellikle yakın mesafe yapılan deniz haberleşmesinde çok önemli değişim ve gelişmelere yol açacağını söylemek mümkündür.

KAYNAKLAR

- Acarer, T. (2014). *Amatör Denizcilik Kitabı*. İstanbul: Boyut Yayınları.
- Acarer, T. (2021). *Developments In The It Sector And New Communication Opportunities For The Management Of Businesses.*. Ankara: Gece Kitaplığı.
- Acarer, T. P. (2020). *GMDSS El Kitabı*. İstanbul: Elif Reklam Basım Sanatları San. Tic. Şti.
- Demir, C. (2009). *Maritime English*. Kocaeli: Akademi Yayıncılık.
- Yılmaz, L. A. (2014). *Küresel Tehlike ve Emniyet Sistemi Genel Operatör Ehliyeti (GOC)*. İstanbul: Akademi Yayınları.



BÖLÜM 7

MİSELYUM KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİ, KULLANIMI VE AVANTAJLARI

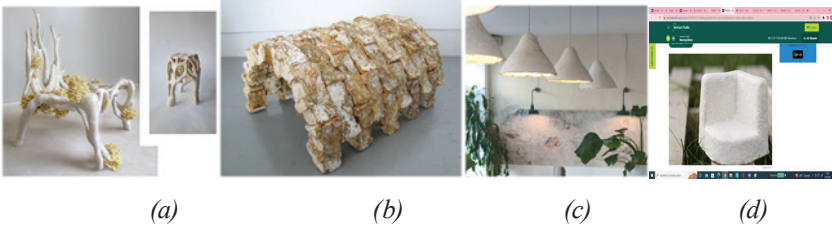
Gonca DÜZKALE SÖZBİR¹

¹ Dr. Öğretim Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, <https://orcid.org/0000-0002-0728-841X>

1.GİRİŞ

Misel kompozit malzemeler, gelişmekte olan ucuz ve çevresel olarak sürdürülebilir malzeme sınıfında yer almaktadır. Çok miktarda sentetik atık teşkil eden malzemeleri daha sürdürülebilir alternatiflere dönüştürmek için, düşük enerjili biyolojik üretim yöntemi olarak doğal mantar büyümesini kullanmaktadır.

Miselyum kompozit malzemeleri, şu anda ABD ve Endonezya'da çeşitli uygulamalar için ticari olarak mevcuttur. Miselyum kompozitinden yapılan akustik yalıtım köpükleri aynı zamanda AB ve ABD'de ticari olarak temin edilebilen ve diğer geleneksel ticari inşaat malzemeleriyle rekabet eden, akustik absorpsiyon özellikleri sergileyen yenilenebilir malzemeler olarak tanıtılan popüler bir ürün olmaktadır. On yılı aşkın bir süredir ticari olarak mevcut olan bu malzemelerin büyük potansiyeli olmasına rağmen, benimsenmeleri yavaş olmuştur. Dell marka firma, iş sunucularının paketlenmesi için miselyum köpükleri kullanmakta ve Ikea şirketinde miselyum bazlı ürün paketlemenin benimsenmesine ilgi duyduğunu ifade etmektedir. Bununla birlikte, miselyum malzemeleri, çoğunlukla, sandalyeler ve abajurlar gibi mobilyalardan, Philip Ross'un "Mycotectural Alpha" gibi sanatsal yapılara kadar her şeyi üretmek için kullanılan seçkin bir grup sanatçı ve tasarımcı tarafından tercih edilen bir ürün olmuştur (Anonim a,b,c,d) (Şekil 1). Bununla birlikte, şu anda ABD, İtalya, Endonezya, Hollanda'da faaliyet gösteren şirketler ve ABD, İtalya, Belçika, Hollanda, Avustralya, Avusturya ve İsviçre'yi kapsayan araştırmalarla miselyum malzemelerine olan ilgi her geçen gün artmaktadır (Jones ve ark., 2020).



Şekil 1. Miselyumdan üretilen malzemeler

Miselyum kompozitleri, bileşimlerine ve üretim süreçlerine bağlı olarak farklı malzeme özelliklerine sahiptir ve bu kompozitler; yalıtım, kapı göbekleri, paneller, döşeme, kabin girişi ve mobilya gibi uygulamalar için köpüklerin, kerestenin ve plastiğin yerini alabileceği düşünülmektedir. Sentetik köpükler gibi geleneksel yapı malzemelerinin yerine, düşük ısı iletkenliğine sahip, yüksek ses emme özelliği ve yanmaya karşı dayanıklılık özellikleri sergilemeleri nedeniyle, termal ve akustik yalıtım köpükleri olarak umut vaat etmektedirler. Bununla birlikte, bu malzemelerin dü-

şik maliyetleri, üretim basitliği ve çevresel sürdürülebilirliğine ek olarak kullanışlı malzeme özellikleri, yeşil üretimin ve kullanımın geleceğinde, önemli rol oynayacaklarını göstermektedir (Jones ve ark., 2020).

Miselyum, mantarın hiflerden oluşan dallanmış kısmıdır ve miselyum bazlı biyokompozitler miselyum adı verilen matristen oluşmaktadır (Islam ve ark., 2017; Jiang ve ark., 2017). Hif büyümesi başlangıçta izotropik biçimde meydana gelir, ancak bu aşamadan sonra, filamentleri rastgele büyümeye başlamaktadır (Islam ve ark., 2017). Uygun ortamda, miselyum, doğal polimerlerin enzimatik salgı yoluyla kolayca emilen besinlere ayrışmasını sağlamaktadır (Haneef ve ark., 2017). Sonuç olarak, hifler, yetiştirme substratının bozulmasını teşvik eder ve bitki biyokütlesini mantar biyokütlesi ile yer değiştirmektedir (Appels ve ark., 2019). Hiflerin biraraya gelmesiyle oluşan misel ağı ise, bir bağlayıcı veya doğal yapıştırıcı görevi görerek substrat partiküllerinin toplanmasını teşvik etmekte ve biyokompozitlere güç vermektedir (Appels ve ark., 2019; Islam ve ark., 2018; Teixeira ve ark., 2018; Jiang ve ark., 2017; Lertwattanaruk ve Suntijitto, 2015;).

Mantarlardaki karmaşık enzimatik süreç, bitkilerin yapısal olisakkaritleri gibi oldukça kararlı molekülleri sindirme konusunda benzersiz bir yeteneğe sahip olmasını sağlamaktadır (Danai ve ark., 2012). Mantar miselyumunun organik maddeler yoluyla sindirilmesi ve büyümesi yeteneği, miselyumun kompozit üretmesini mümkün kılmaktadır. Aslında organik lifleri veya partikülleri bir arada tutan doğal yapıştırıcı görevi görmekte ve hafif biyo-kompozit malzemeyi oluşturmaktadır (Haneef ve ark., 2017).

Miselyum kompozitlerinin üretimi birkaç adımdan oluşur. İlk olarak, ilk büyümeyi sağlamak için substratın(mantarın gelişimini sağlayan organik hammadde) sterilize edilmesi ve mantar üremesi (miselyum) için substratın aşılama gerekmektedir. İlk büyümeden sonra (bir haftalık süre), substrat misel karışımı istenilen şekilde kalıplanmaktadır. Kompozit, kurutulmadan önce bir süre daha büyütülmektedir. Kurutma işlemi mikroorganizmanın öldürülmesini ve üretim sürecinin sonlanmasını sağlamaktadır. Bu sürece genel bir bakış Şekil 2’de gösterilmektedir (Stowa, 2019).



Şekil 2. Miselyum kompozit malzeme üretim aşamaları

Miselyum içeren miselyum kompozitleri, düşük yoğunluklara ve elastik modüllere sahiptir. Genellikle bu malzemeler köpük malzeme olarak sınıflandırılmaktadır (Appels ve ark., 2019; Ashby ve ark., 2018). Bunun nedeni, genellikle gözenekli ve gevşek bir şekilde olan, alt tabaka dolgusunun içinde ve arasında bulunan hava miktarıdır (Holt ve ark., 2012).

Miselyum kompozitleri, karbonu tutan ve bu malzemelerin en önemli avantajlarından biri olan, düşük enerjili, doğal bir üretim süreci kullanılarak üretilmesidir (Jones ve ark., 2017; Kavanagh, 2005). Düşük maliyetli lignoselülozik tarım, ormancılık yan ürünleri veya atıkları, miselyum kompozitlerinin maliyetini düşük tutmak ve atıkların geri dönüşümünü kolaylaştırmak için partiküllü substratlar yaygın olarak kullanılmaktadır (Camere ve Karana, 2018; Jones ve ark., 2018a; Pelletier ve ark., 2013).

2. MİSELYUM

2.1. Miselyum Oluşumu Ve Yapısı

Mantar miselleri, sıvı kültürlerde, katı substratların ve peletlerin yüzeylerine yapışan biyofilm üretme yeteneğine sahiptir (Villena ve ark., 2010). Miselyumun büyümesi, dallanması ve ağ oluşturması, öncelikle “uç uzatma” adı verilen bir süreçle gerçekleşmektedir. Büyümenin ilk aşamasında, miselyum, substratın yüzeyinde bir ağ oluşturmak için çok sayıda hif üretmekte (Nopharatana ve ark., 2003), bu hifler uç uzantısı yoluyla sürekli olarak büyümekte ve tübüler bir yapı oluşturmaktadır (Levina ve Lew, 2006). Genellikle hif çapları 1 μm ile 30 μm arasında değişirken, uzunlukları birkaç mikrondan birkaç metreye kadar değişmektedir. Yeni bir hif, mevcut hiflerin uzun eksenine 42° - 47° ’lik bir açıyla büyümekte ve miselyum adı verilen birbirine bağlı bir ağ yapısı oluşturmaktadır (Money, 2016). Dal kalınlığı ve ağ yapısı esas olarak beslenme ve büyüme koşullarına bağlı olmaktadır. Substrat kolonizasyonu sırasında miselyum, bireysel partikülün içinde ve çevresinde büyür ve katı bir kompozit oluşturmak için ayrı partikülleri yapıştırmaktadır. Koloni uzadıkça, hif ayrı hifleri birbirine bağlar ve yaprak benzeri bir kafes yapısı oluşturmaktadır (Du ve Perré, 2020).

Mantar hücre duvarı esas olarak kitin, β -glukan ve mannoz ve hidrofobinler gibi glikoproteinlerden oluşmaktadır. Dış yüzey, müsilaj görevi gören glukanlar açısından zengin, iç katman, glukanlar gibi diğer polisakkaritlerle kovalent olarak çapraz bağlı kitin mikrofibrilleri içermektedir (Ruiz-Herrera ve Ortiz-Castellanos, 2019). Mantarlarda en bol bulunan glukanlar, tipik bir mantar hücre duvarında bulunan toplam glukanların %28’ini oluşturan α -glukanların aksine, hücre duvarında bulunan toplam glukanların %42-50’sini oluşturan β -glukanlar oluşmaktadır (Synytsya ve Novák, 2013).

β -1,4-bağları içeren bir polisakkarit olan selüloz, çok az sayıda mantar türünde hücre duvarının bir parçasıdır (Kang ve ark., 2018). N-asetilglukozamin polimeri olan kitin, hücre duvarı bütünlüğü için gerekmektedir. Kitinin miktarı ve lokalizasyonu türe özgüdür. Kitin sentezinde yer alan kitin deasetilaz (CDA) enzimi hem hücre zarında hem de hücre duvarında bulunmaktadır. Kitin, hücre duvarının bütünlüğünü korumanın yanı sıra epitel adezyonu için hücre duvarı ve kapsül arasındaki bağlantıdan da sorumludur (Free, 2013; Goldman ve Vicencio, 2012). Hücre duvarı polisakkaritlerinin bileşimi ve lokalizasyonu, çevre koşullarına uyum sağlamak için sürekli değişmekte, böylece mantarları zorlu çevreye karşı korumaktadır.

2.2.Miselyum Üretim Yöntemleri

2.2.1.Geleneksel üretim

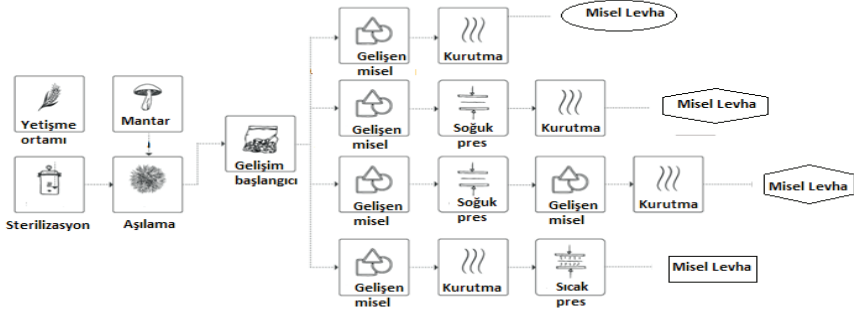
Geleneksel üretim yaygındır ve mantar, katı veya sıvı ortamlarda beslenme aşaması ile başlamakta, gelişimini tamamladıktan sonra kurutma veya presleme aşamasına gelerek biyolojik köpük malzemeyi oluşturmaktadır (Santos ve ark., 2021).

Mantar miselyumunun büyümesi için, besin, uygun sıcaklık, nem ve hava gerektirir. Miselyum genellikle yüksek konsantrasyonlarda karbon, nitrojen, oksijen, kükürt, fosfor ve potasyuma ihtiyaç duymakta, karbonhidratlar, (glukoz, selüloz, nişasta ve lignin) karbon ve enerji kaynağı sağlamaktadır. Besin ihtiyacını sağlamak için, pirinç kabuğu ve buğday taneşi, pirinç samanı, sorgum sapları, keten sapı, kenevir lifi, pamuk lifi, odun talaşı, buğday kepeği ve lignoselülozik bir çok atık kullanılabilir (Silverman ve ark., 2020).

Miselyumun büyütme işlemi sırasında, çeşitli kalıplar içerisine aşılanmış substratlar, 21 °C ile 30 °C arasında değişen sıcaklıklarda ve %30-80 bağıl nemde 4 ile 30 gün boyunca bekletilmektedir (Silverman ve ark., 2020). Tek aşamada yapılan üretimin süresi dört haftaya kadar çıkabilmekte, iki aşamaya ayrılan üretim, ilk olan ortalama dört gün, ikincisi olan ise altı gün sürebilmektedir (Islam ve ark., 2018a; Islam ve ark., 2018b; Teixeira ve ark., 2018; Rom'an-Ramos ve ark., 2014; Arifin ve Yusuf; 2013)

Kurutma sıcaklığı biyokompozit üretiminde önemli bir faktördür çünkü mantar gelişimini engeller, inaktivasyonu destekler ve numunelerin kontaminasyonunu azaltmaktadır. Genel olarak yapılan çalışmalarla belirlenen kuruma süresi ve sıcaklığı; 4 saat 100 °C sıcaklıkta (Islam ve ark., 2018b), 24 saat 60 °C sıcaklıkta (Yang ve ark., 2017), 24 saat 110 °C sıcaklıkta (Ziegler ve ark., 2016), 48 saat 50 °C sıcaklıkta (Arifin ve Yusuf, 2013; Jones ve ark., 2018b), 48 saat 60 °C sıcaklık, (Atila, 2019) ve 96 saat 60 °C sıcaklıklar arasında değişmektedir (Teixeira ve ark., 2018).

Sıcak presleme (Jiang ve ark., 2017) veya soğuk presleme (Appels ve ark., 2019) ile ilişkili yüksek kurutma sıcaklıkları, nemi azaltmak için yapılan başka ısıl işlem biçimleridir. Geleneksel miselyum kompozit malzeme üretim yöntemleri Şekil 3 de gösterilmektedir (Stowa, 2019).



Şekil 3. Geleneksel miselyum kompozit levha üretim yöntemleri

2.2.2.Reaktörler ile üretim

Geleneksel yöntemde olduğu gibi lignoselülozik ortam içerisine ekilerek üretilen miselyum üretiminin yanısıra biyoreaktörler de kullanılmaktadır. Biyoreaktörler, ortama yeterli gaz sıvı kütlesi sağlayarak miselyum ekimine yardımcı olmaktadır. Tek tip miselyum büyümesinin oluşturulmasını kolaylaştırmakta ve biyoreaktör duvarı üzerinde büyümesini önlemektedir. Biyo reaktörlerin performansı, tüm biyokütlenin %30'dan fazlasının reaktör duvarında düzgün olmayan bir şekilde dağılmasına ve bağlanmasına neden olan miselyumun iç yapısından etkilenebilmektedir (Larsen ve ark., 2004). Miselyum biyokompozit üretimi endüstride önemli bir konu haline geldiğinden, biyoreaktörlerin tasarımı ilgi çekici bir konu haline gelmektedir (Gill ark., 2008). Farklı biyo kompozit türleri, üretilecek miselyum için özel biyoreaktör gerektirmektedir.

Biyoreaktör, kontrollü bir ortamda farklı mikroorganizmaların yetiştirilmesine ve belirli reaksiyonlarla döndürülmesine izin veren mekanik olarak karıştırılan bir ortamdır (Muffler ve Ulber, 2014). Biyoreaktörlerde havalandırma, pH ve sıcaklık ve diğer temel işlevler gibi optimum koşulları sağlamak çok önemlidir. Biyokompozit üretimi için verimli misel büyümesi elde etmek için çeşitli biyoreaktör tasarımları geliştirilmektedir.

2.2.2.1. Tip I ve Tip II reaktörler

Büyüyen miselyum da belirli bir büyüme modeli yoktur, bunun yerine, hifler yiyeceğe erişmek için her yöne doğru büyür ve sonuç olarak üç

boyutlu bir yapı oluşturur. Katı hal biyoreaktörleri, batık biyoreaktörlerde elde edilemeyen biyokompozitlerde miselyumun bu tür 3 boyutlu yapısı için optimum büyüme sağlayabilmektedir (Rafie ve ark., 2021).

Tip I ve Tip II, miselyum biyokompozitleri üretmek için iki yaygın katı hal biyoreaktörüdür. Tip I biyoreaktör veya tepsi biyoreaktörde bölme, aralarında bir boşluk olacak şekilde hizalanmış, farklı alt tabakalardan (ahşap yada plastik) yapılmış birkaç tepsiye sahip olmaktadır. Tepsiler arasında koşullandırılmış hava dolaşır ve yatak statiktir. Günde sadece 1-2 kez karıştırılmakta ve hava yatağında hafifçe hava dolaştırılmaktadır (Mitchell ve ark., 2006).

2.2.2.2. Mililitre ölçekli biyoreaktörler

Mililitre ölçekli bir biyoreaktör, polistiren kaptan yapılmaktadır ve biyoreaktör, biyoreaksiyon bloğuna yerleştirilmiş ve serbestçe dönen kalıcı mıknatıslara sahip gaz indükleyici çark, steril gaz dağıtıcıları ve ısı eşanjörleri içermektedir (Weuster-Botz ve ark., 2005).

2.2.2.3. Karıştırmalı tank reaktörü ve hava ikmal reaktörü

Pervanenin mekanik çalkalama ile iyi karıştırılmış koşullar sağladığı tank reaktörü (STR) ve karıştırmanın basınçlı hava pompalayarak yapıldığı hava kaldırma reaktörleri, esas olarak hücreler ve enzimler gibi süspansiyon kültürleri için kullanılan diğer iki reaktör tasarımıdır. STR'ler, aerobik büyüme için en popüler reaktörlerden biri olmaktadır (Sil'verio ve ark., 2013).

2.2.2.4. Düşük kesmeli, havalandırılmış ajitasyonlu biyoreaktör

Bu teknik, maksimum 14,1 g/lt mantar biyokütlesi üreten miselyum büyümesi için etkilidir, pH'ı kontrol etmekte ve miselyum aglomerasyonu önlenmektedir (Rafie ve ark., 2021).

2.3. Miselyum Kompozit Malzeme Üretimini Etkileyen Faktörler

Kompozit malzemenin üretiminde birçok faktör aktif rol oynamaktadır. Bir mantar türünün seçilmesi, substrat bileşimi, büyüme koşulları ve kuluçka süresi gibi malzeme özelliklerini etkileyen üretim sürecinde çeşitli parametreler bulunmaktadır (Attias ve ark., 2020).

2.3.1. Kullanılan Mantar türü

Mantara besin sağlayan ve büyümesinden sorumlu olan lignoselülozik hammaddedir (Pelletier ve ark., 2013). Bu nedenle, çalışmalarda kullanılan mantar türlerinin çoğu, kimyasal ve biyolojik bozunmaya karşı oldukça dirençli doğal bir polimer olan selüloz, hemiselüloz ve özellikle lignini parçalayabilen beyaz çürüklük mantarlarıdır (Appels ve ark., 2019; Jones ve ark., 2019; Teixeira ve ark., 2018; Haneef ve ark., 2017; Lomascolo ve ark., 2011).

Miselyum bazlı malzemelerin sentezi için kullanılan mantarın türü, elde edilen kompozitin özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. Çoğunlukla, beyaz çürüklük mantarları, miselyum bazlı malzemeleri yetiştirmek için kullanılmaktadır. Bu mantar grubu, çeşitli habitatlara uyum sağlama yeteneğine sahiptir. İlginç bir şekilde, bu mantar grubu, besleme substratındaki terpenler gibi toksik bileşikler parçalayarak toksik olmayan malzemeler üretmektedir (Manan ve ark., 2021).

2.3.2. Kullanılan Ortamın türü

Miselyumun büyümesi için kullanılan substrat türü, malzeme özelliklerine katkıda bulunan bir diğer önemli faktördür. Sağlam doğal liflere sahip alt tabakalar, mukavemet sağlayarak ve kesme kırılmasını önleyerek miselyum bazlı malzemelere gerilme ve sertleştirme özellikleri vermektedir. Ayrıca, doğal lifler, kesme sırasında çatlama olaylarını azaltır ve young modülünü iyileştirmektedir (Yang ve ark., 2017).

Meşe talaşında yetiştirilen kompozitler, kayın talaşından hazırlananlara kıyasla yüksek çekme mukavemeti göstermektedir (Faruk ve diğerleri, 2012). Bir çalışmada, patates dekstrozu üzerinde yetiştirilen *P. ostreatus*, selüloz üzerinde yetiştirilenlerle karşılaştırıldığında, düşük hif genişliği ve daha az kitin içeriği göstermektedir. Düşük polisakkarit/kitin oranına sahip sentezlenen materyal, yüksek su absorpsiyonu, yüksek uzama oranı ve düşük young modülü göstermektedir (Haneef ve ark., 2017). Mantar bazlı miselyumun su tutma kapasitesi büyük ölçüde substrata bağlı olmaktadır.

2.3.3. Pres

Miselyum bazlı kompozitlerin yapısal özellikleri, soğuk veya sıcak presleme yoluyla etkin bir şekilde geliştirilebilir. Genel olarak presleme, malzeme yoğunluğunu arttırmakta ve gözenekliliği azaltmaktadır.

Aynı zamanda, liflerin bir düzlemde yatay olarak yeniden yönlendirilmesine yardımcı olmakta ve kalınlıklarını azaltmaktadır. Böylece üst üste binen noktalarda lifler arasındaki teması arttırmaktadır (Thoemen ve Humphrey, 2006). Misel bazlı malzemelerin mekanik özellikleri de presleme sıcaklığından büyük ölçüde etkilenmektedir. Daha yüksek bir sıcaklıkta hidrojen bağı oluşumunun olası nedeni, mantarların neden olduğu substrat bozunması sırasında, selüloz nanofibrillerinin hidroksil gruplarının çapraz bağlayıcılar veya radikallerle etkileşimi olduğu düşünülmektedir (Widsten ve ark., 2004).

2.3.4. Diğer parametreler

Büyüme süresi, koşulları ve malzeme kurutma yöntemleri gibi işleme parametreleri farklı suşlar ve alt tabakalar için değişiklik gösterdiğinden,

malzemelerin özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Örneğin, kuluçka süresi genellikle materyalin boyutuna, doğasına bağlıdır ve farklı mantar türleri için 5 ile 42 gün arasında değişmektedir (Haneef ve ark., 2017; Jiang ve ark., 2013) .

Daha uzun süre yetiştirilen malzemeler termal olarak daha kararlı ve daha az gözeneklidir, bu nedenle uzun kuluçka süresi malzemenin gücünü artırmaktadır. Miselyum büyüdükçe, lifler arasındaki boşluklar dolmakta ve lifler güçlü bir şekilde bağlanmaktadır, böylece toplam yoğunluğu artırmaktadır (Yang ve ark., 2017). Buna karşılık, uzatılmış kuluçka süresi, takviye malzemesi görevi gören alt tabakanın tamamen bozulmasına neden olabilmekte, böylece elastik sertliğin iyileştirilmesine katkıda bulunmakta ve kayma davranışını azaltmaktadır (Yang ve ark., 2017).

3.MİSELYUM KOMPOZİT MALZEMENİN KULLANIM ALANLARI

3.1.Tıp Alanında

Mantarlar eski çağlardan beri geleneksel tıpta kullanılmaktadır. Birçok filamentli mantar türü, terapötik özellikleri ile bilinmektedir. Mantarların ve misellerin meyve veren gövdesi, antiviral, antimikrobiyal, antiaging, anti-inflamatuvar, hipokolesterolemik ve antioksidan özelliklere sahip maddeler bakımından zengindir (Gunawardena ve ark., 2014).

Yapılan bir çalışmada, Morchella miselyumundan izole edilen triterpenoid bileşikler (TC'ler), demans ve kanser tedavisi için etkili olduğu bulunmuştur (Li ve diğerleri, 2022). TC'ler iyi antioksidan ve antitümör aktivitelerine sahip olmaktadır. Başka bir çalışma, P. djmour'un asetillenmiş misel polisakkaritlerinin (AMPS) iyi antioksidan ve yaşlanma karşıtı aktivitesi ortaya çıkarılmıştır (Li ve ark., 2019). Ek olarak, farklı türlerden gelen mantar miselleri böbrek, beyin ve karaciğer üzerinde koruyucu etkiler göstermektedir (Xu ve ark, 2017; Li ve ark., 2019).

3.2.Kozmetik

Kozmetik endüstrisi temel uygulamalar için kullanılan kozmetikler ve ağızdan verilen nutrikozmetiklerle ilgilenmektedir. Kozmetik ürünlerin cilt üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra herhangi bir tahrişe veya başka yan etkilere neden olmadan da güvenli olması gerekmektedir. Etkili ve güvenli kozmetik ürünler geliştirmek için kozmetik endüstrisi, rekabetçi etkinlikleri ve düşük toksisiteleri nedeniyle sürekli olarak doğal kaynaklardan içerik arayışı içindedir. Bu amaçla, çeşitli mantar türlerinin potansiyeli, yüzyıllardır geleneksel bir doğal biyoaktif bileşik kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Hyde ve ark., 2010).

Spesifik olarak mantarlar, polifenolikler, polisakkaritler, terpenoidler,

vitaminler, saç ve cilt için yararlı olan diğer bazı uçucu organik bileşikleri içermektedir (Wu ve ark, 2016; Ahmad ve ark, 2013; Poucheret ve ark, 2006). Bu bileşikler mükemmel yaşlanma karşıtı, kırışıklık karşıtı ve cilt beyazlatıcı etkiler göstermektedir (Kalač, 2013). Örneğin, Shiitake türleri, hızlı cilt yenilenmesini teşvik eden ve cilt elastikiyetini ve parlaklığını artıran bir cilt ürünü olarak kullanılmaktadır (Liu, 2002). Çeşitli mantar türevli nemlendiriciler cildin fiziksel ve kimyasal yapısını iyileştirmekte, cildin su içeriğini ve yüzey lipidlerini koruyarak cildi yumuşak, nemli ve kırışiksız hale getirmektedir (Sator ve ark., 2003).

3.3.Yapı sektörü

Son yıllarda hızlı kentleşme, tuğla, çimento, yalıtım panelleri ve diğerleri gibi geleneksel yapı malzemelerinin sürekli tedariki için inşaat endüstrisi üzerinde önemli bir baskının gelişmesine neden olmuştur. Konvansiyonel yapı malzemelerinin üretimi yüksek enerji gerektirmesinin yanı sıra hava, su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır (Madurwar ve ark., 2013). Bir araştırmaya göre, tipik bir konut, yaşam boyu enerjinin %36'sı kadarını kullanmaktadır (Sartori ve Hestnes, 2007).

Tarımsal yan ürünler ve atıklardaki miselyum büyümesi, araştırmacıları düşük enerjili inşaat malzemeleri üretimi ve atık geri dönüşümü yaklaşımı ilgi çekici olmaktadır (Madurwar ve ark, 2013). Ayrıca, miselyum bazlı malzemeler, düşük maliyetli, biyolojik olarak parçalanabilirlik, daha az çevresel etki ve yoğunluk dahil olmak üzere geleneksel malzemelere göre çeşitli avantajlar sunmaktadır. Kontrollü işleme teknikleri ile birlikte geniş aralıktaki alt tabakaların kullanılması, belirli uygulamalar için istenen yapı ve işleve sahip miselyum türevli malzemelerin üretilmesine olanak tanımaktadır. Saman ve kenevir lifleri üzerinde yetiştirilen miselyum esaslı kompozitler, genellikle güçlü bir bağlantıya sahip, düşük yoğunlukları ve düşük ısı iletkenlikleri (Collet ve Pretot, 2014) nedeniyle doğal bir yalıtkan görevi görmektedir (Uysal ve ark., 2004). Daha az yoğun malzemelerde, serbest hava boşluklarında termal iletkenliği azaltan büyük miktarda kuru hava bulunmaktadır. Bu özellik, üstün termal yalıtkanlığa sahip, daha az yoğun malzemeler olmasını sağlamaktadır. Miselyum bazlı biyoköpükler, bina ve altyapılarda, alternatif yalıtım malzemeleri olarak büyük potansiyel sunmaktadır (Yang ve ark., 2017).

Miselyumun kendisi, güçlü, doğal, düşük frekanslı absorpsiyon özellikleri sergileyen, olağanüstü bir akustik emicidir ve bu nedenle, gürültü kirliliğini azaltmak için potansiyel olarak geleneksel tavan döşemelerinin yerini alabileceği öngörülmektedir. Bir araştırmaya göre, tarımsal kalıntılar içeren miselyum bazlı kompozitler %70-75'e kadar akustik absorbans gösterebilmektedir (Pelletier ve ark., 2013).

Yapılan bir çalışmada, düşük yoğunluklu ve gözenekli yapıya sahip

olan misel yapı malzemesinin, ısı iletkenliğinin 0.0882 ile 0.104 W/m.K arasında olduğu, sıvalı ve sıvasız kompozit levhalar üzerinde yangına dayanıklılık testleri EN13501-2 'ye göre EI15 kategorisine ait olduğu tespit edilmiştir. İlk sonuçların sürdürülebilir bir yalıtım malzemesi yapmak için yeterli özelliğe sahip olduğu bulunmuştur (Dias ve ark., 2021).

Başka bir çalışmada, bu malzemenin akustik absorpsiyon özelliklerini 350 Hz ila 4 kHz frekans aralığında incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları, bu yeni saf miselyum köpüğü sınıfının, yaygın olarak petrol bazlı yapıştırıcılar ve sentetik elyafarla yapılan geleneksel akustik emicilere alternatif, akustik kalkan olarak kullanımının sürdürülebilir, umut verici, biyo-bazlı, tamamen doğal bir elyaf alternatifi sağladığını göstermektedir (Pelletier ve ark., 2019).

Tablo 1. Köpük malzemelerin özelliklerinin karşılaştırılması(Jones ve ark., 2020)

Materyal özelliği	Miselyum kompozit			Fenolik formaldehit reçine
	Polistiren	Poliüretan		
Yoğunluk(kg/m ³)	59-552	11-50	30-100	35-120
Masraf (USD/Kg)	0,07-0,17	2.1-2.3	8.200-10.4	1.70-1.90
Eğilme direnci (Mpa)	0.03-0.18	0.15-0.7	0.080-103	0.19-0.46
Basınç direnci (Mpa)	0.17-1.10	0.03-0.69	0.002-48	0.20-0.55
Çekme Direnci (Mpa)	0.05-0.29	0.07-0.70	0.210-57	0.38-0.78
Isı iletim katsayısı(W/m.k)	0.04-0.18	0.03-0.04	0.006-0.8	0.03-0.04
Akustik absorpsiyon (NRC)	%70-75	0.2-0.6	0.200-0.80	—
Su alma (%wt)	40-580	0.03-9	0,01-72	1-15

Yapılan farklı bir çalışmada, Eps ye alternatif olarak üretilen biyo-köpük malzeme, EPS'ye göre daha düşük bir termal stabiliteye sahip olduğu, ancak 350 °C 'ye kadar sıcaklıklarda stabil kaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca, biyoköpüğünün sıkıştırma mukavemeti EPS'ninkinden %60 daha fazla olduğu ve biyobozunur özellikleri bu malzemenin bazı uygulamalarda EPS'ye alternatif olarak değerlendirilebileceğini bildirmişlerdir (Bruscato ve ark., 2019). Tablo 1'de farklı materyallerden ve miselyumdan üretilen köpük malzemelerin özelliklerinin karşılaştırılması verilmiştir.

3.4. Paketleme

Son yıllarda dünya endüstrisinin küreselleşmesi, ambalaj malzemelerine olan talebi artırmaktadır. Petrol türevi polistiren şu anda en çok kullanılan ambalaj malzemesi olmakta, ancak biyolojik olarak parçalanamaz veya geri dönüştürülemez olduğu için bu nedenle çevreye ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Ayrıca polistiren üretimi, enerji tüketen bir süreçtir ve sera gazı emisyonu nedeniyle çevre dostu değildir (Abhijith ve ark., 2018). Hafif ve toksik olmayan yapıları nedeniyle miselyum bazlı malzemeler elektronik, kırılğan ürünler ve gıda endüstrisi dahil olmak üzere çok çeşitli ambalaj uygulamalarında kullanılabilir.

Saf biyo-bazlı malzemelerden elde edilen yeşil biyokompozitler, farklı alanlarda geleneksel petrol türevi ambalajlara alternatif olarak kullanılabilir (Ziegler ve ark., 2016). Miselyum, kalıbın şeklini benimseme eğilimine sahiptir, bu da onu ambalaj malzemesi için ideal bir aday haline getirmektedir. Ayrıca kontrollü büyüme koşulları ve substrat seçimi ile özel mukavemet, yoğunluk ve diğer yapısal özelliklere sahip miselyum malzemeleri üretmek mümkündür. Çinli bir şirket, mantarları buğday samanı üzerinde büyüterek miselyum bazlı ambalaj malzemesini geliştirmiştir. Geliştirilen malzeme hafif, biyolojik olarak parçalanabilir ve elastiktir (Cerimi ve ark., 2019).

3.5. Sanat, İç Mimar ve Tasarım

Miselyum bazlı kompozitler, görsel veya estetik yönünden iç tasarım öğeleri oluşturmak için başarıyla kullanılabilirliği düşünülmektedir. Miselyum bazlı malzemeler, doğal ve kendiliğinden büyüme yoluyla kusurları ve düzensizlikleri ile elde edilen yeni bir estetiği benimsemekte ve böylece ahşapta olduğu gibi benzersiz bir yapı elde edilebilmektedir. Nesnelerin fiziksel ve geometrik özellikleri zamanla gelişebilmekte ve biraz değişebilmektedir. Bu özellikler onu alışılmadık ve zorlu bir malzeme yapmaktadır. Malzemede farklı dokular, alt tabakanın büyümeden önce nasıl oluştuğuna bağlıdır. Malzemenin yüzeyi görünür doğal liflere ve baskın doğal sarı veya kahverengimsi düzensizliklere sahip kirli beyaz miselyum rengine sahiptir. Kullanıcı, oluşturulabilecek ürünlerin tipolojisini etkileyen bu özellikleri organik, sıcak ve doğal olarak algılamaktadır (Sydor ve ark., 2022).

4. MİSELYUM KOMPOZİT MALZEMELERİN AVANTAJLARI

Miselyum kompozitleri, organik atıkları düşük maliyetli ve çevre dostu malzemelere dönüştürmek için geleneksel yapı malzemesi üretiminde kullanılan, pahalı ve çok fazla enerji tüketilen yoğun üretim süreçlerinden ziyade biyolojik büyümeyi kullanmaktadır (Jones ve ark., 2017). Bol miktarda tarımsal yan ürün ve atıkları ucuz ve çevresel açıdan sürdürülebilir

alternatiflere dönüştürmek için benzersiz düşük enerjili biyo-fabrikasyon yöntemi sağlamaktadır.

Düşük yoğunlukları, düşük ısı iletkenlikleri ve oldukça gözenekli yapıları nedeniyle miselyum esaslı malzemeler, sentetik köpük ve ağaç liflerine kıyasla ısı ve ses yalıtımı için daha uygundur. Ayrıca, bu malzemeler sert ve yangına karşı oldukça dayanıklıdır, bu da onları tipik yapı malzemelerine uygun alternatifler haline getirmektedir (Rafiee ve ark., 2021). Bu özellikleri sergilemesi geleneksel tavan döşemeleri, poliüretan köpükler ve kontrplaktan daha iyi performans göstererek kullanılmasına imkan sunmaktadır (Jones ve ark., 2017).

Ek olarak, miselyum bazlı malzemeler hafiftir ve biyolojik olarak parçalanabilir, bu nedenle petrol bazlı ambalaj malzemelerine çevre dostu bir alternatif sunmaktadır (Ziegler ve diğerleri, 2016). Doğal biyoaktif bileşiklerin geleneksel bir kaynağı olarak mantarlar, tıp, farmakoloji ve kozmetik endüstrilerinde potansiyel uygulama ile biyomateryalleri sentezlemek için kullanılabilir (Li ve ark., 2019; Wang ve ark, 2015).

Ayrıca miselyum kompozitinin basınç dayanımı, malzemenin ayakkabı tabanı uygulamaları için kullanılmasına destek sağlamıştır. Miselyumdan yapılmış bir ayakkabı tabanı atık teşkil etmeyecek ve parçalanarak toprağa besin maddelerini geri kazandıracaktır (McDonough ve Braungart, 2002). Tekstil endüstrisinde kumaş malzeme üretiminde de miselyum kumaş çalışmaları devam etmektedir.

Tüm bu malzeme çeşitliği, üretimin doğal ve çevreye yararlı oluşu gibi daha birçok faydası, miselyum malzemeyi avantajlı malzemeler yapmaktadır.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Miselyum malzemeler hem çevre dostu olması hem de sergilediği birçok avantaj bakımından kullanımının ve üretiminin yaygınlaşması önem taşımaktadır. Günümüzde petrol türevli hammaddelerin kullanılması çevre ve insan sağlığı açısından tehdit oluşturmaktadır. Gelişen dünyada malzemelerin, üretiminde ve kullanımında zararlı etki oluşturmaması, kullanım ömrünü tamamlayan malzemelerin, çevreye zararlı atık teşkil etmemesi tercih edilmekte ve önem taşımaktadır. Miselyum malzemelerin üretiminde, kullanımında ve kullanım ömrünü tamamladıktan sonra çevreye yük teşkil etmemesi, ilaveten toprağın besin değerini arttırması bakımından önemli malzeme sınıfındadır. Farklı birçok alanda bu malzemelerin kullanımı ortaya koyulmuştur.

Miselyum malzemelerin kullanım alanlarının arttırılması, tanıtımı ve bu konuda bilimsel araştırmaların desteklenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abhijith, R., Ashok, A., Rejeesh, C.R. (2018). Sustainable Packaging Applications from Mycelium to Substitute Polystyrene: A Review. *Mater. Today: Proc*, 5, 2139–2145.
- Ahmad, M.F., Ahmad, F.A., Azad, Z.A.A., Alam, M.I., Ansari, J.A., Panda, B.P. (2013). Edible Mushrooms As Health Promoting Agent. *Adv. Sci. Focus*, 1, 189–196.
- Anonim a, <https://www.eclectictrends.com/biomimics/>; Erişim tarihi:14.09.2022.
- Anonimb, <https://www.moma.org/interactives/exhibitions/2013/designandviolence/mycotecture-phil-ross/>; Erişim tarihi:14.09.2022.
- Anonim c, <https://www.ft.com/content/876f01b6-f65b-11e9-bbe1-4db3476c5ff0>, Erişim tarihi:14.09.2022.
- Anonim d, <https://www.vermontpublic.org/programs/2019-05-21/molding-mycelium-the-roots-of-mushrooms-to-tackle-plastic-pollution>, Erişim tarihi:14.09.2022.
- Appels F.V.W., Camere, S., Montalti, M., Karana, E., Jansen, K.M.B., Dijksterhuis, J., Krijgsheld, P., Hab Wosten. (2019). Fabrication Factors Influencing Mechanical, Moisture and Water-Related Properties Of Mycelium-Based Composites. *Mater. Des.*, 161, 64–71. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2018.11.027>.
- Arifin, Y.H., Yusuf, Y. 2013. Mycelium Fibers As New Resource For Environmental Sustainability. *Procedia Eng.*, 53, 504–8. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.02.065>.
- Ashby, M.F., Shercliff, H., Cebon, D. (2018). *Materials: Engineering, Science, Processing and Design*, Butterworth-Heinemann, Oxford, U.K.
- Atila, F., (2019). Compositional Changes In Lignocellulosic Content Of Some Agro-Wastes During The Production Cycle of Shiitake Mushroom. *Sci. Hortic.*, 245, 263–8.
- Attias, N., Danai, O., Abitbol, T., Tarazi, E., Ezov, N.,pereman, I., Grobman, Y.J. (2020). Mycelium Bio-Composites In Industrial Design And Architecture: Comparative Review And Experimental Analysis. *Journal Clean Prod.*, 246, 119037. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119037>
- Bruscato, C., Malvessi, E., Brandalise, R.N., Camassola, M. (2019). High Performance Of Macrofungi In The Production Of Mycelium-Based Biofoams Using Sawdust Sustainable Technology For Waste Reduction. *Journal of Cleaner Production*, 234, 225-232.
- Camere, S., Karana, E. (2018). Fabricating Materials From Living Organisms: An Emerging Design Practice. *J. Clean. Prod.* 186 (1), 570–584.
- Cerimi, K., Akkaya, K.C., Pohl, C., Schmidt, B., Neubauer, P. (2019). Fungi As Source For New Bio-Based Materials: A Patent Review. *Fungal Biol. Bi-*

otechnol. 6, 17.

- Collet, F., Pretot, S. (2014). Thermal Conductivity Of Hemp Concretes: Variation With Formulation, Density And Water Content. *Constr. Build. Mater.* 65, 612–619.
- Danai, Ofer, Hadar Cohen, Nirit Ezov, Noam Yehili, Dan Levanon. (2012). Recycling of Spent Mushroom Substrate (SMS) in Avocado Orchards. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2: 1165–70. <http://www.davidpublishing.com>.
- Dias, P. P., Jayasinghe, L.B., Waldmann, D. (2021). Investigation of Mycelium-Miscanthus Composites As Building Insulation Material. *Results in Materials*, 10, 100189.
- Du, H., Perré, P. (2020). A Novel Lattice-Based Model For Investigating Three-Dimensional Fungal Growth On Solid Media. *Phys. A: Stat. Mech. Appl.*, 541, 123536.
- Faruk, O., Bledzki, A.K., Fink, H.P., Sain, M. (2012). Biocomposites Reinforced With Natural fibers: 2000–2010. *Prog. Polym. Sci.* 37, 1552–1596.
- Gill, N.K., Appleton, M., Baganz, F., Lye, G.J. (2008). Design and Characterisation Of A Miniature Stirred Bioreactor System For Parallel Microbial Fermentations. *Biochem. Eng. J.*, 39 (1), 164–176. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2007.09.001>.
- Gunawardena, D., Bennett, L., Shanmugam, K., King, K., Williams, R., Zabarasa, D., Head, R., Ooi, L., Gyengesi, E., Münch, G. (2014). Anti-Inflammatory Effects Of five Commercially Available Mushroom Species Determined In Lipopolysaccharide And Interferon- γ Activated Murine Macrophages. *Food Chem.*, 148, 92–96.
- Goldman, D.L., Vicencio, A.G. (2012). The Chitin Connection. *mBio*, 3 e00056-12.
- Free, S.J. (2013). Fungal Cell Wall Organization And Biosynthesis. *Adv. Genet.*, 81, 33–82.
- Haneef, M., Ceseracciu, L., Canale, C., Bayer, I.S., Heredia-Guerrero, J.A., Athanassiou, A. (2017). Advanced Materials from Fungal Mycelium: Fabrication and Tuning of Physical Properties. *Sci. Rep.*, 7, 41292.
- Holt, G., McIntyre, G., Flagg, D., Bayer, E., Wanjura, J., Pelletier, M. (2012). Fungal Mycelium And Cotton Plant Materials In The Manufacture Of Biodegradable Molded Packaging Material: Evaluation Study Of Select Blends Of Cotton Byproducts. *J. Biobased Mater. Bioenergy*, 6 (4) 431–439.
- Hyde, K.D., Bahkali, A.H., Moslem, M.A. (2010). Fungi: An Unusual Source For Cosmetics. *Fungal Divers*, 43, 1–9.
- Islam, M.R., Tudryn, G., Bucinell, R., Schadler, L., Picu, R.C. (2017). Morphology and Mechanics Of Fungal Mycelium. *Sci Rep*, 7:1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13295-2>.

- Islam, M.R., Tudryn, G., Bucinell, R., Schadler, L., Picu, R.C., (2018a). Stochastic Continuum Model For Mycelium-Based Bio-Foam. *Mater Des*, 160, 549–56. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2018.09.046>.
- Islam, M.R., Tudryn, G., Bucinell, R., Schadler, L., Picu, R.C. (2018b). Mechanical Behavior Of Mycelium-Based Particulate Composites. *J Mater Sci.*, 53:16371–82. <https://doi.org/10.1007/s10853-018-2797-z>.
- Jiang, L., Walczyk, D., Mooney, L., Putney, S., (2013). Manufacturing of Mycelium-Based Biocomposites. In: International SAMPE Technical Conference.
- Jiang, L., Walczyk, D., McIntyre, G., Bucinell, R., Tudryn, G. (2017). Manufacturing of Biocomposite Sandwich Structures Using Mycelium-Bound Cores And Preforms. *J Manuf Process*, 28:50–9. . <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2017.04.029>.
- Jones, M., Huynh, T., Dekiwadia, C., Daver, F., John, S. (2017). Mycelium Composites: A Review Of Engineering Characteristics And Growth Kinetics. *Journal of Bionanoscience*, 11 (4), 241–257.
- Jones, M.T., Bhat, E., Kandare, Thomas, A., Joseph, P., Dekiwadia, C., Yuen, R., John, S., Ma, J., Wang, C.H. (2018). Thermal Degradation And Fire Properties Of Fungal Mycelium And Mycelium, Biomass Composite Materials. *Sci Rep.*, 8:1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36032-9>.
- Jones, M., Bhat, T., Huynh, T., Kandare, E., Yuen, R., Wang, C., John, S. (2018). Waste-derived Low-Cost Mycelium Composite Construction Materials With Improved Fire Safety, *Fire Mater.*, 42 (7), 816–825.
- Jones, M.P., Lawrie, A.C., Huynh, T.T., Morrison, P.D., Mautner, A., Bismarck, A., John, S. (2019). Agricultural By-Product Suitability For The Production Of Chitinous Composites And Nanofibers Utilising *Trametes Versicolor* And *Polyporus Brumalis* Mycelial Growth. *Process Biochem*, 80, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2019.01.018>.
- Jones, M., Mautner, A., Luenco, S., Bismarck, A., John, S. (2020). Engineered Mycelium Composite Construction Materials From Fungal Biorefineries: A Critical Review. *Materials and Design*, 187, 108397.
- José Maria Rodrigues da Luz, M. D. (2012). Lignocellulolytic Enzyme Production Of *Pleurotus Ostreatus* Growth In Agroindustrial Wastes. *Braz J. Microbial.*, 43(4), 1508-1515.
- Kalač, P. (2013). A review of chemical Composition And Nutritional Value Of Wild-Growing And Cultivated Mushrooms. *J. Sci. Food Agric*. 93, 209–218.
- Kang, X., Kirui, A., Muszyński, A., Widanage, M.C.D., Chen, A., Azadi, P., Wang, P., Mentink-Vigier, F., Wang, T. (2018). Molecular Architecture Of Fungal Cell Walls Revealed By Solid-State NMR. *Nat. Commun.* 9, 2747.
- Kavanagh, K. (ed.) (2011). *Fungi: Biology And Applications*, 2nd Edn. Hoboken,

NJ: John Wiley & Sons.

- Kavanagh, K. (2005). *Fungi: Biology and Applications*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2005.
- Larsen, B., Poulsen, B.R., Eriksen, N.T., Iversen, J.L. (2004). Homogeneous Batch Cultures Of *Aspergillus Oryzae* By Elimination Of Wall Growth In The Variomixing Bioreactor. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 64 (2), 192–198. <https://doi.org/10.1007/s00253-003-1437-x>.
- Lertwattanaruk, P., Suntijitto, A. (2015). Properties of Natural Fiber Cement Materials Containing Coconut Coir And Oil Palm Fibers For Residential Building Applications. *Construct Build Mater*, 94, 664–9. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.07.154>.
- Levina, N.N., Lew, R.R. (2006). The Role Of Tip-Localized Mitochondria In Hyphal Growth. *Fungal Genet. Biol.*, 43, 65–74.
- Li, H., Zhao, H., Gao, Z., Song, X., Wang, W., Yuan, F., Feng, Y., Zhang, Y., Zhang, J., Zhang, S., Jia, L. (2019). The antioxidant And Anti-Aging Effects Of Acetylated Mycelia Polysaccharides From *Pleurotus Djamor*. *Molecules*, 24, 2698.
- Li, F., Jin, Y., Wang, J., Xu, H. (2022). Structure Identification of Two Polysaccharides from *Morchella Sextelata* with Antioxidant Activity. *Foods*, 11, 982. <https://doi.org/10.3390/foods11070982>.
- Liu, J.K. (2002). Biologically Active Substances From Mushrooms in Yunnan. China. *Heterocycles* 57, 157.
- Lomascolo, A., Uzan-Boukhris, E., Herpoël-Gimbert, I., Sigoillot, J.C., Lesage-Meessen, L. (2011). Peculiarities of *Pycnoporus* Species For Applications In Biotechnology. *Appl Microbiol Biotechnol*, 92, 1129–49. <https://doi.org/10.1007/s00253-011-3596-5>.
- Manan, S., Ullaha, M. W., Ul-Islamb, M., Attaa, O. M., Yanga, G. (2021). Synthesis and Applications Of Fungal Mycelium-Based Advanced Functional Materials. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 6, 1–10.
- Madurwar, M.V., Ralegaonkar, R.V., Mandavgane, S.A. (2013). Application of Agro-Waste For Sustainable Construction Materials: A Review. *Constr. Build. Mater.*, 38, 872–878.
- McDonough, W., Braungart, M. (2002). *Cradle To Cradle: Remaking The Way We Make Things*. New York, NY: North Point Press.
- Mitchell, D.A., Krieger, N., Berovic, M.M. (2006). *Solid-State Fermentation Bioreactors*. Springer.
- Money, N.P. (2016). *Fungal Cell Biology And Development*. The Fungi. Elsevier, Amsterdam, pp. 37–66.
- Muhammad Haneef, L. C. (2017). Advanced Materials From Fungal Mycelium: Fabrication and Tuning of Physical Properties. *Scientific Reports*, 7, 41292.

- Muffler, K., Ulber, R. (2014). Productive Biofilms, Vol. 146. Springer
- Mustafa Nadhim Owaid, S. S.S.A. (2015). Growth Performance and Cultivation of Four Oyster Mushroom Species on Sawdust and Rice Bran Substrates. *Journal of Advances in Biotechnology*, 4, 3.
- Nopharatana, M., Mitchell, D.A., Howes, T. (2003). Use of Confocal Scanning Laser Microscopy To Measure The Concentrations Of Aerial And Penetrative Hyphae During Growth Of *Rhizopus Oligosporus* On A Solid Surface. *Biotechnol. Bioeng.*, 84, 71–77.
- Pelletier, M.G., Holt, G.A., Wanjura, J.D., Bayer, E., McIntyre, G. (2013). An Evaluation Study Of Mycelium Based Acoustic Absorbers Grown On Agricultural By-Product Substrates. *Ind. Crop. Prod.*, 51 (1), 480–485.
- Pelletier, M.G., Holt, G.A., Wanjura, J.D., Greetham, L., McIntyre, G., Bayer, Kaplan-Bi, J. (2019). Acoustic Evaluation Of Mycological Biopolymer, An All-Natural Closed Cell Foam Alternative, *Industrial Crops & Products*, 139, 111533.
- Poucheret, P., Fons, F., Rapior, S. (2006). Biological and pharmacological Activity Of Higher Fungi: 20-Year Retrospective Analysis. *Cryptogam. Mycol.*, 27, 311–333.
- Rafiee, K., Kaur, G., Brar, S.K. (2021). Fungal Biocomposites: How Process Engineering Affects Composition And Properties?. *Bioresource Technology Reports*, 14, 100692.
- Román-Ramos, J.D., Luna-Molina, F.J., Bailon-Perez, L.J. (2014). Encofrado Perdido Constituido Por Paja Cohesionada Con Micelio Como Sustituto Del Poliestireno Expandido. *Inf Construcción*, 66, 1–7. <https://doi.org/10.3989/ic.13.097>.
- Ruiz-Herrera, J., Ortiz-Castellanos, L. (2019). Cell Wall Glucans Of Fungi. A Review. *The Cell Surface*, 5, 100022.
- Santos, I.S., Nascimento, B.L., Marino, R.H., Sussuchi, E.M., Matos, M.P., Griza, S. (2021). Influence of Drying Heat Treatments On The Mechanical Behavior And Physico-Chemical Properties Of Mycelial Biocomposite. *Composites Part B*, 217, 108870.
- Sator, P.G., Schmidt, J.B., Hönigsmann, H. (2003). Comparison of Epidermal Hydration And Skin Surface Lipids In Healthy Individuals And In Patients With Atopic Dermatitis. *J. Am. Acad. Dermatol.*, 48, 352–358.
- Sartori, I., Hestnes, A.G. (2007). Energy Use In The Life Cycle Of Conventional And Low-Energy Buildings: A Review Article. *Energy Build.*, 39, 249–257.
- Silveiro, S.C., Moreira, S., Milagres, A.M., Macedo, E.A., Teixeira, J.A., Musatto, S.I. (2013). Laccase Production By Free And Immobilized Mycelia Of *Peniophora Cinerea* And *Trametes Versicolor*: A Comparative Study. *Bioprocess Biosyst. Eng.*, 36 (3), 365–373. <https://doi.org/10.1007/s00449->

012-0793-2.

- Silverman, J., Cao, H., Cobb, K. (2020). Development of Mushroom Mycelium Composites for Footwear Products. *Clothing and Textiles Research Journal*, 38(2), 119-133.
- Stowa. (2019) 2019-17, From Biomass To Mycelium Composite An Exploration On Cellulose And Weed Residues. Published Stova, Isbn 978.90.5773.851.7.
- Sydor, M., Bonenberg, A., Doczekalska, B., Cofta, A. (2022). Mycelium-Based Composites in Art, Architecture, and Interior Design: A Review, *Polymers*, 14, 145. <https://doi.org/10.3390/polym14010145>.
- Synytysya, A., Novák, M. (2013). Structural Diversity Of Fungal Glucans. *Carbohydr Polym*, 92, 792–809.
- Teixeira, J.L., Matos, M.P., Nascimento, B.L., Griza, S., Holanda ,F.S.R., Marino, R.H. (2018). Production and Mechanical Evaluation Of Biodegradable Composites By White Rot Fungi. *Cienc E Agrotecnol*, 42, 676–84. <https://doi.org/10.1590/1413-70542018426022318>.
- Thoemen, H., Humphrey, P.E. (2006). Modeling The Physical Processes Relevant During Hot Pressing Of Wood-Based Composites. Part I. Heat and Mass Transfer. *Holz Als Roh - Und Werkstoff*, pp. 1–10.
- Uysal, H., Demirboğa, R., Şahin, R., Gül, R. (2004). The effects Of Different Cement Dosages, Slumps, And Pumice Aggregate Ratios On The Thermal Conductivity And Density Of Concrete. *Cem. Concr. Res.*, 34, 845–848.
- Villena, G.K., Fujikawa, T., Tsuyumu, S., Gutiérrez-Correa, M. (2010). Structural Analysis Of Biofilms And Pellets Of *Aspergillus Niger* By Confocal Laser Scanning Microscopy And Cryo Scanning Electron Microscopy. *Biore-sour. Technol.*, 101, 1920–1926.
- Wang, X.M., Zhang, Z.S., Zhao, M.X. (2015). Carboxymethylation of Polysaccharides From *Tremella Fuciformis* For Antioxidant And Moisture-Preserving Activities. *Int. J. Biol. Macromol.*, 72, 526–530.
- Weuster-Botz, D., Puskeiler, R., Kusterer, A., Kaufmann, K., John, G.T., Arnold, M. (2005). Methods and Milliliter Scale Devices For High-Throughput Bioprocess Design. *Bioprocess Biosyst. Eng.*, 28 (2), 109–119. <https://doi.org/10.1007/s00449-005-0011-6>.
- Widsten, P., Tuominen, S., Qvintus-Leino, P., Laine, J.E. (2004). The Influence Of High Defibration Temperature On The Properties Of Medium-Density fiberboard (MDF) Made From Laccase-Treated Softwood fibers. *Wood Sci. Technol.*, 38, 521–528.
- Wu, Y.Z., Choi, M.H., Li, J.S., Yang, H.T., Shin, H.J. (2016). Mushroom Cosmetics: The Present And Future. *Cosmetics*, 3, 22.
- Xu, N., Gao, Z., Zhang, J.J., Jing, H.J., Li, S.S., Ren, Z.Z., Wang, S.X., Jia, L. (2017). Hepatoprotection of Enzymatic-Extractable Mycelia Zinc Polysaccharides By *Pleurotus Eryngii* Var. *Tuoliensis*. *Carbohydr. Polym.* 157,

196–206.

Yang, Z.J., Zhang, F., Still, B., White, M., Amstislavski, P. (2017). Physical and Mechanical Properties Of Fungal Mycelium-Based Biofoam. *J. Mater. Civ. Eng.*, 29, 04017030.

Ziegler, A.R., Bajwa, S.G., Holt, G.A., McIntyre, G., Bajwa, D.S. (2016). Evaluation of Physico-Mechanical Properties Of Mycelium Reinforced Green Bio-composites Made From Cellulosic fibers. *Appl. Eng. Agric.*, 32, 931–938.



BÖLÜM 8

ORMANCILIKTA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN YERİ VE ÖNEMİ

Ufuk COŞGUN¹, Damla YILDIZ²

1 Doç. Dr., Karabük Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Ormancılık Politikası ve Yönetim ABD Karabük. ufukcosgun@karabuk.edu.tr

2 Dr. Öğrt. Üyesi, Karabük Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Ormancılık Politikası ve Yönetim ABD Karabük. damlayildiz@karabuk.edu.tr

1-Giriş

İş güvenliğinin tanımı değişik biçimlerde yapılmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının amacı iş kazaları ve meslek hastalıklarından çalışanları korumak, daha sağlıklı bir ortamda çalışmalarını sağlamaktır. Genel bir yaklaşım sağlamak amacıyla, yapılan tanımlamalarda ortak vurgu, “iş yerlerinde işin yapımı ve yürütümü ile ilgili olarak oluşan tehlikelerden, sağlığa zarar verecek şartlardan korumak, daha iyi bir çalışma ortamı sağlamak için yapılan sistemli çalışmalar iş güvenliği” olarak tanımlanabilir (Ergül, 2006). 1950 yılından beri çalışmalarını yürüten ILO/WHO İş Sağlığı Komitesi'nin 2003 yılındaki oturumunda, iş sağlığı ve güvenliği alanında bütünleşmiş bir yaklaşımdan söz edilerek temel iş sağlığı hizmetleri tanımlanmıştır (Önal, 2014). ILO tahminlerine göre her yıl 2,78 milyon çalışan mesleki yaralanma veya hastalıklardan ölmektedir. Tahminlere göre bu rakamın 2,4 milyonu hastalıklardan ölmekte ve 374 milyon çalışan ise ölümcül olmayan hastalıklara maruz kalmışlardır. İş kazaları ve hastalıkları bakımında Dünya GDP'sinin günlük işgücü kaybı yaklaşık %4'ü, bazı ülkelerde ise %6'sına yükseldiği tahmin edilmektedir (ILO, 2019).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ile Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) İş Sağlığı ve Güvenliğini, **“Tüm mesleklerde işçilerin bedensel, ruhsal, sosyal iyilik durumlarını en üst düzeye ulaştırmak, bu düzeyde sürdürmek, işçilerin çalışma koşulları yüzünden sağlıklarının bozulmasını önlemek, işçileri çalıştırılmaları sırasında sağlığa aykırı etmenlerden oluşan tehlikelerden korumak, işçileri fizyolojik ve psikolojik durumlarına en uygun mesleksi ortamlara yerleştirmek ve bu durumlarına en uygun mesleksi ortamlara yerleştirmek ve bu durumları sürdürmek, özet olarak işin insana ve her insanın kendi işine uyumunu sağlamak”** şeklinde tanımlamıştır (ILO, 1991). Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) aynı zamanda iş kazasını **“belirli bir zarar veya yaralanmaya yol açan, önceden planlanmamış beklenmedik bir olay”** şeklinde tanımlamıştır.

İş Sağlığı ve Güvenliği denildiğinde genel anlamda yalnızca çalışanların değil tüm işletmenin ve üretimin güvenliğinin düşünülmesi gerekir. Bu üç ayrı alandaki çalışmaların birlikte mevcut olması halinde çalışanların güvenliğini tam olarak sağlamak mümkün olacaktır. İş sağlığı ve güvenliğinin genel amacı gerek işçiye ve gerekse ailesine, işyerine ve diğer mercilere gelen yükümlülüklerin azaltılması ve buna bağlı olarak, ülke ekonomisine verdiği zararları önlemektir (Özkılıç, 2005). Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) tespitlerine göre dünyada her üç dakikada bir işçi iş kazası veya meslek hastalığından ölmektedir. Yine aynı kaynağa göre her yıl dünyada ortalama 110 milyon işçi iş kazası geçirmekte veya meslek hastalığına yakalanmaktadır. Bunlardan 180 bini yaşamını yitirmektedir (ILO, 1991).

İş Sağlığı ve Güvenliği kavramı farklı bir tanımlama ile tehlikelerin önlenmesinin yanında risklerin öngörülmesi, değerlendirilmesi ve bu riskleri tamamen ortadan kaldırmak ya da zararlarını en aza indirebilmek için yapılacak çalışmaları da içermektedir. Evrensel anlamda İş Sağlığı ve Güvenliği; henüz bir tehlike oluşmamış, işletmede bir arıza oluşmamışken bile işletmede oluşabilecek tehlikelerin ve risklerin öngörülerek bunların kabul edilebilir olup olmadığına karar verme çalışmalarını da beraberinde getirmektedir. Yani yeni kavramla, eski “reaktif” yaklaşımlar yerini “proaktif” yaklaşımlara bırakmıştır (Özkılıç, 2005). Ormanlık sektörü risk ve tehlikelerin içerdiği bir endüstri olarak bilinmektedir (Lilley et al., 2002). Modern tekniklerin ve makinelerin kullanımına bakılmaksızın, iş kazaları sıktır ve özellikle orman hasadında birçok durumda ölümcüldür (Adams and Armstrong, 2018; Rhee, 2013). Bu kazaların ise genellikle maddi ve çevresel hasarların yanı sıra mağdurlara veya ailelerine mali tazminatlar şeklinde finansal boyutu da etkiler (Barlas, 2012). Bundan dolayı ormanlık sektörü ve orman işletmelerinin finansal istikrarını sağlamak içinde bir etkisi vardır. Ormanlıkta iş sağlığı ve güvenliği için genel çalışma alanları itibariyle;

- Gençleştirme,
- Ağaçlandırma,
- Bakım,
- Üretim (kesme-sürütme-taşıma),
- Orman depolarında istif, sınıflama vb.
- Orman yollarının ve sanat yapılarının yapımı ile tamir ve bakımı,
- Orman koruma kapsamında biyolojik, kimyasal mücadele ve orman yangınlarıyla mücadele,
- Planlama amaçlı arazi çalışmaları,
- Kadastro iş ve işlemleri için arazi uygulamalar çalışmaları,
- Korunan alanlarda gerçekleştirilen hizmetler,
- Erozyon kontrolü vb. gibi

faaliyetler yoğun bir iş gücünü gerekli kılmaktadır. Bu gibi işleri, 6831 Sayılı Orman Kanunu öncelikle en yakın orman köylüsüne veya orman köylerini kalkındırma kooperatiflerine yaptırmak zorunluluğu vardır. Ancak, yapılacak işe civardaki orman köylülerinin veya orman köylerini kalkındırma kooperatiflerinin iş güçlerinin yeterli bulunmaması, işe ehil olmamaları veya aşırı fiyat istemeleri durumunda, bu işler civar olmayan orman köylülerine veya orman köylerini kalkındırma kooperatiflerine yaptırılabilir. Ormanlıkta yapılan işler; iş gücü, yüksek

kaza oranı, açık havada çalışma şartları, zaman zaman arazide konaklama zorunluluğu, iş saatlerinin ve iş süresinin değişken oluşu, iş devamlılığının olmaması, sosyal ve ekonomik açıdan yetersizlikler gibi nedenlerle diğer iş kollarından ayrı bir yapı gösterir. Bu nedenler, son yıllarda orman işçiliğine olan rağbeti azalttığı gibi işçi bulamama veya verimsiz çalışma durumlarını da ortaya çıkarmıştır (Acar ve Şentürk, 1999).

Orman işçiliğinde sağlık açısından her zaman riziko söz konusudur. Çünkü çalışanların sağlık durumları kötü şartlardan etkilenmektedir. Çeşitli vücut yaralanmaları, kişileri değişik şekilde etkileyen hastalıklar, aktif çalışma sırasında ya da daha ileri yaşlarda bazı rahatsızlıklara zemin hazırlamakta ve bu durum orman işçiliğini meslek olarak seçen kişileri, sağlıkları konusunda tereddütte düşürmektedir. Çünkü motor sesi ve sarımsının orman işçilerinde sırt ağrıları, duyma zorluğu, kalp sıkışması, kronik bronşit, kronik yorgunluk ve psikolojik stres gibi rahatsızlıklara neden olduğu artık bilinmektedir (Erdaş ve Acar 1995). Ormancılık çalışmaları çoğunlukla, ormanda çalışan işçilerin sağlığını ve güvenliğini etkileyen tabii ve maddi risklerin toplamı şeklinde tanımlanır. Dalgalı ve dik arazi yapısı, ansızın değişen hava durumları, ürün yoğunluğu, tabii riskleri oluşturmaktadır. Bu olumsuz tabii özelliklere çalışma ortamına ilişkin sorunlar veya yetersizlikler, beslenme sorunu ve çalışmaya uygun olmayan giysi gibi olumsuzluklar da eklendiğinde çalışma şartları daha fazla zorlaşmaktadır (Poschen, 1993). Kişisel koruyucu donanımlar (KKD) olmaksızın motorlu testere kullanılması, ağaç devrilmesi, ağaçların çevrilmesi ve nakliye esnasında kontrolden çıkması ise maddi riskler olarak sayılabilir (Poschen, 1993).

ILO (International Labor Organization) ormancılık çalışmalarını, “**3-D**”, yani “**kirli, zor ve tehlikeli işler**” şeklinde tanımlamıştır (Poschen, 1993). Ormancılık çalışmaları büyük ölçüde güç gerektiren işler arasındadır. Özellikle motorlu testerelerle veya elle yapılan üretim çalışmaları çok yorucudur. Kas yaralanmalarının yanı sıra iskelet sistemi rahatsızlıkları da orman işçilerinin müşterek sorunları arasındadır (Wasterlund and Kufakwandi, 1993). Önde gelen ve farkına varılamayan sağlık problemi; aşırı fiziksel gerilim oluşturan soğuk ya da sıcak hava durumu ile titreşim etkisi, gürültü ve buna benzer çeşitli kontrol edilemeyen çevresel etkilerin de etkisiyle görülen mesleki rahatsızlıklardır. Duyma güçlüğü özellikle motorlu testere kullanan işçilerde basınç ve gürültü sonucu görülmektedir. Yeni Zelanda’da yapılan bir çalışmada, 15 sene odun üretiminde çalışan işçilerin yarısında duyma güçlüğü olduğu görülmüştür (Poschen, 1993).

2-MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma üç veri grubundan oluşmuştur. Birinci veri grubu, ormancılık sektörüne özgü iş sağlığı ve güvenliği konusunda gerçekleştirilmiş

ulusal ve uluslararası bilimsel yayınların taranmasıyla elde edilen verilere dayanmaktadır. İkinci veri grubu ise; ormancılık sektörüne yönelik olarak hazırlanmış iş sağlığı ve güvenliği konusunda gerçekleştirilmiş proje çalışma planlama verileri oluşturmuştur. Üçüncü veri grubunu ise; bizzat tarafımızca gerçekleştirilen, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) üretim, depo fidanlık çalışmalarında ve Doğa Koruma Genel Müdürlüğü (DKMP) kapsamındaki Tabiat Parkları, Milli Parklar ve Tabiatı koruma alanlarındaki iş sağlığı ve güvenliği inceleme gözlem ve araştırmalarından elde edilmiştir.

3- BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 İş Sağlığı ve Güvenliğinin Ormancılık Sektörü İçin Sınıflandırılması

İş sağlığı ve güvenliği açısından OGM kurumsal yapısında fiili olarak yer alan çalışmalar için tehlike sınıfları oluşturulmuştur. Ancak ormancılığın bir başka dalı olan DKMP Genel Müdürlüğü yapısında gerçekleştirilen iş ve işlemlere yönelik bir tehlike sınıflandırmasına rastlanmamıştır.

OGM yapılan çalışmaların tehlike sınıfı 27.02.2017 tarih ve 29992 (mükerrer) sayılı Resmî Gazetede yayımlanan “**İş sağlığı ve güvenliğine ilişkin işyeri tehlike sınıfları tebliğinde değişiklik yapılmasına dair tebliğ**” de belirlenmiş olup, Tablo 1’de verilmiştir (Anonim, 2017). 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu’nda “**Çalışan**, kendi özel kanunlarındaki durumlarına bakılmaksızın kamu veya özel işyerlerinde çalışan gerçek kişiyi, diğer taraftan **İşveren**; çalışan istihdam eden tüzel veya gerçek kişi veya tüzel kişiliği olmayan kurum ve kuruluşlar” şeklinde tanımlanmıştır.

Tablo 1. Ormancılık Sektörü İş ve İşlemleri İle Tehlike Sınıfları

Kod	Tanım	Tehlike Sınıfı
02	Ormancılık ile endüstriyel ve yakacak odun üretimi	
02.1	Orman yetiştirme (Silvikültür) ve diğer ormancılık faaliyetleri	
02.10	Orman yetiştirme (Silvikültür) ve diğer ormancılık faaliyetleri	
02.10.01	Baltalık olarak işletilen ormanların yetiştirilmesi (kağıtlık ve yakacak odun üretimine yönelik olanlar dahil)	Tehlikeli
02.10.02	Orman yetiştirmek için fidan ve tohum üretimi	Az Tehlikeli
02.10.03	Orman ağaçlarının yetiştirilmesi (baltalık ormanların yetiştirilmesi hariç)	Az Tehlikeli
02.2	Endüstriyel ve yakacak odun üretimi	
02.20	Endüstriyel ve yakacak odun üretimi	
02.20.01	Endüstriyel ve yakacak odun üretimi (geleneksel yöntemlerle odun kömürü üretimi dahil)	Tehlikeli
02.3	Tabii olarak yetişen odun dışı orman ürünlerinin toplanması	
02.30	Tabii olarak yetişen odun dışı orman ürünlerinin toplanması	

02.30.01	Ağaç dışındaki yabancı olarak yetişen ürünlerinin toplanması (mantar meşesinin kabuğu, kök, kozalak, balsam, lak ve reçine, meşe palamudu, at kestanesi, yosun ve likenler, yabancı çiçek, yabancı meyve, yenilebilir mantar vb.)	Az Tehlikeli
02.4	Ormancılık için destekleyici faaliyetler	
02.40	Ormancılık için destekleyici faaliyetler	
02.40.01	Ormanda ağaçların kesilmesi, dallarından temizlenmesi, soyulması vb. destekleyici faaliyetler	Tehlikeli
02.40.02	Ormanda kesilmiş ve temizlenmiş ağaçların taşınması, istiflenmesi ve yüklenmesi faaliyetleri	Tehlikeli
02.40.03	Ormanda silvikültürel hizmet faaliyetleri (seyreltilmesi, budanması, repikaj vb.)	Tehlikeli
02.40.04	Ormanı zararlılara (böcek ve hastalıklar) karşı koruma faaliyetleri	Çok Tehlikeli
02.40.05	Ormanı yangın ve kaçak kesime (izinsiz kesim) karşı koruma faaliyetleri	Tehlikeli
02.40.06	Ormanı koruma ve bakımı amaçlı orman yolu yapımı ve bakımı faaliyetleri	Tehlikeli
02.40.07	Diğer ormancılık hizmet faaliyetleri (ormancılık envanterleri, orman işletmesi, orman idaresi danışmanlık hizmetleri, orman (bakımı, verimi, vb.) ile ilgili araştırma geliştirme, vb.)	Az Tehlikeli

Kendi mülkünde, ortaklık veya kiralamak suretiyle başkalarının mülkünde veya kamuya has mekânlarda; dikim, ekim, bakım, üretme, yetiştirme ve ıslah yoluyla veya doğrudan doğruya tabiattan fayda sağlamak suretiyle bitki, orman, hayvan ve su ürünleri elde edilmesini ve/veya bu ürünlerin yetiştiricileri tarafından muhafazasını, taşınmasını veya pazarlanması tarımsal faaliyet tanımı içerisindedir (Tunay, 2016).

Ormancılık faaliyetlerinde birim fiyatla çalışan köylüler tarımsal faaliyette bulunan diğer köylüler gibi 5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu 4. Madde (b) bendi gereği hizmet sözleşmesine bağlı olmaksızın kendi adına ve hesabına bağımsız çalışanlardan 4. madde tarımsal faaliyette bulunanlar başlığına göre primlerini kendileri ödemek kaydıyla sosyal güvenlik sistemine dahil edilmişlerdir. Üzerlerine arazisi olmayıp tarımsal faaliyette bulunmayan, yalnızca orman işlerinde birim fiyatla çalışanlar da 5510 Sayılı Kanun'a Ek Madde 5'i ekleyen 6111 Sayılı Kanunla ilgili düzenlemeye bağlı çıkarılan Sosyal Sigortalar Kurumu Başkanlığı'nın 05.04.2011 tarihli 2011/36 sayılı genelgeyle "Tarım ve Orman İşleri'nde Hizmet Akdiyle Süreksiz Çalışanlar" kategorisinden kendi primlerini kendileri ödeyerek sosyal güvenlik sistemine dâhil edilmişlerdir.

Diğer yandan; 13 Nisan 2004 tarih ve 25432 sayılı Resmî Gazetede "İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin Risk Grupları Listesi Tebliği" yer almıştır. Bu tebliğin 4. Risk Grubu 2. Fıkrasında; "Kerestenin kesilmesi, tomruk,

testerelek kereste, çatal, ağaç gövdesi yumruları, kütük, kâğıt hamuru imaline mahsus odun, sırtık, kazık, yontulmuş demir yolu traversi, madden ocaklarına mahsus kereste, ormanda kesilen yakacak odun, kimyevi takdire elverişli odun, mekik ve benzeri bloklar ile ormandan elde edilen diğer kaba, yuvarlak, yontulmuş veya yarılmış maddeler veya odun ham maddeleri, tomruk nakletme işleri” şeklinde ormancılıktaki odun hammaddesi üretim işleri tanımlanmıştır (Anonim, 2004).

1475 sayılı yasaya göre çıkartılan 16.04.2003 tarih ve 25081 sayılı Resmî Gazetede yayınlanan “Tarımdan Sayılan İşlerde Çalışan İşçilerin Çalışma Koşullarına İlişkin Yönetmelik” te de “hizmet sözleşmesiyle çalışanları kapsadığı, istisna sözleşmesiyle çalışanları kapsamadığı” belirtilmiş olup, birim fiyatla üretim işlerinde istihdam edilenler bu uygulamaların dışında kalmaktadırlar (Tunay, 2016). Orman Genel Müdürlüğü’nün 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kapsamında uygulamaları incelendiğinde; Üretim İşlerinde Yasa Uygulaması 11.02.2014 tarih ve 28573187-305.01.01/26239 sayılı tamim ve 25.02 2015 tarih ve 40775 sayılı Talimatla üretim işlerinde Eğitim Kontrol ve Uygulamalara Ait İş ve İşlemler yürütülmektedir. Bu kapsamda ormandan üretim yapacak orman işçilerine; üretim süreçlerine yönelik (kesme, sürütme, istif ve taşıma gibi) iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri verilerek, alanda bulundurulması gereken uyarı tabelalarının varlığı haftalık veya aylık kontrol listesi üzerinden genel kontroller yapılarak tutanakların ilgili dosyalarda yer alması sağlanmaktadır.

Yukarıda verilen yasal süreçler ormancılık sektörü odun hammaddesi üretim işlerine yönelik iş kazası vakalarının istatistikleri ne yazık ki ilgili kurum tarafından (Orman Genel Müdürlüğü) tutulmamaktadır. TÜİK kapsamında da yeterince yer almamaktadır. Çünkü ormandaki üretim işleri vahidi fiyat (birim fiyat) ile orman köy kalkınma kooperatiflerine ve kişilere yaptırılmaktadır. Orman köy kalkınma kooperatifleri de ortaklarına üretim işlerini dağıtmaktadırlar. Ortaya çıkan kazalarda önemli bir sorun olmadıkça kazalar resmi nitelik kazanmamakta ve istatistiklere yansımamaktadır. Ancak orman köylüsü ile ilgili olarak doğrudan çalışan S.S. Türkiye Ormancılık Kooperatifleri Merkez Birliği (ORKOOP) ve Orman İş Sendikaları bu konuda daha detaylı verilere sahip bulunmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde; Türkiye Tarım Orman İş Sendikası 2019 yılı verilerine göre; “2019 yılında ülkemizde orman alanlarında 3 binin üzerinde iş kazası yaşanmıştır. 486 ölüm, 2 bine yakın da uzuv kaybına yol açmıştır. bu sonuçlar dünya ölçeğinde ormancılık alanında yaşanan kazalarda ülkemizi birinci sıraya taşımıştır” şeklinde veri bulunmaktadır (url-1). Diğer yandan S.S. TÜRKİYE ORMANCILIK KOOPERATİFLERİ MERKEZ BİRLİĞİ (ORKOOP) tarafından oluşturulmuş olan **“İŞ KAZALARI İSTATİSTİKLERİ”** de aşağıda verilmektedir.

Ormancılıkta üretim işlerini gerçekleştiren OR-KOOP üyesi orman köylülerinin çalışma esnasında yaşanan iş kazaları OR-KOOP Sosyal Yardım Fonundan yararlananlar aşağıda sunulmaktadır (Tablo 2). Tablodaki veriler tüm iş kazalarını yansıtmamaktadır. İş kazası nedeniyle yardım fonundan yararlananların sayısı yer aldığından, gerçek sayıların daha yüksek rakamlarda olduğu düşünülmektedir (Anonim, 2021).

Tablo 2: ORKOOP İSG kazaları Sonucunda ödeme yapılan ortaklara ilişkin verileri

<i>YILLAR</i>	<i>İŞ KAZASI</i>	<i>ÖLÜM</i>	<i>YARALANMA</i>	<i>ARAÇ-HAYVAN</i>
<i>2006</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>2007</i>	<i>8</i>	<i>6</i>	<i>2</i>	<i>-</i>
<i>2008</i>	<i>13</i>	<i>4</i>	<i>9</i>	<i>-</i>
<i>2009</i>	<i>20</i>	<i>14</i>	<i>6</i>	<i>-</i>
<i>2010</i>	<i>31</i>	<i>22</i>	<i>15</i>	<i>-</i>
<i>2011</i>	<i>34</i>	<i>19</i>	<i>24</i>	<i>1</i>
<i>2012</i>	<i>39</i>	<i>1</i>	<i>47</i>	<i>17</i>
<i>2013</i>	<i>26</i>	<i>-</i>	<i>27</i>	<i>6</i>
<i>2014</i>	<i>28</i>	<i>4</i>	<i>25</i>	<i>8</i>
<i>2015</i>	<i>27</i>	<i>7</i>	<i>18</i>	<i>5</i>
<i>2016</i>	<i>19</i>	<i>2</i>	<i>14</i>	<i>5</i>
<i>2017</i>	<i>6</i>	<i>1</i>	<i>8</i>	<i>1</i>
<i>2018</i>	<i>11</i>	<i>-</i>	<i>14</i>	<i>1</i>
<i>2019</i>	<i>10</i>	<i>7</i>	<i>4</i>	<i>-</i>
<i>2020</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>2021</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>TOPLAM</i>	<i>283</i>	<i>98</i>	<i>213</i>	<i>44</i>

“İş kazaları Mesleki Yeterlilik Belge zorunluluğu sonrası oluşan farkındalık ve bilinçlendirmeye göre azalış trendinde olup, ancak gerekli koruyucu ekipman kullanımı ve İSG tedbirlerine riayetin yeterli olmadığı görülmektedir.” şeklinde ORKOOP tarafından yapılan açıklama dikkat çekmiştir.

Görüleceği gibi ormancılık iş kolunda yer alan iki farklı birim ile aşağıda sunulan TÜİK verileri arasında ciddi anlamda farklılıklar görülmektedir. Proje ile bu konu alan araştırmalarıyla tarafımızca daha kesin ve güvenilir bir yapıya kavuşturulacaktır. Bu da çalışmaya ayrı bir özgünlük ve alanında temel bir araştırma niteliği katmaktadır.

Oysa; İş Kazası ve Meslek Hastalığı (İKMH)-5510 Sayılı Kanun’un 4-1/b Maddesi Kapsamındaki Sigortalılardan İş Kazası Geçiren veya Meslek Hastalığına Tutulan Sigortalı Sayılarının Ekonomik Faaliyet ve Cinsi-

yete Göre Dağılımı, 2019 başlığında; tablo 3.1 verilerine göre **“02-Ormancılık ve tomrukçuluk”** başlığı altında **“İş Göremezlik Sürelerine (Gün) Göre İş Kazası Geçiren Sigortalı Sayıları” SADECE 2 OLARAK YANSIMIŞTIR.** Aynı istatistiklerde Tablo 3.2'ye göre **“İş Kazası Sonucu Ölen Sigortalı Sayısı” BULUNMAMAKTADIR.**

İKMİH- 5510 Sayılı Kanun'un 4-1/b Maddesi Kapsamındaki Sigortalılardan İş Kazası Geçirenlerin Geçici İş Göremezlik Sürelerinin Ekonomik Faaliyet ve Cinsiyete Göre Dağılımı (Gün), 2019 başlığı altında; Tablo 3.3'e göre **“02-Ormancılık ve tomrukçuluk”** başlığı altında “Geçici İş Göremezlik Süresi (Gün) (Ayakta)” ve “Geçici İş Göremezlik Süresi (Gün) (Hastanede yatarak)” herhangi bir sayı bulunmamaktadır. Yani böyle bir durumla karşılaşmış ormancılık çalışanı da bulunmamaktadır (URL 2).

3.2. Ormancılık Üretim İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliğinin Boyutları

Ormancılık sektöründeki iş sağlığı ve güvenliği konularında uluslararası ve ulusal düzeyde gerçekleştirilen çalışmalar dikkate alındığında örneğin; Trabzon Orman Bölge Müdürlüğünde orman işleri sırasında oluşan 170 yaralanma olayının %29,6'sı omurilik, bel, sırt, %29,6'sı ayaklarda, %20,0'si baldır bacak, %13,9'u kalça, %11,3'ü ayak parmakları, %9,6'sı diz, %7,0'si parmaklar, %5,2'si kaburgalar, %5,2'si üst kol, %4,3'ü baş, %4,3'ü el, %3,5'i omuz, %3'ü kulak, %1,0' i boyun ve %1,0'i de alt kol şeklinde gerçekleştiği belirtilmiştir (Enez, 2008). Brezilya'da yapılan bir çalışmada ormancılıktaki üretim işlerinde sadece motorlu testerelerin neden olduğu yaralanmaların vücudun el ve ayak bölgelerinde %37,4 oranında olduğu ortaya konulmuştur (Sant'Anna and Malinovski, 1999).

Ormancılık çalışmalarında makine kullanımı, iş kazalarının zararlarını azaltması ve oranı bakımından mühim bir etkiye sahiptir (Bell, 2002). Ormancılık çalışmalarında ağaç kesme ve devirme işleminin en çok tehlike barındıran işlerden biri olduğu bilinmektedir ve bu işte çalışanlar büyük risk altındadırlar. Devirme ve kesme işlerinde makine kullanılması durumunda yaralanma olaylarının %19,4'ten %5,2'ye düştüğü bildirilmiştir (Bell, 2002). Ancak bu durum eğimi az makineli çalışmaya uygun alanlara yönelik bir saptamadır. Oysa ülkemiz orman alanları oldukça eğimli arazilere sahiptir. Bu nedenle de iş kazaları ve riskleri sürmektedir.

İklim, coğrafik yapı farklılıkları ve barınma güçlüklerinden dolayı tüccarlar da dikili satışta çalışacak orman işçilerini yöre halkından seçmektedir. Yıllar itibariyle değişiklik göstermekle birlikte ülke genelinde yaklaşık 300.000 odun üretim işçisi bulunmaktadır (Engür ark., 2007). Odun hammaddesi üretim sisteminin kendine has özellikleri onu diğer sistemlerden ayırmaktadır. Bu sistem sosyo-teknik sistemlerden olup, burada insan, araç ve işe konu olan madde çevre etkileri altında ortak bir

etki oluşturlar. Odun hammaddesi üretimi, kesim ve taşıma işlemlerinin tamamlanması ile gerçekleşmektedir. Üretime konu olan ağacın kesilmesi, devrilmesi, dallardan temizlenmesi, standartlara uygun olarak ölçülüp bölümlere ayrılması, kabuğunun soyulması, kesim sahasında hazırlanan ürünün orman yoluna kadar taşınması (bağlama, çekme, sürütme, taşıma, çözme, boşaltma) ve taşıma araçlarına yüklenerek orman depolarına kadar taşınması, boşaltılması ve istiflenmesi gibi faaliyetler, üretimde söz konusu olan işlemlerdir (Bozkurt, 2017; Karaman, 1997).

Odun hammaddesi üretiminin çok sayıda değişken ve kontrol edilemeyen faktörlerin etkisi altında sürdürülmektedir. Bunların; topoğrafik özellikler, orman kuruluşu ve meşçere özellikleri, çıkarılacak ürüne ilişkin özellikler, işçi özellikleri, makine özellikleri vb. olmak üzere sıralanmaktadır (Karaman, 1995).

Gelişmiş ülkelerde orman işleri ve özellikle üretim işleri ergonomik prensiplere göre düzenlenmiştir. Ülkemizde, ormancılıkta mevcut üretim işçiliği koşullarına ergonomik yaklaşım getirecek bir düzenlemeye rastlanmamaktadır. Bazı yasal düzenlemelerle birlikte, kesme işlerinde TS 1214 ağaç kesme ve kesmedeki güvenlik kuralları ile TS 2378 ster istifi yapım ve ölçme standardı olmak üzere, bazı standartlar teknik şartnamelere konulmuştur (Anonim; 1996). Ancak, uygulamalarda ürün standardından başka kriterlere dikkat edilmemektedir. Diğer yandan **“orman işlerinde mevcut yasal düzenlemeler nedeniyle iş sözleşmelerinin sadece işin nitelik, nicelik ve zaman kısıtlarını içermesi, sendikal ve iş güvenliği yasalarının kapsamı dışında kalması ergonomik önlemlerin alınmasını zorlaştırmaktadır”** tespiti günümüzde de halen geçerliliğini korumaktadır (Engür, 1995). Ormancılık işlerinde ergonomi ilkelerinin benimsenmesi, ormancılıkta verimliliğin artması ve kaynakların korunması açısından önemlidir. Ormancılık işlerinde ergonomi uygulamaları insana uygun, güvenli ve sağlıklı koşulların oluşturulmasında önemli bir araç olmaktadır (Engür, 1995; Anonim, 2016).

Karşılaştırmalı istatistiklerin bulunduğu ülkelerde diğer endüstriyel sektörlere göre ormancılıkta kaza yoğunluğu yüksektir. Kaza geçirme olasılıkları itibarıyla tarım işçilerine göre orman işçileri 3-4 kat daha fazla riske sahiptirler (Engür, 1995). Finlandiya'daki araştırma sonucuna göre: kişisel koruyucu donanımı bulunmayan motorlu testere kullanan işçinin yaralanma oranı, donanıma sahip olan bir işçiye göre 2,25 kat fazladır (Klen, 1986).

Kazaların ve KKD maliyetleri karşılaştırıldığında ilginç sonuçlar elde edilmiştir. Örnek olarak, 1985 yılında İsviçre'de meydana gelen ormanlık alanlardaki kazalarda yaklaşık sigorta bedeli 4.000 İsviçre francına denk gelirken, bu miktar KKD maliyetinin neredeyse sekiz katına

denk gelmektedir. Bu koşullarda KKD'ların tüm maliyeti önlenmiş olan kazalardan kendini amorti ettiği anlaşılabilir. ABD kaynaklı bir firmanın istatistik sonuçlarına göre koruyucu botların kullanımı kazaların azalmasında etkili olmuştur. Düşme ve kayma ile meydana gelen kazalar 1989'da sekizken, 1990'da sıfıra inmiştir. Kaza başına yaklaşık 15.000 \$ bedel ödeyen sigorta şirketi, 8 kazanın gerçekleşmemiş olması sonucunda 120.000 \$ elde etmiştir (ILO, 1996). Koruyucu botlar Yeni Zelanda'daki üretim çalışmalarında düşme ve kayma sonucu oluşan kaza oranlarını azaltmıştır (Kirk and Parker, 1993). Filipinler'deki bir araştırmada (Laarman et al., 1981) üretim işçilerine KKD'ların kullanılması sonucunda kazaların ve mali kayıpların azaldığı görülmüştür. 850 işçi üzerinde yapılan araştırmada çalışma süresi boyunca kazanın sebep olduğu zaman kayıplarının maliyeti yaklaşık 52,24 \$ olurken, tıbbi olarak oluşan maliyetlerin sonucunda 103,02 \$'a kadar çıkabilmiştir. Buna karşılık koruyucu eldivenlerin, koruyucu botların ve göz koruyucu donanımların çalışan işçiler başına yaklaşık maliyeti 20.50 \$'dır.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, sağlıksız insan, yetersiz araçlar, yetersiz eğitim ve iş organizasyonu, yetersiz çalışma koşulları ve kazalar, düşük iş verimliliği, düşük ücretler, yetersiz beslenme ve barınma şartları ve genç işçilerin orman köylerini terk etmesi ormancılık iş kolunda birtakım sorunlara neden olmuştur. Bu darboğazların aşılması ulusal, işletme ve işçi düzeyindeki sosyal örgütlenmelerle ve işçilerin bazı hak ve sorumluluklarını kabullenmesi ile gerçekleştirilebilir (Acar ark., 2002a).

Ormanda üretilen ürünlerin kablo ile bölmeden çıkarılmasında, tomruk ve motorlu testere gibi ağır nesnelere kaldırılan orman işçilerinin kas ağrısı ve sırt ağrısı çektikleri belirlenmiştir. Birçok kazalar ve kazalardan son anda kurtulma olayları, odunu sürütürken ve bölümlere ayırma sırasında ortaya çıkmaktadır. Buna rağmen çalışanların %73'ü başlık ve eldiven gibi herhangi bir koruyucu giysi giymemektedir. Kazalar aslında bu sıklıkta olmamakta hatta deneyimli işçilerin %31'i iş kazasını atlattır (Gandaseca et al. 2001). Kore'de yapılan bir çalışmada, ormandaki aralama işlerinde 1998 yılında 105, 1999'da 590, 2000'de 429, 2001'de 287 kaza vakası rapor edilmiştir (Lee ark., 2002).

İklim, arazi koşulları, yetersiz araç ve makine, eğitim ve beceri eksikliği, organizasyon ve planlama eksikliği vb. nedenler ormancılık sektöründe mesleki hastalık ve kazaları tetiklemektedir. Silvikültür, hasat ve işleme kategorileri açısından yapılan sınıflandırmada kazaların %70 oranla hasat işlerinde ortaya çıktığı belirtilmektedir (DPT, 2001).

Ormancılık sektöründe en ciddi kazaların odun üretimi sırasında meydana geldiği ve 1970 yılında İsveç ve Finlandiya'da 8.656 olan kaza sayısının mekanizasyon oranının artması ile 1990'da 1.476'ya düştüğü

görülmüştür (ILO, 2000). Japonya’da potansiyel kaza risk faktörlerinin tanımlanması için yapılan bir çalışmada iş kazalarının sıklıkla aralama faaliyetleri sırasında kesim-devirme iş evresinde meydana geldiği ortaya çıkmıştır (Imatomi, 2002). Amerika’da yapılan bir çalışmada ise, 1998’de 3.491 çalışanın bulunduğu bir odun üretim sektöründe 121 kazanın gerçekleştiği belirtilmiştir (Hoop and Lefort, 2002). Ormancılıkta odun üretimi sektöründe işsizlik sürelerinin uzun sürmesi, çalışanların çeşitli stres faktörlerine bağlı olarak sonraki istihdam süreleri üzerinde de fiziksel ve ruhsal sağlığı açısından olumsuz sonuçlar ortaya çıkardığı saptanmıştır (Lira et al., 1999).

Doğu Karadeniz Bölgesindeki orman işçileri ile ilgili yapılan çalışmada; mevsimlik odun hasat işçilerinin geçirdikleri iş kazaları belirlemek demografik özellikleri ile ilişkileri değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında Trabzon ve Giresun illerinde hasat işinde çalışan toplam 97 erkek işçi ile yüz yüze görüşmeler yapılarak demografik özellikleri, mesleki hayatları boyunca geçirdikleri iş kazaları ve çalışırken yaşadıkları rahatsızlıkları içeren bir anket uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, son 5 yıl içerisinde geçirdikleri iş kazaları incelendiğinde ise işçilerin yaş ve iş deneyimlerine bağlı olarak kaza oranlarının düştüğü ortaya konulmuştur. Ayrıca iş kazalarının %18’inin çarşamba günü ve %18’inin yemek molasının hemen sonrasındaki 15.00-17.00 saatleri arasında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu durum gün boyu çalışmış olmanın verdiği yorgunluktan kaynaklanmış olabilir. Yapılan işin ağırlığı göz önüne alınarak işçilerde dikkatsizlik ve yorgunluk oluşmasının önüne geçecek şekilde mola sayısı ve süreleri belirlenme gerektiği değerlendirilmiştir (Gümüş ve ark., 2020)

“Ormancılıkta Üretim İşlerinde İş Güvenliği Tedbirlerinin Değerlendirilmesi” konulu tez çalışmasında ormancılıkta üretim faaliyetleri sırasında alınan veya alınması gerekli iş güvenliği tedbirleri incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışma Bolu ve Denizli Orman Bölge Müdürlüğü’nde çalışan ağaç kesme ve boyama operatörlerinin verilerinin analiz edilmiş, sonuçlar yorumlanmıştır (Şenyurt, 2019).

“Odun Hammaddesi Üretim İşçilerinde Bazı Sağlık ve Güvenlik Verilerinin Tespitine Yönelik Bir Araştırma” çalışmasında orman üretim işçilerinin çalışma koşulları incelenmiş ve anket çalışması yapılarak başlıca sağlık ve iş güvenliği sorunları tespit edilmiştir. Anketlerde orman üretim işçilerinin güvenlik ve sağlık şartları, mesleki memnuniyet hakkında bilgiler sorulmuştur. Anketler Adana, Artvin ve İzmir illerindeki toplam 140 üretim işçisi üzerinde yapılmıştır. Ayrıca elde edilen bazı verilere SPSS kullanılarak istatistiksel analizler uygulanmıştır. Araştırma sonucunda; ankete katılan işçilerin tamamının erkek, büyük bir çoğunluğunun tecrübeli ve sağlık problemi yaşadığı tespit edilmiştir. Çalışmada, işçilerin çok az bir bölümünün mesleki eğitim aldığı, koruyucu elbise ve ekipman kul-

landığı belirlenmiştir. Ayrıca işçiler ücretlerinden memnun olmadıkları, işlerinin zor ve tehlikeli olduğunu belirtmişlerdir (Gümüş ve Türk, 2012).

Ormancılık faaliyetlerinde çalışan mevsimlik işçilerin çalışma koşullarını, kaza ve güvenlik konusundaki tutumlarını ve alınan önlemlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Öte yandan kadınların ormancılık işlerinde yaşadıkları sorunlar ve günlük yaşam alanlarından beklentileri de incelenmiştir. Çalışma Çankırı İl Orman Müdürlüğü'nde gerçekleştirilmiş olup araştırmaya katılanların tamamı farklı şehirlerden mevsimlik işçi olarak gelmiş ve kötü çalışma ve yaşam koşullarına sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır (Özden ve ark., 2011).

Orman yangın işçilerinin iş güvenliği ve sağlık problemleri ile ilgili sorunların belirlenmesi amaçlanmıştır. Adana, Edremit ve Saimbeyli Orman işletme Müdürlükleri'ndeki 114 orman yangın işçisi üzerinde anket çalışması uygulanarak toplanan veriler SPSS programı ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda işçilerin %14,9'unun koruma faaliyeti sırasında iş kazası geçirdiği, kaza geçiren çalışanların %63,4'ünün el ve el parmakları %36,4'ünün ayak ve ayak parmakları, kaza sonucunda %44,5 yanık %22,2 zehirlenme olduğu gözlemlenmektedir. Araştırma sonucunda; ankete katılan işçilerin tamamının erkek, büyük bir çoğunluğunun tecrübeli ve sağlıklı bireylerden oluştuğu tespit edilmiştir. Çalışmada, işçilerin ısıya dayanıklı koruyucu elbise ve ekipman kullanmadığı belirlenmiştir. Ayrıca işçilerin düşük bir oranı (%18,6) maaşlarından memnun olmadıklarını ve tamamına yakını işlerinin tehlikeli ve güç olduğunu belirtmişlerdir (Gümüş ve Türk, 2011).

Ormancılıkta kaza sebeplerinin analiz etmeyi amaçlamıştır. Tarımsal Kalkınma Kooperatif üyesi olan 378 kişi üzerinde gerçekleştirilen çalışmanın verileri SPSS ve OWAS programı ile analiz edilmiştir. Düzenlenen anket formuna göre kaza olarak tanımlanan olaylar sonucu iş göremezlikle sonuçlanan kazalar ve bu nedenle kaybedilen günlerden de kaza tekrar hızı, kaza-ağırlık hızı ve iş kazası sıklık hızı ölçütleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak en fazla kaza geçirme sebebi %81,8 ile kesilen ağacın çarpmasıdır. Bu kazanın en çok gerçekleştiği aşama ise %42,6 oranında elle sürtme aşamasıdır. Bu kazanın sonucunda meydana gelen yaralanma tipi ise incinme ve burkulmadır (Enez, 2008).

Ülkemiz ormancılığında geleneksel ve rasgele bir elbise-ekipman kullanımı söz konusudur. Bu durum iş sırasındaki yaralanma ve kaza risklerini artırmaktadır (Acar ark., 2002b). Dolayısıyla çalışma sırasında KKD'ların kullanılmasının çok büyük önemi bulunmaktadır. Ormancılık alanında odun üretimi dışındaki diğer çalışma konularından birisi olan orman fidanlıkları ile ağaçlandırma ve üretim işçileri üzerinde yapılan bir çalışmada da işçilerin birçok sağlık problemi yaşadığı belirlenmiştir (Acar

ve Eroğlu, 2001). Çalışma ortamının özelliklerine göre ergonomik kontrol listesinin oluşturulması ve listede yer alması gereken kriterlerin de ayrıca değerlendirilmesi gerekmektedir (Eker ark., 2003).

Türkiye’de ormanların %99,9 u Devlet ormanı geriye kalan kısmı ise özel orman hüviyetindedir. Devlet ormanlarında odun üretim işleri; Anayasa ve 6831 sayılı Orman Kanunu’nun getirdiği öncelikler çerçevesinde köylülere ve orman köyleri kalkındırma kooperatiflerine birim fiyat (vahidi fiyat) esasına göre yaptırılmaktadır. Bu çalışma yönteminde istisna akdi çerçevesinde, köylüler ve orman köyleri kalkındırma kooperatifleri ile İdare arasında işçi- işveren ilişkisi söz konusu olmadan odun üretim işleri yapılmaktadır. Odun üretim süreci; orman içerisinde kütüğü dibinde ağacın kesilmesi, dalların temizlenmesi, boylanması işlerini kapsayan kesme işlemini, boylamayla ayrılan parçaların yol kenarına sürütülmesini, yol kenarlarından taşıma araçlarına yüklenmesi, satış yerlerine (orman depolarına) taşınması ve boşaltılması işlerini kapsayan taşıma aşamalarını kapsamaktadır. Diğer taraftan özel orman işletmeciliğinde veya İdare tarafından ihaleyle dikili ağaç satışı yapılan işlerde odun üretim işçiliği alıcıların kendilerine ait olmaktadır. Yine özel durumlarda İdare tarafından Kamu İhale Mevzuatı çerçevesinde yapılan odun üretimine ait hizmet alımları yapılmaktadır. Bu şekilde yapılan çalışmaların işçilik süreçlerinde, ihaleyi alanlarla bunlara ait işlerde çalışanlar arasında işçi-işveren ilişkisi söz konusu olmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği uygulamaları bir kültür olarak hayatımızda yer alması, odun üretim işçiliği sürecinde sorumluluk kime ait olursa olsun iş sağlığı ve güvenliğine ait tedbirlerin alınması, iş kazaları ile meslek hastalıklarını azaltacak ve verimliliği artıracaktır. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu bu konuda ülke gündemine yeni bir bakış açısı ve anlayış getirmiş, çalışan kişilere ait iş sağlığı ve güvenliği hususu öncelikli ve daha önemli bir konu haline gelmiştir. Bahse konu Kanunla işe ait risklerin değerlendirilmesi ve bu risklerin önlenmesi hususlarında gerekli tedbirlerin alınması yine öncelikle gündeme alınan hususlar olmuştur (Engür, 2014).

3.3.Orman Yangınları ve İş Sağlığı ve Güvenliğinin Yasal Çerçevesi

Orman yangınları görüldüğü gibi tehlikeli işlerden olması ve yüksek kaza riski taşımalarının en önemli nedenleri de her an değişen arazi, değişen orman yapısı, ülkemizin yangın açısından riskli olan Akdeniz iklim kuşağında yer alması, zemin ve hava koşulları, aşırı çaba sarf ederek ve uzun süre dinlenmeden çalışma, işçilerin arazide dağınık şekilde çalışmaları, iletişim sorunu ile yeterli eğitim ve tecrübe sahibi olmadan kullanılan ekipmanlar, yetersiz beslenme vb. olarak sıralanır (Sayın ve ark., 2014).

Orman Yangınları ile ilgili İş Sağlığı ve Güvenliğinin dayanağı olan yasal süreçler aşağıda ana başlıklar halinde vurgulanmaktadır.

- T.C. Anayasası 169. maddesi,
- 6831 Sayılı Orman Kanunu Müşterek Hükümler başlıklı 5. Faslıının II. Orman yangınlarının söndürülmesi bölümünün orman yangınlarının söndürülmesi ve organizasyonun ait 68,69,70,71,72,73,74,75 ve 76. maddeleri. (Orman Yangınlarının Söndürülmesi Ve Organizasyon Görevi Orman Genel Müdürlüğüne Aittir)
- Orman Genel Müdürlüğünün 285 sayılı Tebliği Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları.
- Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Görevlilerin Görecekları İşler Hakkında Yönetmelik
- 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu
- Orman Genel Müdürlüğü İş Sağlığı ve Güvenliği İç Yönergesi

Orman sınırları içerisinde veya dışında meydana gelmiş, serbest yayılma eğiliminde olan ve orman ekosistemini bir bütün olarak ya da kısmen yakarak zarar verebilecek olan yangının,

- En erken sürede,
- En az zayıatla kontrol altına alınması,
- Soğutulması,
- Tamamen söndürülmesi,

için yapılan her tür teknik ve idari çalışmalar, **Orman Yangınları İle Mücadele** çalışmalarıdır. Orman yangınları ile mücadele iş ve işlemleri yukarıda da belirtildiği gibi çok tehlikeli sınıfta tanımlanmalıdır. Orman yangınlarıyla tehlike, risk ve alınacak önlemler 4 ana başlık halinde toplanabilmektedir (Coşgun, 2022). Bunlar;

- 1- Yangınla mücadele koşullarına ilişkin tehlikeler,
- 2- Kimyasal tehlikeler,
- 3- Biyolojik tehlikeler,
- 4- Psikolojik tehlikeler,

Orman yangınları ile mücadele çok tehlikeli iş ve işlemler içerisinde yer almaktadır. Ancak bu durum uygulamada gerektiği gibi karşılık bulamamaktadır. Yani, orman yangınlarının söndürülmesi süreçlerinde gerekli yaklaşımların yaşama geçirilebildiği söylenemez. Yangınla mücadele işçilerinin sahip oldukları KKD malzemelerinin kullanıldığı çalışmalar sürecinde görülememektedir. Dahası orman yangın sezonu başla-

mış olmasına rağmen, bu yıl yeni kurulmuş ekiplerin KKD malzemeleri ancak haziran ayı sonunda sağlanabilmiştir. Bu süreçte yaşanan orman yangınlarında da bu malzemeler ile çalışan yangın ekip işçilerinin olduğu söylenemez. Her ne kadar KKD malzemeleri daha önceden de sağlanmış olsa bu malzemeler ile yangın mücadele süreçlerinde yer almak alışkanlığı henüz tam olarak yerleşmemiştir. Oysa bu malzemelerin çalışanların çalışma süreçlerinde sırtlarındaki çantalarda olması, bu çantalarla birlikte çalışmalarını yürütmeleri bir yaşamsal zorunluluktur. Sıcak hava koşulları çalışanların KKD malzemelerini kullanma alışkanlığı kazanma oranlarını düşürmektedir.

İş Sağlığı ve Güvenliği açısından orman yangınlarıyla mücadelede yer alan risk ve tehlikeler dört ana başlık altında incelenmektedir. Bunlar;

A. Konuşlanma (yangın ekip binaları, seyyar bekleme noktaları) alanlarındaki tehlikeler ve riskler,

B. Konuşlanma yerinden orman yangın alanına ulaşım sırasındaki tehlikeler ve riskler,

C. Yangının söndürülmesi çalışmaları sırasındaki tehlikeler ve riskler,

D. Yangın mücadele anındaki konuşlanma tehlike ve riskler,

A-Konuşlanma Alanları

- 1- İlk müdahale ekip binaları,
- 2- Gözetleme kuleleri,
- 3- Kritik zamanlarda konuşlanmak üzere belirlenmiş bekleme noktaları,

olmak üzere **üç bölümde** değerlendirilebilir.

İlk Müdahale Ekip Binaları ve Kulelerde Tehlike Kaynakları

- 1- Güvenlik önlemleri alınmamış, bakımsız ve hasarlı binalar
- 2- Binalardaki kaygan zeminler
- 3- Sosyal ortamdaki uzakta kalmak
- 4- Bozuk, açıkta duran elektrik tesisatları
- 5- Yılan, böcek v.b ısırması
- 6- Kimyasal maddeler, böcek ilaçları yenmesi, içilmesi ve solunması
- 7- Kimyasal maddeler, böcek ilaçları yenmesi, içilmesi ve solunması
- 8- Mutfakta kullanılan hijyen malzemeleri, ocak tüpleri ve elektrik malzemelerinin düzensizliği

9- Ortak kullanım alanlarının kirliliği

10- Yıldırım düşmesi

B- Konuşlanma Yerinden Orman Yangın Alanına Ulaşım Sırasındaki Tehlike Kaynakları

1- Deneyimsiz sürücü kusurları,

2- Araç bakım ve muayene eksikliği,

3- Araçlara inip binerken uygun davranmamak,

4- Araç içerisine rastgele malzeme atılması,

5- Trafik işaret ve kurallarına uymamak,

6- İş makinalarının uygun nakletmemek,

C- Orman Yangınlarında İş Sağlığı ve Güvenliği Yangının Söndürülmesi Çalışmaları Sırasındaki Tehlikeler Kaynakları

1- Yetki kargaşası

2- Organizasyon bozukluğu

3- Arazinin sarp kayalık olması

4- Görüşü engelleyen bitki örtüsü

5- Gece çalışılması

6- İş makinelerinin manevra alanında çalışan bulunması

7- Aşırı sıcak ve rüzgâr

8- Fazla çalışma, yorgunluk ve uykusuzluk

9- Yoğun duman, kimyasal kullanımı

10- Bozuk, arızalı el aletleri ve KKD kullanmadan çalışma

11- Normlara uymayan kişisel koruyucu donanımlar (KKD)

12- Arasözlerin hortumları, tabancaları

13- Enerji nakil hatları

14- Uygun olmayan elbise

15- Beslenme yetersizliği

16- Sağlık ekibi eksikliği

17- Güvenlik önlemleri almama ve güvenlik kültürü eksikliği

D- Yangın Mücadele Anındaki Konumlanma Şekilleri

1- Araçların kaçış yönü istikametinde park edilmesi,

2- Araçların diğer araçlarla gerekli ikmal ve bakım çalışma koşullarına uygun konumlandırılması,

3- Araçların iş makineleri ile uygun aralıklarda ve mesafelerde olmasının sağlanması,

4- Araçların çalışanların zor durumda kalmaları halinde korunmalarına olanak verecek şekilde konumlanmalarının sağlanması,

5- Yangın davranışıyla ilgili gözlem yapabilecek nitelikte konuşlanmanın sağlanması,

şeklinde vurgulanabilir (Coşgun, 2022).

4- SONUÇ VE ÖNERİLER

Ormancılık sektöründeki iş ve işlemlerin ağırlıkla yürütüldüğü alan OGM'nin çalışma kapsamında kalmaktadır. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen iş ve işlemler ikinci planda gösterilmektedir. Bu tamamen bu kurumun kurumsal kimliğini özümseyememiş olmasından ve karar verici konumdaki yöneticilerin konumlarından kaynaklanmaktadır. DKMP için, iş sağlığı ve güvenliği açısından resmi bir nitelik kazanmış çalışma konularına göre tehlike sınıflarının oluşturulamamıştır. Bunun temel nedenini ise üst düzey karar vericilerin bu genel müdürlüğü gerektiği gibi konumlandırmamış olmalarında aramak gerekir. Oysa örneğin; yaban hayatı konularıyla ilgili çalışmalar çeşitli açılarıyla “çok tehlikeli” sınıfta yer alabilecektir. DKMP için iş sağlığı ve güvenliği açısından genel müdürlük iş ve işlemlerinin iş-süreç analizleri gerçekleştirilerek tehlike sınıflarının oluşturulması gerekmektedir.

OGM Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı iş birliği kapsamında iş sağlığı ve güvenliği açısından;

- “Odun Üretim İşlerinde Risk Değerlendirme Kontrol Listesi”,
- Orman Satış İstif Yerlerinde Boşaltma, Yükleme ve İstifleme Risk Değerlendirme Kontrol Listesi”,
- “Kurumsal Risk Yönetimi Yönergesi”,
- “İş Sağlığı ve Güvenliği İç Yönergesi”,
- “İş Kanununa İlişkin Çalışma Süreleri Yönetmeliği”,
- “İş Kanununa İlişkin Fazla Çalışma ve Fazla Sürelerle Çalışma Yönetmeliği”,
- “Kadın Çalışanların Gece Postalarında Çalıştırılma Koşulları Hakkında Yönetmelik”

çalışmalarını gerçekleştirmiştir Ancak Orman yangınları konusu

“tehlikeli” sınıfta yer almaktadır. Oysa “çok tehlikeli” sınıfta yer alması gerekli olduğu düşünülmektedir.

OGM açısından da yapılmış olan sınıflandırmanın güncel yaşam koşullarında çok geçerli olduğu düşünülmemektedir. Bu amaçla da tekrar gözden geçirilmelidir. OGM tehlike sınıflarının oluşturulması ve üretim işlerinin “vahidi fiyatla” yaptırılmasına bağlı olarak kurumsal kimliğinden sorumluluğu çalışanlara aktarmış görülmektedir. Pratikte, iş sağlığı ve güvenliği konusunda özellikle üretim işlerinde çalışanlar haftada veya on beş günde bir orman muhafaza memurlarınca kontrol edilmektedir. Ancak bu kontroller sadece çalışan işçilere dosya imzalatmak ve yasal gerekliliğin yerini bulması amaçlı bir uygulamadır. Ciddi kontroller ve kontroller sonucu yaptırım uygulanması gibi bir süreç işletilmemektedir. OGM orman üretim işlerinde çalışan işçiler için yasal sorumluluk almaktan kaçınmamalıdır. Tam tersi daha ciddi yasal sorumluluklar üstlenerek iş kazalarının önlenmesinde aktif olmalıdır.

Ormancılık sektöründe özellikle odun hammaddesi üretimi alanında iş kazalarına yönelik istatistikler incelendiğinde; yukarıda da belirtildiği gibi, odun hammaddesi üretiminde çalışanların çoğunlukla kooperatifler aracılığı ile ve/veya kendi hesabına çalışanlar olması nedenleriyle yaşanan iş kazalarının istatistiklere yansımalarında sorunlar ortaya çıkmaktadır. İstatistikler sigortalı çalışanların sayıları baz alınarak verilmektedir. Bu nedenle de gerçek değerler, orman işçileriyle ilgili sendikaların araştırmalarından ve/veya yörelerdeki Orman Bölge Müdürlüklerine bağlı Orman İşletmelerinden soruşturulması yoluyla elde edilebilecektir.

İş sağlığı ve güvenliğinin ormancılık sektöründeki odun hammaddesi üretimi aşamalarına yönelik çalışmalarda risk gruplarına göre yaşanan olaylar ile risk değerlendirme yaklaşımlarının yapıldığı görülmektedir. Ancak tüm uluslararası ve ulusal çalışmalar iş kazaları meydana geldikten sonraki durumların istatistikler ve verilerin analizlerinin yansıtılmasını içermektedir.

- İş kazalarının oluşma nedenlerinin “*Vaka Analizleri*” yoluyla (hafif ve ağır yaralanmalar, uzuv kayıpları ile ölümlle sonuçlanan iş kazalarının) belirlenerek “*Olay Gelişim Süreçlerinin*” ortaya konması ve ilgi ve çıkar gruplarının “*Güvenli Davranış Modelleri*” yaklaşımlarının belirlenmesi,

- Odun hammaddesi üretim sürecinde hasar oluşumuna etki eden faktörlerin (Hasar Analizi ve Hasar Oluşumundaki Kritik Kontrol Noktalarının Belirlenmesi vb.) belirlenmesi, veri madenciliği sınıflayıcı modellerden; Karar Ağacı teknikleri “*Karar Ağacı Analizi*” (C5.0, C&RT, Chaid, Quest, J48, Decision Stump, Hoeffding Tree, LMT, Random Forest, Random Tree ve RepTree algoritmaları vb. algoritmalar) ve farklı makine

öğrenimi programları (IBM SPSS Modeller, Knime, R, Matlab, Python ve Weka) ile analiz ederek, model karşılaştırılmalarının yapılması yoluyla ile **“Hasar Kontrol Planının”** oluşturulması,

- Ormandan odun hammaddesi üretim süreçlerinde yaşanan iş kazası vakalarına yönelik verilerle; bu alandaki tüm süreçlerde çalışanların (Orman Muhafaza Memurları ve Orman İşletme Şefleri) risk algı ile duyarlılıklarının ölçülmesi, risk modellerinin kurulması ve karşılaştırılmasıyla risklere neden olan etkenler ve iş kazaları olasılıklarını belirlenmesi ve böylece gelecekte meydana gelebilecek iş kazası sayı ve oranların saptanarak iş kazalarının oluşmasını en az düzeye indirgeyecek önlemlerin oluşturulması,

- İş kazası sonrası ortaya çıkan iş kazası şekline göre; alanda, ormanda yapılması gereken ilk yardım müdahale şekillerinin ilgi ve çıkar gruplarına (Orman İşçileri, Orman Muhafaza Memurları ve Orman İşletme Şefleri) uygulamalı eğitimlerle gösterilmesi,

konuları öncelikle ele alınarak zaman kaybetmeden yaşama geçirilmelidir.

İş sağlığı ve güvenliği konusunun en önemli unsuru reaktif yaklaşımlar değil proaktif yaklaşımların yer almasıdır. Başka bir ifade ile herhangi bir iş kazası oluşmadan önce belirlenen risk durumlarına göre alınması gereken önlemlerin saptanmasıdır. Fakat ülkemizdeki iş kollarında da olduğu gibi ormancılık alanındaki odun hammaddesi üretiminde de riskler belirlenmiş olmasına rağmen, halen iş kazaları sürmektedir. Meydana gelen iş kazalarından hareket edilerek kaza olma alanlarının bilimsel çalışmayla (veri madenciliği ve risk modelleri) ortaya konulması gerekmektedir. Böylece odun hammaddesi üretiminde ortaya çıkacak kazaların hangi aşamada gerçekleşeceği belirlenmiş olacaktır. Belirlenen iş kazasının önlenmesi için alanda uygulanması gereken iş sağlığı ve güvenliği önlemleri ve kontrol sistemine yönelik oluşturulacak politikalar sonucu çıktı olarak ortaya konulacaktır.

Orman alanlarıyla iç içe yaşayan orman köylüsünü orman yangınları oldukça yakından etkilemektedir. Konutların güvenliği, can ve mal kayıpları orman köylüsünün son yıllarda karşı karşıya kaldıkları önemli sorunlar haline gelmiştir. Türkiye Ormancılar Derneği tarafından Büyükşehir Belediyeleri ile ortaklaşa oluşturulmaya çalışılan orman yangınları açısından orman köylülerinin bilinçlendirilmesi konusu da iş sağlığı ve güvenliği kapsamında önemle üzerinde durulması gereken bir konudur.

Orman yangınlarının orman köylerini tehdit etmesi durumu düşünülerek **“Acil Eylem”** planlarının yapılması gerekmektedir. Bu planlamalar kapsamında köyün tahliyesi tüm unsurlarıyla birlikte irdelenmeli ve

planlamalar “**Köy Tahliye**” uygulamalarıyla yaşama geçirilmelidir. Tüm tahliye süreci kameralarla izlenmelidir. Tahliye sürecinde yaşananlar köylü ile izlenerek ders çıkarımları ve doğru uygulama yönünde bilinçlendirme çalışmaları gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Acar., H., Şentürk, N., 1999;** Artvin Yöresindeki Orman İşçilerinde İşçi Sağlığı Üzerine Bir Araştırma, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt: 1, İstanbul.
- Acar, H.H., Eroğlu, H. ve Eker, M., 2002a;** Ormancılıkta Odun Üretimi ve Fidanlık-Ağaçlandırma İşçilerinin Çalışma Sırasındaki Tansiyon ve Nabız Değişimleri Üzerine Bir Araştırma, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 15-18 Mayıs, Bildiriler Kitabı, I., 365-374, Artvin.
- Acar, H., H., Topalak, Ö. ve Eroğlu, H., 2002b;** Ormancılığımızda kullanılması gereken koruyucu elbise ve ekipmanların Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) standartları açısından değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, (A1), 121-133.
- Acar H., H. ve Eroğlu H. 2001;** Orman Yolları Üzerinde Odun Hammaddesi Nakliyatının Planlanması. Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1; 61-66.
- Adams G., Armstrong H., 2018;** Cosman M. Independent Forestry Safety Review—An Agenda for Change in the Forestry Sector.
- Anonim, 1996;** Orman Genel Müdürlüğü için Türk Standartları Enstitüsü TS2378 nolu Ster İstif yapma Ölçme Standardı, Ankara.
- Anonim, 2004;** 13 Nisan 2004 tarih ve 25432 sayılı Resmî Gazetede
- Anonim, 2016;** Orman İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği, Çalışma ve sosyal Güvenlik Bakanlığı, Genel Yayın No: 49, ISBN 978-975-455-256-0, Ankara
- Anonim, 2017;** 27.02.2017 tarih ve 29992 (mükerrer) sayılı Resmî Gazetede
- Anonim, 2021;** S.S. Türkiye Ormancılık Kooperatifleri Merkez Birliği (ORKOOP), Ankara.
- Barlas B., 2012;** Occupational fatalities in shipyards: An analysis in Turkey. *Brodogradnja*. **63**:35–41.
- Bell, J.L. 2002;** Changes in Logging Injury Rates Associated with Use of Feller-Bunchers in West Virginia, Journal of Safety Research, Vol:33, s.463-471.
- Bozkurt., A. 2017;** Ormancılık Çalışmalarında İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları (Karabük Orman İşletme Müdürlüğü Örneği), Yüksek lisans Tezi, Bartın.
- Coşgun, U., 2022;** “İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Orman Yangınları”, Geleceğini Korumak İçin Sadece Ağaçlar Değil. Editör: Ali Kavgacı. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını 96 s., Ankara.
- DPT, 2001;** Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Yayın No DPT:2531 –ÖİK:547, Ankara.

- Eker, M., Eroğlu, H. ve Acar, H.H., 2003;** An Ergonomics Checklist on The Analysis of Occupational Accident Risk Factors High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain, October 5-9, Schlaegl – Austria.
- Enez, K., 2008;** Ormancılık Üretim İşçiliğinde Antropometrik Verilerin ve Çalışma Duruşlarının Kaza Risk Faktörleri Olarak Değerlendirilmesi Doktora Tezi, s.15-18.
- Engür, M.O., 1995;** Türkiye Ormancılığında Ergonomik İyileştirmelere Yönelik Model Yaklaşım, Beşinci Ergonomi Kongresi Ergonomi ve Toplam Kalite Yönetimi, MPM Yayın No:570, 146-153, İstanbul.
- Engür, M.O., Enez, K. ve Acar, H.H., 2007;** Evaluation of Training and Education Projects for Safety and Health of Logging Workers in Turkey, International Conference on Safety and Health in Forestry, Proceedings, info@safety-forestry-2007.net, 23-25 May, 7, Annecy / France-Louvanne / Switzerland.
- Engür, M.O., 2014;** Orman Üretimde Çalışanların Eğitimi Ağaç Kesme ve Boylam Operatörü Kitapçığı, s.353.
- Erdaş, O. ve Acar, H. H., 1995;** Doğu Karadeniz Bölgesi Orman İşçilerinde İşçi Sağlığı, Beşinci Ergonomi Kongresi, MPM Yayın No: 570, s.312-320.
- Ergül, M. 2006;** İş Güvenliği ve Risk Değerlendirme Uygulamaları, Bursa, Martı Ajans, ss.11
- Gandesecca, S., Acar H, H. ve Yoshimura T., 2001;** Occupational safety and health of forestry workers of cable harvesting in Turkey, New Trends In Wood Harvesting With Cable Systems For Sustainable forest Managements In the Mountains, 18-24 June, Ossiach, Austria, 289-299.
- Gümüş, S., Ünver O., ve Saliha H., 2020;** Analysis of work accidents in wood harvesting: a case study of the East Black Sea region. *Forestist*, 70(1), 1–7.
- Gümüş, S, Türk, Y.;2011;** Orman Yangın İşçilerinde İşçi Sağlığı ve Güvenlik Verilerinin Tespitine Yönelik Araştırma. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 7 (1), 1-9.
- Hoop, C. F. and Lefort, A. J., 2002;** Loggers and Bureaucrats: A Strategic Partnership Creates Better Accident Summaries and Safety Education, Proceeding of The International Seminar on New Roles of Plantation Forestry Requiring Appropriate Tending and Harvesting Operations, September 29-October 5, Tokyo, Japan, 376-384.
- ILO., 1991;** Ergonomic Checkpoints: Practical and Easy-to- Implement Solutions for Improving Safety, Health and Working Conditions. International Labour Office, Geneva.
- ILO, 2019;** Safety and health at the heart of the future of work: Building on 100 years of experience, International Labour Organisation (ILO), April 2019. https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_005161/lang--en/index.htm. Erişim Tarihi 03.03.2021.

- ILO, 2000;** Approach to labour inspector in forestry – problems and solutions. Sectoral Working Papers No:155, Geneva.
- Imatomi, Y., 2002;** A Study on Human Factors for Preventing Felling Work Accidents by Analysis of Near-Miss Incident, Proceeding of The International Seminar on New Roles of Plantation Forestry Requiring Appropriate Tending and Harvesting Operations, Seğtember 29-October 5, Japan, 338-344.
- Karaman, A., 1995;** Doğu Karadeniz Bölgesinde Odun Hammaddesi Üretimi İşçiliği, Problemler ve Ergonomik Yaklaşımlar, Beşinci Ergonomi Kongresi Ergonomi ve Toplam Kalite Yönetimi, MPM Yayın No:570, İstanbul, 293-304.
- Karaman, A., 1997;** Doğu Karadeniz Yöresinde Farklı Çalışma Koşullarında Kesim ve Sürütme İşlerinde İşgüçlüğü Kriterlerinin Araştırılması ve Verim Üzerine Etkisinin Belirlenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon, 221 s.
- Kirk, P.M., Parker, R.J., 1993;** The Impact of Spiked Boots on the Safety, Workload and Productivity of Breaking Out. LIRO Report, Yol. 18, No 3, New Zealand.
- Klen, T., 1986;** Occurrence of Accident Injuries Caused by the Chain Saw and the Use of Personal Protective Equipment in Logging. Proceedings of the FAO/ECE/ILO Seminar on Occupational Health and Rehabilitation of Forest Workers, Kuopio, Finland International Labor Office, Major Hazard Control – A Practice Manuel, Geneva, 1991
- Laarman, J., Virtanen, K., Jurvelius, M., 1981;** Choice of Technology in Forestry- A Philippine Case Study. International Labour Office, Geneva.
- Lee, J.W., Cho, K.H.and Kwon, K.V., 2002;** Accident in Forest Tending Projects in Korea, Proceeding of The International Seminar on New Roles of Plantation Forestry Requiring Appropriate Tending and Harvesting Operations, September 29-October 5, Tokyo, Japan. 385-391.
- Lira, J., and Leino-Arjas, P., 1999;** Predictors and Consequences of Unemployment in Construction and Forest Work During a 5-year Follow-up, Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, No:25, 1, 42-49.
- Önal, B., 2014;** VII. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansı, Bildiri Kitapçığı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İstanbul,49 s.
- Özden, S. Nayır, İ., Göl, C., Ediş, S., Yılmaz, H., 2011;** ‘Health problems and conditions of the forestry workers in Turkey’, African Journal of Agricultural Research, 6(27), pp. 5884–5890. doi: 10.5897/AJAR11.505.
- Özkılıç, Ö., 2005;** İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri Ve Risk Değerlendirme Metodolojileri, TISK, Ankara,
- Poschen, P., 1993;** Forestry, A Safe and Healthy Profession, Unasylva, Vol:44,

No: 1, Issue No: 172.

Rhee K.Y., Choe S.W., Kim Y.S., Koo K.H. 2013; The trend of occupational injuries in Korea from 2001 to 2010. *Saf. Health Work.* 2013; 4:63–70.

Lilley R., Feyer A.M., Kirk P.,2002; Gander P. A survey of forest workers in New Zealand – Do hours of work, rest, and recovery play a role in accidents and injury? *J. Saf. Res.* 2002; **33**:53–71. doi: 10.1016/S0022-4375(02)00003-8.

Sant'Anna, C.M. and Malinovski, J.R., 1999; Safety Evaluation of Chainsaw Operation in Clear-Cutting of Eucalyptus in Mountain Region, *Ciência Florestal, Santa Maria, 9, 2, 75-84.*

Sayın, S., Güney, C. O., Sarı, A.,2014; Orman Yangınlarında İş Sağlığı ve Güvenliği, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 15: 168-175, Isparta*

Şenyurt A., Eker M., Çoban H. O., 2015; Ormancılık Üretim İşlerinde İş Güvenliği Önlemlerinin Değerlendirilmesi. 21. Ulusal Ergonomi Kongresi, Ekim 2-4, 79.

Tunay, M., 2016; Ormancılık İş Bilgisi, *Bartın Üniversitesi Yayınları No:27.*

Wasterlund, D.S. and Kufakwandi. F., 1993; Improving Working Conditions in ZAFFICO, Zambia's Parastatal Forest Industry, *Unasyuva, Vol:44, No: 1, Issue No: 172.*

URL-1: (<https://www.tarimorman-is.org/haber-detay.asp?idsi=790>, erişim tarihi; 1. 07.2021).

URL-2: (http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari, erişim tarihi; 1. 07.2021).

BÖLÜM 9

İKLİM DEĞİŞİMİ İLE TOPRAK ORGANİK MADDESİ VE TOPRAK SAĞLIĞI ARASINDAKİ İLİŞKİLER

İlyas BOLAT¹, Kamil ÇAKIROĞLU²

1 Doç. Dr., Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlimi ve Ekolojisi ABD, Bartın, ORCID ID: 0000-0002-5354-2968
2 Arş. Gör., Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlimi ve Ekolojisi ABD, Bartın, ORCID ID: 0000-0001-9057-1576

1. İKLİM DEĞİŞİMİ

Küresel ısınma ve buna bağlı olarak meydana gelen küresel iklim değişimi, somut olarak tarafımızdan algılanmamış olsa bile, belirtileri gözle görülebilir hale gelmiştir. Binlerce, hatta milyonlarca insanın yaşamını etkileyen sel afetleri, açlık ve ölümlere neden olan kuraklıklar, “yanmaz” diye bilinen tropikal ormanlarda, uzaktan bile görülebilen dev orman yangınları, hiçbir devride görülemeyecek kadar kısa dönemlerde meydana gelen buzul erimeleri, şiddeti ve sayısı gittikçe artan fırtına ve tayfunlar, bu ekolojik sürecin cereyan ettiğini kanıtlayan sadece birkaç örnektir. Çok genel bir yaklaşımla, nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler “*iklim değişimi*” olarak tanımlanır. Öte yandan bazı kaynaklarda ifade edildiği üzere; küresel ısınma sonucunda, diğer iklim öğelerinin de (hava hareketleri, yağışlar, nemlilik, vb.) etkilenerek, dünya ikliminin uzun jeolojik devirlerdekinin aksine, son 15–20 yıl gibi çok kısa bir dönemde hızla değişmesini ifade eden kavram “*küresel iklim değişimi*”dir. Bu tanıma dikkat edilirse sıcaklık artışı ile birlikte, yukarıda sayılan diğer iklim öğelerinin de tüm karalar ve sular dünyasında dramatik bir şekilde değişimi anlamını taşımaktadır. İklim değişikliği, konunun bilimsel ve teknik özellikleri dikkate alınarak, iklimin ortalama durumunda ya da onun değişkenliğinde onlarca ya da daha uzun yıllar boyunca süren istatistiksel olarak anlamlı değişimler olarak da tanımlanabilir. O yüzden iklim değişikliğinin hızı son 150 yılda çok hızlı bir şekilde artış göstermiştir. İklim değişikliği doğal iç süreçler ve dış zorlama etmenleri ile atmosferin bileşimindeki ya da arazi kullanımındaki sürekli antropojen (insan kaynaklı) değişiklikler nedeniyle oluşabilir. İklim değişikliğinin potansiyel “iç” nedenleri, atmosferin bileşimindeki ve yerkürenin yüzey özelliklerindeki doğal ya da insan kaynaklı önemli değişiklikleri içerir. Örneğin, insan etkileri sonucunda atmosfere salınan sera gazları ve aerosol’ler ile volkanik püskürmeler, etki süreleri değişmekle birlikte, iklim değişikliklerine neden olabilecek başlıca içsel süreç ve etmenlerdir. Dış süreç ve etmenlerin neden olduğu değişiklikler ise, iklim sisteminin dışında gelişir. İklim değişikliğinin potansiyel “dış” nedenleri, temel olarak Yerküre’nin katı kabuğunda (litosferdeki) levha hareketlerini, Güneş etkinliklerindeki ve Yerküre ile Güneş arasındaki atmosferik ilişkilerdeki değişiklikleri içerir (Çepel, 2003; Türkeş, 2010).

Küresel iklim değişiminin yaratacağı ekolojik sorunların neler olabileceği bilimsel verilere dayanarak kısaca şu şekilde açıklanmaktadır (Çepel, 2003):

1. Sıcaklık arttıkça büyük su yüzeylerindeki buharlaşmada artacaktır. Bunun sonucunda da bu yüzeylere yakın yerlerde yağış miktarları ve iklimde nemlilik derecesi yükselecektir. Kapalı havzalarda ve merkezi kara-

sal bölgelerde ise kuraklık ve çölleşme olayları cereyan edecektir. Yer altı su rezervleri de azalacaktır.

2. Sıcaklığın yükselmesi sonucunda, kutuplar ve yüksek dağlardaki buzullar eriyerek denizler, göller ve akarsulardaki su düzeyleri yükselecektir. Bunun sonucunda da denizlere yakın kıyı şeritleri ve akarsuların kıyılarındaki araziler sular altında kalacaktır.

3. Dengesiz küresel ısınmalar kasırga oluşumunu hem sayı, hem de şiddet bakımından artıracak ve bundan büyük zararlar meydana gelecektir.

4. İklim değişimiyle su ve kara yetiştirme ortamlarındaki hayvansal ve bitkisel canlıların, tür bileşimi ve biyolojik çeşitliliği de değişmektedir. Bu, bölgedeki ekolojik koşulların değişimine uyamayan canlıların göçe zorlanması veya ölmeleriyle gerçekleşmektedir.

5. Küresel iklimin değişimiyle Sibiryaya ve Kanada'daki tundra toprakları çözünerek, bu buzlu toprakların çözülmesi sonucunda da büyük bataklıklar meydana gelecek, buralarda bataklık gazı metan (CH_4) oluşacak ve kütle halinde atmosfere karışacak bu sera gazı, küresel ısınmayı artıracaktır.

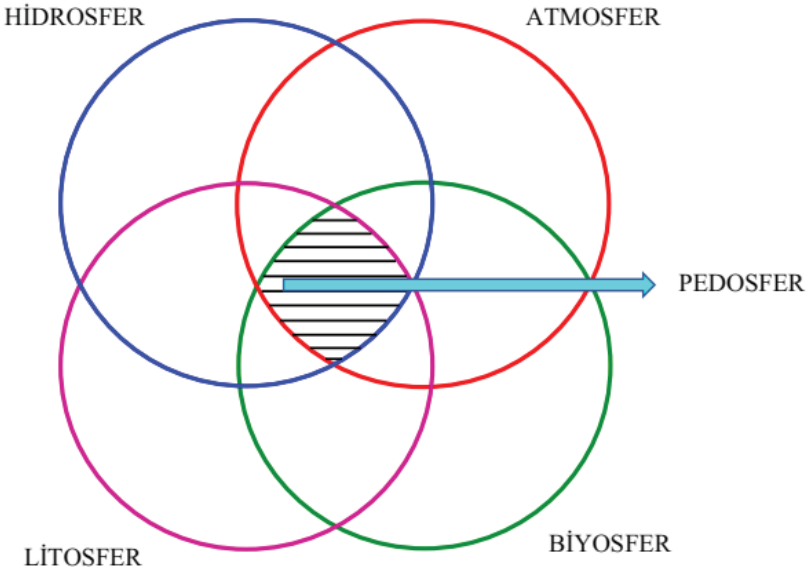
Son zamanlarda yapılan çalışmalarda (Sharma vd., 2021) iklim değişikliği, gıda üretimini (tarımsal etki) ve deniz suyu seviye artışını (sel baskınlarına neden olan) doğrudan etkileyen hava olaylarındaki bir değişiklik veya kayma/sapma olarak tanımlanmaktadır. Yapılan bu çalışmaya göre iklim değişikliği, küresel ısınmadan (sera gazlarına bağlı olarak sıcaklıktaki artış) farklıdır. İklim değişikliği, potansiyel etkisini hemen hemen her şey üzerinde gösterebilir. BM'ye göre, bu etkiler arasında kutuplardaki buzulların erimesiyle deniz buzu kaybı, deniz seviyesinde yükselme (2100'de yaklaşık 0.5–2.5 metre), yoğun ısı dalgaları, yağış rejiminde değişimler, daha güçlü ve etkili kasırgalar ve daha fazla sayıda olan yaz kuraklığı (yazlar artık her zamankinden daha uzun olduğundan) sayılabilir. Ayrıca Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) son raporuna göre, 1980 ile 1999 yılları arasındaki sıcaklık artışının 1.8–4.0 °C olduğu ve 2090 ile 2099 yılları arasında ise 1.1–6.4 °C civarında olacağını tahmin edilmektedir. Dolayısıyla önümüzdeki yüzyılda, sera gazları (antropojenik faaliyetler tarafından üretilen) nedeniyle sıcaklığın artacağı Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından tahmin edilmektedir (Solomon vd., 2007). Bu durumda kesinlikle iklim değişiklikleri ile birlikte, toprak da dahil olmak üzere çevrede değişiklikler olacaktır (Brevik, 2012). Örneğin önemli bir olay olan toprak erozyonu, iklim değişikliklerine tepki olarak daha şiddetli meydana gelebilir. Gerçekleşen erozyon ile toprağın kalitesi bozulur. Bilindiği üzere toprak kalitesinin ekosistem hizmetlerinde (bitki yetiştiriciliği, su depolama özelliği, besin döngüsü,

biyoyakıtlar vb.) etkileri vardır ve aynı zamanda gıda güvenliğini de etkiler. Bu nedenle, yağış rejimi veya mevsimsel sıcaklık değişimi, toprağın hidro-fiziksel özelliklerini büyük ölçüde etkiler. Bu özelliklerde meydana gelen değişiklikler, belirli bir alanın çevresel ve ekonomik gelişimini nihai olarak etkileyebilecek olan toprak suyu rejimini etkiler. Bu konuda başka bir örnek daha verilebilir. Mesela iklim elamanlarından biri olan sıcaklıkta meydana gelebilecek bir değişim, tarımı doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen küresel ısınmaya neden olacaktır. Bu durum, gıda üretiminde azalmaya yol açabilir. Dolayısıyla herhangi bir iklim değişikliği, doğal ekolojik sistemlerin kompozisyonu ve verimliliğini bozarak, nihayetinde toprak kalitesini değiştirecek ve insan yaşamını etkileyecektir (Bolat vd., 2018; Öztürk vd., 2018; Shourie ve Singh, 2021).

2. İKLİM DEĞİŞİMİ İLE TOPRAK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

2.1 İklim Değişimi ile Toprağın Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Toprak diğer bir adı ile “*pedosfer*”, iklim ile farklı türdeki kayalar, tortullar, organik maddeler, yeryüzü şekli ve canlı organizmalar arasındaki etkileşimlerin bir sonucu olarak belirli bir zaman içerisinde meydana gelen karmaşık bir ekolojik sistemdir. Bu durumda toprak, dört büyük sistemin (hidrosfer, atmosfer, biyosfer ve litosfer) ortaklaşa oluşturduğu doğal bir ünedir (Şekil 1). 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 maddelerin kaynağı ise “litosfer” olarak isimlendirilen katı yer kabuğudur. Toprak, açık bir sistem olarak kabul edilmektedir. Çünkü toprak bir kez oluşuktan sonra onu meydana getiren faktörler ile etkileşime girmeye devam eder. O yüzden, toprak ile atmosfer, litosfer, hidrosfer ve biyosfer sistemleri arasında sürekli olarak devam eden madde ve enerji alışverişini gözlemlemek ve ölçmek mümkündür (Nunes, 2020; Bolat, 2021).



Şekil 1. Pedosfer (taralı alan) adı verilen toprak dünyasını oluşturan büyük ekosistemler (Çepel, 1996'den değiştirilerek).

Toprak, açık bir sistem olmasının yanı sıra, farklı mineral ve organik maddeler, çözülmüş iyonlar ve gazlar gibi çok sayıda bileşeni/parçayı da içerisinde barındırır. Bu bileşenler, birbirleriyle ve kendilerini saran/çevreleyen çevre ile genellikle doğrusal olmayan ve karmaşık bir şekilde etkileşime girer. İşte toprak bileşenlerinin bu etkileşimleri, yalnızca kendi dinamik dengesi için değil, aynı zamanda diğer karasal sistemler için de önemli olan kendi kendini düzenleme yeteneğinden sorumludur. Üstelik toprak sisteminin, bileşenleri arasındaki etkileşimler yoluyla kendi kendini oluşturma/meydana getirme kapasitesine sahip olmasından dolayı “*otopoietik*” olduğu bile söylenebilir. (Nunes, 2020). Sombroek ve Sims'e (FAO, 1995) göre toprak şu fonksiyonları/görevleri yerine getirmektedir: üretim fonksiyonu; biyotik çevre fonksiyonu; iklim düzenleyici fonksiyonu; hidrolojik fonksiyon; depolama fonksiyonu; atık ve kirlilik kontrol fonksiyonu; yaşam alanı fonksiyonu; arşiv veya miras fonksiyonu ve bağlantı alanı fonksiyonu. Bununla birlikte bahsedilen bu fonksiyonlar sınırlıdır ve ancak toprak özellikleri ve doğal denge korunduğu sürece etkin kalmaya devam edecektir.

Toprak, biyosferin önemli bir parçası ve atmosfer, hidrosfer ve litosfer sistemleriyle ara yüzlere sahip olmasından dolayı kesintisiz madde ve enerji alışverişi sağlar. Bu konuda toprağın atmosferik karbonu tutmadaki görevi/işlevi örnek olarak verilebilir (Jastrow et vd., 2007; Fornara ve Til-

man, 2012). Toprağın kesintisiz madde ve enerji alışverişi sağlayan işlevi, sadece iklimi değil, tarımsal verimlilik ve küresel gıda güvenliği üzerinde olası olumlu etkileriyle birlikte, aynı zamanda yüzey ve yeraltı sularının dinamiklerini, litosferi ve biyosferin kendisini de etkilemektedir (Lal, 2010; McBratney vd., 2014.).

Küresel ısınma, yalnızca sıcaklıktaki artışı değil, aynı zamanda çeşitli çevresel değişkenlerdeki bir dizi değişikliği içeren bir olgudur. Bu değişikliklerin çoğu hava ortamında meydana gelir ve bitkilerin sürgün sistemi büyük strese maruz kalır. Bununla birlikte toprakta sıcaklık, nem ve gaz konsantrasyonlarındaki dalgalanmalar da fiziksel ve kimyasal özelliklerde değişikliklere neden olur (Karmakar vd., 2016), bu da bitki köklerinin büyümesi ile fonksiyonuna ve dolayısıyla toprağın biyotasına müdahale edebilir (Carrenho, vd., 2020). Küresel ısınmanın kıta yüzeyinin sıcaklığı üzerindeki etkilerine ilişkin asıl çalışmalar, buzla kaplı alanları, bu alanlardaki buzların çözülmesi ve sonuçlarını araştıran çalışmalardır. Çünkü Kuzey Kutbu'nun donmuş toprağında (permafrost) depolanan karbonun CO₂ ve CH₄ şeklinde atmosfere geri dönmesini sağlayan bu çözülme küresel ısınma sorununu artırmaktadır (Carrenho vd., 2020). Toprağın donmadığı bölgelerde, atmosferik sıcaklık artışı toprağı bitki örtüsünün varlığı ve türü, organik maddenin miktarı, toprağın tekstürü ve nemi gibi çeşitli faktörlere göre farklı şekilde etkilemektedir. Dolayısıyla toprağın yüzey tabaka (üst toprak) sıcaklığı atmosfer sıcaklığından etkilenmektedir (Jacobs vd., 2011; Carrenho, vd., 2020).

Toprak sıcaklığı doğrudan güneş radyasyonu ile bağlantılıdır. Hava sıcaklığındaki artış doğrudan toprak sıcaklığını arttırdığından, hava sıcaklığı ile toprak sıcaklığı arasında güçlü bir ilişki vardır. Toprakta meydana gelen gaz ve suyun hareketi yoluyla gerçekleşen buharlaşma sürecinde ısı iletimi meydana gelir. Atmosferik sıcaklığın toprak üzerindeki etkisi, esas olarak toprakta bulunan organik maddenin ayrışmasına olan etkisi ile ortaya çıkar. Ayrıca toprak sıcaklığı mikrobiyal aktivite, nitrifikasyon oranı ve kimyasal tepkimeleri hızlandırması nedeniyle minerallerin kimyasal aşınması/parçalanması gibi toprak içerisinde gerçekleşen süreçleri iyileştirir. Öte yandan daha yüksek sıcaklık, topraktan su kaybına neden olan yüksek buharlaşma hızına neden olur. Toprak neminin asıl kaynağı yağışlardır. Bununla birlikte toprak nem içeriğindeki değişiklikler yağışa, topraktaki yeraltı suyuna ve buharlaşma, terleme ve yüzeysel akış yoluyla topraktan meydana gelen su tüketimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle, toprak nemi esas olarak iklim tarafından belirlenir ve üstelik nem gibi diğer birkaç faktör iklime, bitki örtüsü türüne, insan faaliyetlerine ve mevsimlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İklim değişikliği sonucunda meydana gelen ani ve şiddetli yağın yağışlar neticesinde toprak nemi bundan hızla etkilenir, dolayısıyla

toprak neminde artış ve azalışların olacağı dalgalanmalar gözlemlenebilir. Toprak strüktürü, organik madde, ayrışma ve kil minerallerin dönüşümü esas olarak toprak nem içeriğindeki değişimden etkilenir. İklim faktörleri toprağı ve toprağın içerisinde gerçekleşen birçok olayı doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Örneğin topraktaki minerallerin ve karbonun en önemli kaynağı durumundan olan organik maddenin ayrışması başta toprak canlılarına bağılı olmakla birlikte daha sonra iklime (yağış ve sıcaklık) bağılıdır. Zira farklı fizyolojilere, sıcaklık isteklerine ve büyüme hızlarına sahip olmalarından dolayı toprakta yaşayan canlıların yaşamı iklim değışikliklerine karşı son derece hassastır. Örneğin sıcaklık ve nem, toprak kalitesinin iyileşmesine yol açan mikrobiyal büyümeyle bağılantılı iki en önemli faktördür; küresel ısınmanın toprak sıcaklığı üzerinde tesiri vardır ve nem de mikrobiyal yaşamı etkiler. Şöyle ki; iklim değışiklikleri, metanojen bakteri gruplarında belirli mikrobiyal fonksiyonları etkileyen sıcaklık ve nemi etkiler. Sıcaklık ve nemde olan değışiklik mikrobiyal büyümeyi etkiler. Bunun sonucunda toprakta meydana gelen mikrobiyal ayrışmada ve toprak kalitesinde değışikliğe neden olacak mikrobiyal ekosistemdeki değışiklik meydana gelir (Öztürk ve Bolat, 2014; Whitaker vd., 2014; Shourie ve Singh, 2021).

Toprağın özellikleri fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri kapsamaktadır. Toprağın fiziksel özellikleri, daha çok havanın ve suyun toprak içerisinde hareketiyle ilgili bilgileri verir (ayrıca çimlenmeyi, kök büyümesini ve toprak erozyonu süreçlerini etkileyen koşullarla birlikte). Bu fiziksel özellikler, toprağın kimyasal ve biyolojik özellikleriyle doğrudan bağılantılıdır ve iklim koşullarından, arazinin konumundan ve arazi kullanım biçiminden etkilenebilmektedir. İklim, toprak strüktürü (toprağın iç yapısı), suyun infiltrasyonu, toprağın hacim ağırlığı, köklenme derinliği ve yüzey örtüsü (tek veya çok yıllık vajetasyon, ham, çürüntülü ve mor humus tipleri) gibi toprağına ait fiziksel özellikleri etkileyebilir. Toprağın kimyasal özellikleri arasında toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik, katyon tutma ve katyon değışim kapasitesi ile alınabilir bitki besin maddeleri yer almaktadır. Bu kimyasal özelliklerden toprağın pH'ı, diğerlerine göre en önemli toprak sağlığı göstergesidir ve ayrışma süresinden, bitki örtüsünden ve iklimden etkilenmektedir. Öte yandan toprağın biyolojik ve kimyasal fonksiyonlarındaki (asitlenme, tuzlanma, ürün verimi, biyolojik aktivite ile birlikte, bitki besin maddesi alınabilirliği) değışimin tanımlanmasına yardımcı olur. Toprak sağlığı değerlendirmesi çoğunlukla biyolojik özelliklere dayanmaktadır. Bu bağlamda toprak biyotası, toprak organik maddesini, toprak karbonunu, toprağın ince fraksiyonunu (kil) ve makro-organik maddeyi, potansiyel C ve N mineralizasyonunu, toprak solunumunu, toprak mikrobiyal biyokütlesini ve enzimatik aktiviteyi içermektedir. İşte bu toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri toprak sağlığı göstergeleri olarak işlev görmektedir. Çok doğal olarak bahsedilen

özellikler iklim ve çevredeki değişikliklerden etkilenebilmektedir (Allen vd., 2011; Bolat, 2019; Bolat, 2021; Sharma vd., 2021).

Yapılan bazı çalışmalarda, iklim değişikliğinin toprağın aşağıda belirtilen fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerinde etkisinin olabileceği ifade edilmektedir (Sharma vd., 2021; Tripathi vd., 2021):

A). İklim Değişikliğinin Toprağın Fiziksel Özelliklerine Etkisi

1. Toprak strüktürü
2. Toprağın infiltrasyon kapasitesi
3. Toprağın hacim ağırlığı
4. Toprak derinliği (köklenme derinliği)
5. Toprağın üst kısmı (toprağın yüzey örtüsü)
6. Toprak sıcaklığı
7. Toprak nemi

B). İklim Değişikliğinin Toprağın Kimyasal Özelliklerine Etkisi

1. Toprak reaksiyonu (pH)
2. Elektriksel iletkenlik (Elektriki iletkenlik)
3. Toprağın katyon tutma ve değişim kapasitesi
4. Bitkilerin bitki besin maddelerini alabilirliği

C). İklim Değişikliğinin Toprağın Biyolojik Özelliklerine Etkisi

1. Toprak organik maddesi
2. Organik karbon
3. Toprak florası ve faunası
4. Toprak solunumu
5. Toprak mikrobiyal biyokütlesi
6. Toprak mikrobiyal ve metabolik katsayı
7. Toprağın enzimatik aktivitesi

Yukarıda ifade edilenlere ilaveten burada iklim değişikliğine bağlı toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde meydana gelen değişiklikler hakkında kısa bilgiler verilecektir. Daha önce ifade edildiği üzere iklim değişikliğinin sonucu, küresel atmosferik sıcaklığın giderek artış göstermesi ve yağış rejiminde gözlemlenen fark edilebilir değişikliktir. Meydana gelen bu değişiklikten ekosistemdeki karbon, azot ve su döngüleri ister istemez etkilenecektir. Hatta iklim değişikliği ile birlikte, sıcaklık ve

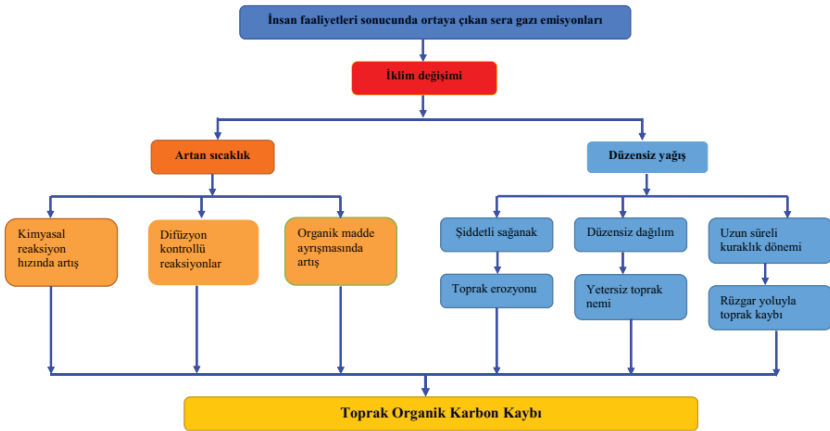
su topraktaki kimyasal değişikliklere neden olacağından, toprağın kimyasal özelliklerinde de bir değişiklik olacaktır. Bununla birlikte iklim değişikliğinin toprakta meydana gelen ayrışma ve yıkanma süreçleri üzerinde de ciddi bir etkisinin olacağı aşikârdır. Nitekim hava sıcaklığındaki artışla birlikte toprak CO₂ emisyonunun arttığı çeşitli çalışmalardan açıkça görülmektedir. Artan CO₂ ve sıcaklık, gözenek boyutu dağılımında farklılıklara neden olur ve kök gelişimini ve kök çevresindeki biyolojik aktiviteyi değiştirir. Zira kök ve toprak enzimatik aktivitelerinin gelişimi birbirleriyle yakından ilişkilidir ve her ikisi de gözenek büyüklüğüne ve dağılımına bağlıdır. Üstelik hava sıcaklığına bağlı olarak artış gösteren toprak sıcaklıkları, iklim değişikliğine göre değişebilen herhangi bir alanın bitki örtüsü türünü de etkiler. Bilindiği üzere toprak strüktürü topraktaki su ve hava miktarını kontrol etmektedir. Strüktür temel olarak gazların, suyun, kirleticilerin, besinlerin vb. hareketi ile ilişkili olan bir toprak özelliği olmakla birlikte, bitki büyümesini, faunayı ve ürün verimliliğini vb. doğrudan etkilemektedir. Bununla beraber değişen iklim toprak strüktürünü, toprağın dayanıklılığını ve sıkışmasını etkilemekle birlikte, toprak organik maddesinin ayrışmasını kolaylaştırarak ya da hızlandırarak daha fazla CO₂'in topraktan kaybına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak ise toprak strüktürünün kötüleşmeye başlamasının yolu açılmış olacaktır. Bozulan toprak strüktürü ile hızlanacak olan toprak erozyonu nedeniyle toprak organik karbon havuzundaki azalma daha da şiddetlenecektir. Dikkat edildiği üzere toprak strüktürü, topraktaki organik karbon durumundan kuvvetli bir şekilde etkilenmektedir. Bu nedenle, topraktaki organik madde azalışına yol açan herhangi bir uygulama, toprak agregat stabilitesinde ve infiltrasyonda bir azalışa yol açarken, toprağın sıkışmasına ve yüzeysel akışın artışına sebebiyet verecektir. Ancak atmosferik sıcaklık ve yağıştaki artış, toprakta mineralleşmeyi ve ayrışmayı (mikrobiyal aktivite) artırır. Dolayısıyla biyokütle birikimine ve topraktaki karbon ve azot (C/N) oranının azalmasına neden olur. Sonuçta atmosferik sıcaklığın yükselmesi, toprak organik bileşeninin tükenmesine neden olur. Değişen iklim koşulları altında, mineralize olabilen organik madde indikatör görevi görmektedir ve besin dinamiklerini etkilemektedir. Bilindiği üzere toprak, ekosistemin karbon, azot, fosfor ve kükürt döngüsünde önemli bir rol oynar. Aynı zamanda toprak, çok değerlikli iyonlar ve organik bileşiklerle de doludur. Bununla birlikte toprak, birçok mikroorganizma, flora, alg, mantar ve daha birçok canlıya barınak olurken onlara yaşam ortamı sağlar. Ancak bitkilerin, mikroorganizmaların ve faunanın büyümesi, toprağın dayanıklılığı/stabilitesi, su tutma kabiliyeti ve hidrolik özellikleri gibi toprak özelliklerini olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Bununla birlikte toprak organik maddesinin azalmasının toprak verimliliğini, toprağın biyoçeşitliliği ve su tutma kapasitesini azalttığı, buna karşılık ve erozyon riskini artırdığı gözlenmektedir. Öte yandan toprak organik maddesi, atmosferdeki CO₂'i emmeye ve küresel ısınmayı azaltmaya yardımcı olur. Ayrıca organik

madde su depolamaya yardımcı olurken, sel ve yüksek yağış riskini en aza indirir. Toprak reaksiyonu (pH), toprak sağlığı ve verimliliğinin bir göstergesidir. Sıcaklık, CO₂, yağış vb. iklimsel değişikliklere bağlı olarak pH'da hızlı değişimler meydana geldiğinden özellikle tarım toprakları üzerindeki etkisi çok daha erken gözlemlenebilir. Bu bağlamda toprak reaksiyonu, karbon ve diğer besin döngülerini ile suyun alınabilirliğini ve ayrıca toprak verimliliğini etkileyerek, nihayetinde tarımsal üretkenliği etkilemektedir. Dolayısıyla iklim değişikliğine bağlı olarak artan yağış, toprakta yıkanmayı şiddetlendirebilir ve toprak kimyasında meydana gelen değişiklikler de toprağın asitleşmesine katkıda bulunabilir. Öte yandan artan sıcaklıklar ve azalan yağışlar, iklim değişikliği senaryolarında toprak elektriksel iletkenliğini artırmaktadır. Elbette ki iklimde meydana gelen bu değişiklikten toprakta yaşayan canlılarında olumsuz etkileneceği de bildirilmektedir. Özellikle toprak mikroorganizmanın popülasyonu, yapısı ve bileşimi, beklenen aşırı sıcaklık değişiminden olumsuz bir şekilde etkilenecektir. Bu nedenle iklim çalışmalarında toprak mikrobiyal biyokütlesinin sıcaklık artışına bağlı olarak bir diğer ifade ile ısınma ile azalacağı bildirilmektedir. Bütün bunlara rağmen yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular, yüksek sıcaklıktan mantarların diğer mikroorganizmalara göre daha az zarar görebileceğini, yani yaşanabilecek bir sıcaklık artışı durumunda mantarların hayatta kalmalarının daha yüksek olduğunu göstermektedir (Weil ve Magdoff, 2004; Reth vd., 2005; Karmakar vd., 2016; Guo vd., 2019; Veni vd., 2020; Shourie ve Singh, 2021, Tripathi vd., 2021).

2.2 İklim Değişimi ile Toprak Organik Maddesi Arasındaki İlişki ve Karbon Depolama

Sera gazlarındaki muazzam artış nedeniyle, küresel sıcaklığın 21. yüzyılın sonuna kadar 2 °C–4 °C artması beklenmektedir (IPCC, 2014). Eğer sıcaklıktaki bu artış gerçekleşirse, şimdikinden daha kötü olacak durumlarla yüzleşmeye hazır olmalıyız. Topraktaki organik madde ayrışması sıcaklığa duyarlıdır. Bu bağlamda toprak organik C miktarının sıcaklık artışıyla azalacağı tahmin edilmektedir. Hatta bu azalışın sıcak ve soğuk iklim bölgeleri arasında bile farklı olabileceği vurgulanmaktadır. Örneğin yapılan bir çalışmada yıllık ortalama sıcaklığın 5 °C olduğu bölgelerde sıcaklıktaki 1 °C'lik bir artışla toprak organik C kaybının %10 olacağı, aynı sıcaklık artışının 30 °C'lik sıcaklığa sahip bir toprakta ise sadece %3'lük bir organik C kaybına yol açacağı bildirilmektedir. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak küresel ortalama sıcaklıkta bir artış ve yağışlarda değişkenlik ile düzensizlik beklenmektedir. Dolayısıyla toprak erozyonu, organik madde ayrışmasında artış, karbon (C) ve azot (N) dinamiklerinde meydana gelecek değişiklikler, tahminlere göre toprak biyolojik çeşitliliğinde gerçekleşecek azalma ve böylece bitki besin maddelerinin biyolojik kullanılabilirliğindeki değişim gibi sebeplerle toprakta organik karbon kaybı olacaktır (Şekil

2). İlgili şekil (Şekil 2) dikkatli bir şekilde incelenirse insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan sera gazı emisyonları sonucunda meydana gelecek iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklık artışında ve yağış rejiminde düzensizliğin meydana gelmesiyle birlikte “**toprak organik karbon kaybının**” gerçekleşeceği görülmektedir. Benzer durum N mineralizasyonu için de öngörülmektedir. Nitekim N mineralizasyonunun sıcaklık artışıyla birlikte artacağı tahmin edilirken, toprak nemi yüksek olan topraklarda sıcaklık artışı ile birlikte N mineralizasyonunun azalış göstereceği beklenmektedir. Öte yandan sıcaklık artışıyla birlikte toprak canlıları (mikrop topluluğu) hızla büyüyecek, toprakta yaşayan tüm canlıların miktarı ve etkinliği de artacaktır. Bu nedenle, küresel sıcaklıktaki artışla bitlikte sayısı/miktarı ve etkinliği artan canlılar, topraklarda depolanan karbonun daha fazla kaybına neden olacaktır. En son gelinen noktada ise bu durum kötü toprak sağlığına ve dolayısıyla toprak verimliliğine neden olacaktır (Kirschbaum, 1995; Veni vd., 2020). Atmosfer ortamındaki değişime benzer olarak topraktaki iklim değişikliği de toprağın neminde ve/veya sıcaklığındaki değişiklikler nedeniyle olacaktır. Çünkü hava sıcaklığı ile toprak sıcaklığı birbirini tamamlayan unsurlardır. Hava sıcaklığı arttığında toprak sıcaklığı da yükselir. Toprak nemi ve sıcaklığı doğrudan topraktaki biyolojik süreçleri etkileyen ve ayrışma aşamalarını değiştiren mikro ve makro toprak canlılarının bileşimi ve işleyişi etkilemektedir. Mesela küresel ısınma altındaki daha kuru iklim koşullarında, bitki besin maddesi döngüsü yavaşlayabilir ve böylece toprağın karbon dengesi değişebilir. Mesela aşırı kuraklıklar, topraktaki bakteri topluluklarının bileşimini ve ayrışma süreçlerini önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Dolayısıyla iklim faktörlerindeki değişiklikler (nem ve sıcaklık), toprağın biyotik kompozisyonundaki değişiklikler aracılığıyla ayrışma üzerinde önemli bir etkiye sahip hale gelir (Bolat vd., 2015a; Kumari ve Kumar, 2021; Tripathi vd., 2021).



Şekil 2. İklim değişikliğinin toprak organik karbon kaybı üzerindeki etkisini gösteren şematik diyagram (Veni vd., 2020'den değiştirilerek).

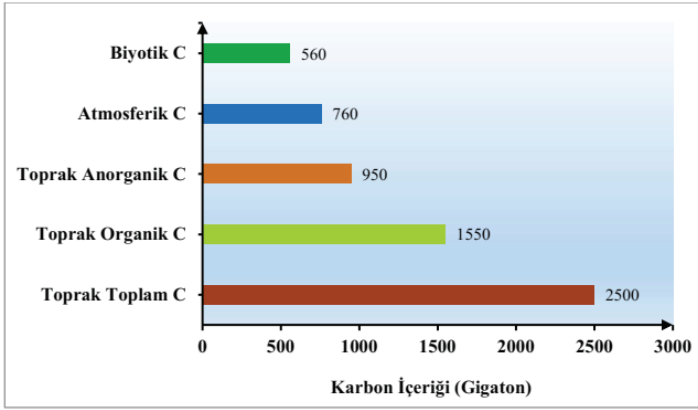
Küresel ısınma, çevresinde gerçekleşen olumsuzluklar karşısında toprağın kendi dengelerini koruma çabası olan homeostazını (dengeleşimi) bozarak toprakların sıcaklığını arttırır. Toprakların sahip olduğu organik madde içeriklerinin, toprağın kalitesini ve toprağın tarım da dahil olmak üzere farklı uygulamalar için kullanılabilirliğini belirleyen en önemli unsurlardan/parametrelerden biri olduğu iyi bilinmektedir (Davidson ve Janssens, 2006; Grobelak vd., 2017, Kowalska ve Grobelak, 2020). Ayrıca günümüzde kirlenmiş veya bozulmuş toprak alanlarının büyük bir paya sahip olmaya başlaması nedeniyle kaliteli toprakların önemi daha da artmaktadır. Öte yandan, küresel ısınma, organik madde ayrışmasını hızlandıracağı için toprak kalitesini etkileyen toprak organik madde (SOM) içeriğini değiştirecektir. Toprağın organik maddesinin (SOM) hızla ayrışması, karasal biyosfer tarafından atmosfere C salınımının artmasına (veya en azından fotosentezde daha düşük alım) neden olacaktır (Pisani vd., 2015; Placek vd., 2017). Çünkü toprak mikroorganizmaları, topraktaki karbon bileşiklerini onlardan kimyasal enerji elde etmek için ayrıştırır ve bu da aerobik koşullar altında nihayetinde CO₂ emisyonuna neden olur. Öte yandan oksijen içeriğinin düşük olduğu ortamlarda ve özellikle suyla dolu topraklarda meydana gelen, buna karşılık enerjik olarak çok daha az verimli olan ve çok daha yavaş hızlarda ilerleyen organik karbon bileşiklerinin anaerobik ayrışması sonucunda atmosfere metan (CH₄) emisyonu gerçekleşir. Dolayısıyla toprak sadece bir karbon (C) deposu görevi görmekle kalmaz, aynı zamanda atmosferdeki sera gazlarını (CO₂ ve CH₄) arttıran karbon emisyonları da sağlar (Navarro-Pedreño vd., 2021). Pisani vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada, toprağın ısınmasının, hızlı ayrışan toprak organik madde elamanlarını azaltarak toprak organik madde kompozisyon çeşidinin azalmasına neden olduğu ifade edilmektedir. Hatta ilerleyen aşamalarda bu durumun, lignin ve kütinlerin daha fazla bozunmasına diğer bir ifade ile ayrışmasına yol açabileceği de vurgulanmaktadır. Ayrıca, araştırmacılar tarafından yapılan söz konusu çalışmada, toprağın ısınmasının, daha kararlı toprak organik madde formlarının hızlı bir şekilde bozunmasına/degratasyonuna katkıda bulunan toprak mikroplarının/canlılarının biyolojik parçalanmasını da muhtemelen etkilediği bildirilmektedir. Daha sonra Yang vd. (2016), toprağın ısınmasının düşük moleküler ağırlıklı kararsız organik karbonun yapımı/üretimi ve ayrışması üzerindeki etkisini inceleyen bir araştırma yapmıştır. Araştırmacılar, artan toprak sıcaklığının toprak organik karbonundaki (SOC) basit şeker ve alkolün bozunmasını/degradasyonunu etkilediğini ve bu durumun anaerobik fermantasyonda sera gazlarının (CO₂ ve CH₄) hızlı salınımı ile ilişkili olduğunu bildirmektedirler. Buradan hareketle artan toprak sıcaklığının, hızlandırılmış organik madde ayrışmasını gösteren mikrobiyal aktiviteyi arttırdığı söylenebilir. Nitekim yapılan bazı çalışmalarda (Sparling vd., 2003; Kinyangi, 2007) toprak organik maddesinin

atmosferik CO₂'in kaynağı ve havuzu olarak hizmet ettiği, toprak organik karbon (C) içeriğindeki bir artışın ise topraktaki daha fazla bir mikrobiyal biyokütleyi ve yüksek solunumu işaret ettiği bildirilmektedir. Bununla birlikte toprak organik maddesi aynı zamanda topraktaki azot (N) gibi bitki besin maddelerinin de ana kaynağıdır. Başka bir çalışmada ise ısınan iklimin, toprağın mikrobiyal topluluğunda değişikliklere katkıda bulunacağı vurgulanmaktadır (Kowalska ve Grobelak, 2020). Streit vd. (2014) tarafından İsviçre'de alpin ağaç sınırı hattında 4 yıl boyunca deneysel olarak yapılan çalışmada toprağın ısınmasının, mikrobiyal grup düzeyinde toprak mikrobiyal topluluğun kompozisyonunu değiştirmedeğini, ancak toprak mikroorganizmalarının mikrobiyal metabolik aktivitesini (MMA) % 66 oranında artırdığı ve topraklardan solunum ile karbon (C) kayıplarını hızlandırdığı bildirilmektedir. Dolayısıyla toprağın organik karbon havuzundaki yüksek C çıktılarını ve düşük C girdileri arasında meydana gelebilecek bunun gibi ve sürekli olabilecek dengesizlik, daha sıcak bir iklim altındaki alpin ekosisteminde toprak organik karbon depolamasını eninde sonunda azaltacaktır. Diğer bir ifade ile alpin ağaç sınırı ekosisteminde toprağın ısınmasına bağlı olarak gelecekte toprak organik karbon tutumunun/birikiminin ve depolanmasının azalmasının sonucu olarak toprak kalitesinin de düşmeye başlayacağı vurgulanmaktadır. Yapılan başka bir çalışmada (Ernakovich ve Wallenstein, 2015) ise permafrostun (donmuş topraklar) sıcaklığındaki artışın önceden donmuş organik karbonun ayrışmasını artış yönünde etkilediği ifade edilmektedir. Yapılan çalışmada sıcaklıkların yükselmesiyle birlikte, permafrost canlı topluluğunun daha aktif hale geldiği ve daha geniş bir substrat çeşitliliğini ayrıştırabildiği ortaya çıkmıştır. Yani toprağın ısınmasına bağlı olarak, permafrosttaki mikrobiyal topluluk, artan aktivitenin bir etkisi olarak daha çeşitli substratları parçalamaya başlamıştır. Ayrıca çalışmada organik tabaka, mineral tabaka ve permafrost tabakalar arasında organik aktif katmanın fonksiyonel çeşitliliğinin ve büyüme oranlarının, permafrost/donmuş topraktakinden çok daha fazla olduğu bildirilmektedir. Çalışmanın yazarlarına göre, muhtemelen iklim değişikliğinin neden olduğu toprak sıcaklığındaki artışlara bağlı olarak aktif katman (organik ve mineral tabaka) topraklarında ısınmasıyla birlikte ayrışma oranı/oranları hızla artacaktır.

Topraklardaki organik madde miktarını, sıcaklık, toprak nemi ve su doygunluğu, strüktür, topografya (yeryüzü şekli), tuzluluk, asitlik, bitki örtüsü ve biyokütle üretimi gibi çeşitli doğal faktörler etkiler. Karbon girdisi, toprağa birim zamanda (genellikle bir yıl) eklenen tüm organik karbon bileşiklerinin toplamıdır. Daha açık olarak karbon girdisi, ürün artıklarında bulunan karbon, ölen kökler, gübre ve atıklardaki organik karbon vb.den oluşur. Ayrıca, toprakların karbon stoğunun belirlenmesine yönelik yönetim uygulamalarının önemi de gözlerden uzak tutulma-

maktadır. Çünkü toprağın organik madde miktarı, toprağa gelen girdiler ile topraktan ayrılan çıktılarının toplamının sonucudur. Diğer bir ifade ile toprağın karbon kazanımı, topraktaki depolamayı ve atmosferdeki olası karbon azalmasını içermektedir. Bu durumda girdileri kontrol etmek için toprak yönetimi önemli hale gelmektedir (Bot ve Benites, 2005; Bolat vd., 2015b; Bolat ve Şensoy, 2019; Navarro-Pedreño vd., 2021).

Herhangi bir bölgede/çevresel alanda depolanan karbonu tam olarak belirlemenin zor olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü karbon depolama, çevresel koşullar (iklim faktörleri) ve biyolojik etkileşimler de dahil olmak üzere toprağın türü ve toprak içerisinde gerçekleşen tüm süreçler tarafından belirlenir. Ayrıca son derece dinamik bir sistem olan toprak söz konusu olduğunda bunun hiç te kolay olmadığı kendiliğinden ortaya çıkacaktır. Bununla birlikte, topraktaki karbon stoğunun bilinmesi için çok çaba sarf edilmiştir. Örneğin bu konuda yapılmış çalışmalardan birine göre (Batjes, 1996), üst 1 m'lik toprak 1500 gigaton (Gt) toprak organik karbonu (SOC) depolar ve bunun yaklaşık yarısı üst 30 cm'lik kısımda bulunmaktadır. Başka bir çalışmada (Lal, 2004), 1550 gigaton (Gt) toprak organik karbonu (SOC) ve 950 Gt toprak anorganik karbonundan (SIC) meydana gelen küresel toprak karbon (C) havuzunun yaklaşık 2500 Gt olduğu bildirilmektedir. Sırası gelmişken küresel toprak karbonu hem toprak organik karbonundan (SOC) hem de toprak anorganik karbonundan (SIC) oluştuğu ifade edilmelidir. Ayrıca, topraktaki anorganik karbon, litojenik anorganik C ve pedojenik anorganik C (PIC) olarak iki ayrılmaktadır. Litojenik anorganik karbon ana kayalardan toprağa karışan karbondur. Pedojenik anorganik karbon ise toprak çözeltisi içerisinde serbest Ca^{+2} , Mg^{+2} iyonları ile toprak atmosferinde bulunan CO_2 reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Küresel toprak karbon havuzu diğer bir anlatımla toprak toplam karbon miktarı atmosferik karbon (760 Gt) miktarının 3.3, biyotik karbon (560 Gt) miktarının 4.5 katı büyüklüğündedir. Toprak organik karbon (SOC) havuzu en yüksek karbon (1550 Gt) içeriğe sahip kısımdır. Ayrıca topraktaki anorganik karbon, atmosferdeki ve biyotik havuzdaki karbon içeriğinden daha fazladır (Veni vd., 2020; Navarro-Pedreño vd., 2021; Yılmaz ve Dengiz, 2021) (Şekil 3).



Şekil 3. Lal'e (2004) göre toprak, atmosfer ve biyotadaki karbon içeriği.

Diğer bazı araştırmacılar ise, toprak ve biyota karbon havuzunun 2000 Gt civarında olduğunu ve bitki örtüsü rezervuarının 500 ile 600 Gt arasında olduğunu belirtmektedir (Lee vd., 2020). Yukarıda ifade edilenlerin ışığı altında, bu tahminlerde özellikle karbonun havuzları hakkında çok sayıda belirsizlik bulunurken (Lal, 2009), genel olarak topraktaki karbon stokları, organik ve anorganik karbondan oluşmakta ve karasal karbonun en büyük rezervi topraklarda bulunmaktadır (Yılmaz ve Dengiz, 2021). Toprakların karbon tutması ya da depolaması ile ilgili olarak Hindistan'ın güney eyaletlerinde yapılan çalışmada, toplam karbonun büyük miktarlarda sırasıyla alfisollerde (%33; 0.49 Pg C), ardından inceptisollerde (%23; 0.35 Pg C), entisollerde (%18; 0.27 Pg C) ve aridosollerde (%3.57; 0.054 Pg C) depolandığı bildirilmektedir. Alfisol topraklarında depolanan en yüksek ortalama toplam karbon, alan üzerinde yoğun olarak bulunan yaprak dökmeyen orman vejetasyonundan, düşük sıcaklıktan ve yüksek yağıştan kaynaklanırken, aridisol topraklarında depolanan en düşük ortalama karbon, alanın kurak ikliminden ve biyolojik aktiviteden kaynaklandığı araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır. Çalışmada bu değişkenliğin sebebi çeşitli arazi yönetimi (tarım alanı, orman alanı, plantasyon alanı vb.) uygulamalarına bağlanmaktadır (Mitran vd., 2018; Veni vd., 2020). Benzer olarak yapılan diğer bazı çalışmalarda da arazi kullanım değişikliğinin toprak organik karbon havuzunda farklılığa sebep olduğu ifade edilmektedir. Örneğin Lal (2004), doğal ekosistemlerin tarımsal ekosistemlere dönüşmesinin/dönüştürülmesinin, ılıman bölgelerin topraklarında %60'a kadar, tropiklerin ekili yani tarım yapılan topraklarında ise %75 veya daha fazla oranda toprak organik karbon havuzunda azalmaya yol açtığını belirtmektedir. Yine Sanderman vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada tarımsal faaliyetler sonucunda, miktarının son 200 yılda sürekli artmasıyla birlikte, 2 m'lik toprak derinliğinde 133 Pg

karbon (C) kaybının meydana geldiği ve bununda küresel toprak organik karbon miktarında önemli düşüişlere neden olduğu bildirilmektedir. Yapılan çalışmaya göre arazi kullanımı ve arazi örtüsü değışikliği, küresel olarak topraklardan önemli miktarda karbon kayıplarına neden olmaktadır. Başka bir çalışmada ise tarımsal faaliyetlerden (toprak işleme) farklı arazi yönetimi uygulamalarının, üretim sisteminin sürdürülebilirliği kadar toprağı da etkilediğı vurgulanmaktadır. Nitekim yoğun ve aşırı toprak işleme uygulamaları sonucunda, toprakta hızlı oksidasyon ve hızlandırılmış erozyon gerçekleşeceğinden toprak organik maddesinin azalması meydana gelecektir (Tablo 1) (Tomar vd., 2019). İlgili tabloda (Tablo 1) görülebceğı üzere otlak alanı olarak yönetilen arazideki toprağın karbon içeriğı (yoğun tarımsal faaliyet yapılan alanda) diğer tarımsal uygulama yapılan arazi topraklarına göre daha az (0.015-0.03 ton C/dönüm/yıl) miktardadır.

Tablo 1. Tarımsal uygulamaların potansiyel karbon tutumuna ilişkin tahminler (Tomar vd., 2019'dan değıştirilerek).

Tarımsal uygulama/faaliyet tipi	Ton C/ dönüm/yıl	MT CO ₂ / dönüm/yıl	MT C/ hektar/yıl
Toprağın işlenmediğı arazi (kontrol alanı)	0,15-0,30	0,45-1,05	0,30-0,70
Yazın nadasa bırakılan arazi	0,05-0,15	0,15-0,5	0,10-0,35
Toprağın korunması ve zenginleştirilmesi için yetiştirilen bitkilerin kullanıldığı arazi	0,05-0,15	0,15-0,5	0,10-0,35
Otlak alanı olarak yönetilen arazi (yoğun tarımsal faaliyet)	0,015-0,03	0,06-0,1	0,03-0,07

3. İKLİM DEĞİŞİMİ VE TOPRAK SAĞLIĞI/KALİTESİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Toprağın fiziksel özellikleri, toprak parçacıklarının boyutu ve düzeni ile ilgili özelliklerdir. Toprağın fiziksel özelliklerine tekstür (toprağın kum, toz ve kil boyutundaki parçalıklarının hacimsel dağılımı) ve strüktür (toprağın iç yapısal düzeni) ile toprağın su tutma kapasitesi, infiltrasyonu (suyun toprak içine girmesi veya hareketi), hacim ağırlığı, gözenekliliğı ve tane yoğunluğu gibi dinamik özellikleri örnek olarak verilebilir. Toprağına ait bu fiziksel özelliklerin toprakta gerçekleşen biyolojik (biyolojik aktivite, bitki besin maddesi temini, adsorpsiyon, su ve ısı taşınması) ve kimyasal süreçler üzerinde büyük etkisi vardır; bu da toprak verimliliğini etkilemektedir. Bu arada toprak reaksiyonu (pH), kalsiyum karbonat (CaCO₃) konsantrasyonu ve diğer bitki besin maddesi (N, P, K, Na, S vb.) içerikleri ve bu besin maddelerinin toprak profilindeki dağılımı, çözüle-

bilir tuz içeriği, baz doygunluk (BS) değeri ve katyon değişim kapasitesi (CEC) toprağın en önemli kimyasal özelliklerinden bazılarıdır (Bolat ve Öztürk, 2016; Tripathi vd., 2021). Görüldüğü üzere toprağın biyolojik, fiziksel ve kimyasal sağlığı bir dizi faktöre bağlıdır; bu nedenle toprak kalite/sağlık durumunun belirlenmesi çok karmaşık bir süreçtir.

Toprak sağlığı, bir toprağın işlevselliğini ifade eder. Daha geniş anlamda 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. Toprak sağlığını ölçmek için bir dizi ölçülebilir fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri içeren göstergeler vardır. Toprak tekstürü, agregatlaşma (kümeleşme), toprak nemi, toprağın gözenekliliği, derinliği, infiltrasyon (suyun yer çekimi ile toprak profili boyunca aşağıya doğru inmesi) ve hacim ağırlığı fiziksel göstergeler iken organik C, toplam N, mineral besin maddeleri, toprak reaksiyonu (pH), organik madde, katyon değişim kapasitesi ve alınabilir N, P ve K miktarları kimyasal göstergelerdir. Mikrobiyal biyokütle C ve N, biyoçeşitlilik, toprak enzimleri, toprak solunumu, bitki büyümesi ise bazı biyolojik göstergelerdir. Bu göstergeler (fiziksel, kimyasal ve biyolojik) çok sayıda faktöre bağlıdır; bu nedenle, toprak sağlığının değerlendirilmesi çok karmaşık bir hal almaktadır. Öte yandan artan atmosferik karbondioksit (CO₂) miktarı, yüksek sıcaklık, değişen yağış (yağmur) ve atmosferik nitrojen (N) birikimi, toprak sağlığını büyük ölçüde etkileyen birkaç önemli faktördür. Bunlara ilaveten ağırlıklı olarak insan faaliyetleri toprak sağlığı üzerinde zararlı etkilere neden olmuş ve halen de olmaktadır. Burada toprak sağlığının korunmasının, gelecek nesiller için üretim sistemlerinin sürdürülmesi ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasında en önemli çözüm yolu olduğu gözlerden uzak tutulmamalıdır (Doran ve Safley, 1997; Bolat, 2011; Bolat ve Öztürk, 2016; Veni vd., 2020; Bolat, 2021).

İklim değişikliğinin olumsuz etkileri, kuraklık, yoğun yağış, fırtına, don ve kıyı bölgelerinde deniz seviyesinin yükselmesi ve sıcaklık artışı ile bağlantılıdır. Bu yüzden iklimde öngörülen değişikliğin, doğal ekosistemlerin yanı sıra toprak suyunun mevcudiyeti/alınabilirliği, karbon depolaması ve verim üzerinde çok büyük etkilerinin olacağını tahmin etmeye yönelik araştırmalar yapılmıştır (Chao ve Feng, 2018; Cox vd., 2018). Değişen iklim koşullarının sonuçları, toprak erozyonu, toprak bozulması, toprak verimliliğinin kaybı ve çölleşme gibi çevre sorunlarıdır. Nitekim ilgili tablo (Tablo 2) iklim değişikliğini izlemede kullanılan değişkenlerinin/parametrelerin toprak ekosistemi üzerinde tahmin edilen etkilerini göstermektedir. Sıcaklık, nem, değişen yağış düzeni ve sera gazları

(GHG'ler) dahil olmak üzere iklim değişikliği faktörlerinin farklı toprak özellikleri ve süreçleri üzerinde büyük etkilerinin olması muhtemeldir. Bütün bunların sonucu olarak, iklim değişikliği toprak kalitesi/sağlığı, toprak verimliliği ve üretkenliği üzerinde önemli etkilere sahip olacaktır.

Küresel ısınmayla birlikte donmuş toprakların alanları azalacağından kutup bölgelerinde daha fazla ekilebilir alan elde edilebilecektir. Ama deniz suyu seviyesinin önemli ölçüde artması (2100 yılında 1 metreye kadar artış beklenmektedir), özellikle Güneydoğu Asya'da tarım alanlarının kaybolması anlamına gelmektedir. Deniz suyunun kıyı bölgelerini basmasının yanı sıra yer altı sularında tuzluluk oranının artması olumsuz etkiler içinde yer almaktadır. Öte yandan iklim değişikliğine bağlı şiddetli yağışlar toprak erozyonunu arttırırken, toprak verimliliğinde olumlu yönde değişiklik olabilir; şöyle ki, karbon/azot oranı sabit olduğundan karbonun iki misline çıkması toprakta nitrat biçiminde azotun daha fazla birikmesi söz konusu olacaktır. Bunun sonucunda toplam azot ihtiyacı azalacak ve pahalı gübreleme yöntemlerini değiştirme imkânı doğacaktır. Ayrıca toprağın organik madde bakımından zenginliğinin ne olacağı konusunda tartışma devam etmektedir: şiddetli yağışlar topraktaki organik maddeleri azaltma yolunda çalışırken, artan CO₂ oranı, tersine, organik maddeleri arttırma yönünde etkili olacaktır (Uzmen, 2007).

Tablo 2. İklim değişikliği parametrelerinin toprak üzerinde beklenen etkilerinin özeti (Kumari ve Kumar, 2021'den değiştirilerek).

1.	Artan sıcaklık	Toprak organik maddesinin kaybı meydana gelir.
		Değişken/kararsız toprak organik madde havuzunda azalma olur.
		Nem içeriğinde azalma gerçekleşir.
		Mineralizasyon oranında artış olur.
		Toprak strüktürünün/yapısının bozulması meydana gelir.
		Toprak solunum hızında yükseliş meydana gelir.
2.	Artan CO ₂ konsantrasyonu	Toprak organik maddesi (SOM) artar.
		Suyun kullanım etkinliği artar.
		Daha fazla karbon, toprak mikroorganizmaları için kolaylıkla kullanılabilir.
		Besin döngüsü hızlanır.
3.	Artan yağış	Toprağın nemi artar.
		Yüzeysel akışı ve erozyon artar.
		Toprak organik maddesinde (SOM) düzelleme/iyileşme ya da artış olur.
		Besin maddelerinin topraktan yıkanması gerçekleşir.
		Fe ve nitratların azalmasında artış gerçekleşir.
		Buharlaşma ile azotun daha fazla kaybı meydana gelir.
4.	Azalan yağış	Kurak bölgelerin/yörelere verimliliği artar.
		Toprak organik maddesinde (SOM) azalış meydana gelir.
		Toprak alkaliliği artış gösterir.
		Besin maddelerinin kullanılabilirliğinde azalma meydana gelir.

Önümüzdeki yıllarda Avrupa'nın birçok bölgesinde yağışlarda ve hidrolojik döngüde çok daha şiddetli değişikliklerin olacağı öngörülmektedir. Bu durum Avrupa'nın ya daha şiddetli yağmur veya kar yağışları ya da daha düşük düzeyde yağışlı uzun dönemler yaşayacağı anlamına gelmektedir. Yağıştaki bu değişiklikler sıcaklıktaki dalgalanmalarla birleştiğinde, toprağın struktürünü, asitliğini ve buna bağlı olarak su depolama kapasitesini ile toprağın içinde yaşayan birçok organizmanın yaşam şartlarını etkileyecektir. Bütün bunların sonucu olarak ise organik maddenin parçalanma ve ayrışması dalgalanmaya (artış-azalış) uğrayacaktır. Örneğin nem oranı daha az olan topraklarda ayrışma hızı yavaşlar. Buna karşın nem oranının artmaya başlamasıyla birlikte topraktaki ayrışma oranı da artmaktadır. Öte yandan toprağın içerisinde bahsedilen değişiklikler meydana gelirken, toprağın üstünde de bir takım farklılıklar olacaktır. Nitekim hem kuraklık hem de şiddetli yağışlar toprağın erozyon riskini artırabilir. Üstelik şiddetli yağmur nedeniyle meydana gelecek olan toprak erozyonu, üst toprağın organik madde içeriğini de azaltacaktır (Navarro-Pedreño vd., 2021).

Daha önce ifade edilenlerin ışığı altında, iklim değişikliğine bağlı toprak toprakta meydana gelen farklılaşma, aslında toprak oluşumunu etkileyen ve toprak özelliklerini değiştiren birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin temelinde olan değişimlerdir. Örneğin toprağın struktürel dayanıklılığı, toprak biyoçeşitliliği, bitki-toprak etkileşimleri ve besin döngüsü gibi toprak özelliklerinde meydana gelen değişiklikler, iklim değişiklikleri nedeniyle toprakta gözlenen en önemli değişikliklerdendir. Ayrıca iklim değişikliğinin toprağın organik maddesi, nemi, reaksiyonu (pH), tuzluluğu ve hacim ağırlığı dahil olmak üzere farklı fizyokimyasal parametrelerini belirgin bir şekilde etkileyeceği de tahminler arasındadır. Nitekim günümüzde toprak sağlığı, toprak erozyonu, toprak alkaliliği, toprak asitliği, toprak organik karbon (SOC) kaybı, toprak organik madde kaybı (SOM), toprak kirliliği ve toprak sıkışmasıyla çok hızlı bir biçimde bozulmaktadır. Bu bağlamda değişen iklim faktörleri de toprağın kalitesini/sağlığını olumsuz etkileyecektir. Sonuç olarak iklim değişikliği bir realite olduğu için, dünya çapında milyonlarca insanın geçimini etkileyen toprak gelişim süreçleri ve bitkisel üretimle ilgili kaynaklar üzerinde doğrudan ve dolaylı bir etkiye sahip olacaktır.

Toprak sağlığı, toprak kalitesi olarak da adlandırılır. Toprak sağlığı/kalitesi, sürdürülebilir ekosistemin anahtarıdır. O yüzden toprak sağlığının korunması çok önemlidir. Öte yandan bir bölgeye ait toprağın kalitesi/sağlığı, o bölgenin iklimi, tarım sistemi, kentleşme, ormancılık, çöplerin yok edilme biçim, doğal olayları vb. gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Buna karşılık, toprak sağlığının atmosfer dengesi, bitki sağlığı, toprak mikrobiyal topluluğu, toprak ekosistem sağlığı ve en önemlisi de insan

sağlığı üzerinde etkileri vardır. Bu yüzden iklim değişikliğinin şiddetini azaltmak adına, artan atmosferik CO₂ seviyelerinin, yüksek sıcaklığın ve değişen yağışların toprak sağlığı üzerindeki etkilerini incelemek çok önemlidir. Zira iklim değişikliği toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyerek toprak sağlığını etkiler. Burada karşılaşılabilecek en ciddi ve büyük zorluk, iklim değişikliğinin toprak ekosistemi üzerindeki etkisini en aza indirerek toprak sağlığını/kalitesini iyileştirmektir. Burada toprak organik karbonunun artırılması, toprak sağlığını iyileştirebildiği gibi, sera gazı emisyonlarını da azaltabilir ve dolayısıyla iklim değişikliğini azaltmak için olası çözümlerden biri olarak değerlendirilmiştir. Zaten son zamanlarda bu özelliklerinden dolayı toprak organik karbonunun topraklarda artırılması yönünde eğilimler de söz konusudur. Örneğin gübreleme, toprak işleme ve kalıntı bitki artıklarının alan üzerinde bırakma gibi farklı yönetim uygulamaları, toprak organik karbon tutma oranını doğrudan artıran çalışmalardandır. Bütün bunlara rağmen tahmin edilen iklim değişikliği döneminde toprak sağlığının nicel olarak değerlendirilmesi de zor bir iş olacaktır. Çünkü iklim değişikliğinin C ve N döngüleri üzerindeki etkisine ilişkin bilgilerimiz nispeten eksiktir ve bu konularda daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Yine de, toprak sağlığının değerlendirilmesi bir dereceye kadar modellemeler ile yapılabilir. Çünkü gelecek nesiller için gıda güvenliğinin sağlanması ve değişen iklimin zararlı etkilerinin azaltılması için toprak sağlığının korunması çok ehemmiyetlidir. Üstelik ekonomik ve tarımsal kârı arttırmak için de toprak sağlığının korunması önemlidir.

TEŞEKKÜR

Öncelikle, şu zamana kadar maddi ve manevi yardımlarını, özverilerini, desteklerini ve teşviklerini hiçbir zaman bizden esirgemeyen ve her zaman yanımızda olan en küçüğünden en büyüğüne tüm aile üyelerimize sonsuz şükranlarımızı sunarız. Bununla birlikte, akademik manada yetişirken her anlamda bizi cesaretlendiren, destekleyen hocamıza/hocalarımıza çok teşekkür ediyoruz. Ayrıca bu kitap bölümünün yazılmasına bizi teşvik eden çok değerli meslektaşlarımıza da teşekkürlerimizi sunuyoruz. Bu ve bundan önce yazılan kitap bölümlerinde hataların ve eksiklerin olması çok doğaldır. O yüzden bunların düzeltilmesi için yapılacak olan eleştiri ve öneriler şükranla karşılanacaktır. Öte yandan çalışmayı okuyup değerlendiren okuyucuların, ilgilenenlerin ve araştırmacıların, umduklarından daha ilginç ve faydalı bulduklarında bu beni fazlasıyla mutlu edecektir. Bu yüzden çalışmanın araştırmacılara, uygulayıcılara, tüm ilgilenenlere ve bilim dünyasına yararlı, faydalı ve ışık tutması tek dileğimizdir.

KAYNAKLAR

- Allen, D. E., Singh, B. P. & Dalal, R. C. (2011). Soil health indicators under climate change: a review of current knowledge. In: *Soil health and climate change*. Springer, Berlin, pp 25–45
- Batjes, N. H. (1996). Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, 47, 151–163.
- Bolat, İ. & Öztürk, M. (2016). Effects of altitudinal gradients on leaf area index, soil microbial biomass C and microbial activity in a temperate mixed forest ecosystem of Northwestern Turkey. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 10 (1), 334.
- Bolat, İ. & Şensoy, H. (2019). Microbial Biomass Soil Content and Activity Under Black Alder and Sessile Oak in the Western Black Sea Region of Turkey. *International Journal of Environmental Research*, 13, 781–791.
- Bolat, İ. (2011). Kayın, göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde üst toprak ve ölü örtüdeki mikrobiyal biyokütle karbon (C_{mic}), azot (N_{mic}), fosfor (P_{mic}) ve mikrobiyal solunumun mevsimsel değişimi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Yayımlanmamış), Bartın, 423 s.
- Bolat, İ. (2019). Microbial biomass, basal respiration, and microbial indices of soil in diverse croplands in a region of northwestern Turkey (Bartın). *Environmental Monitoring and Assessment* 191, 695. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7817-1>
- Bolat, İ. (2021). Toprak Kalitesi ve Sağlığının Göstergeleri (İndikatörleri). Bölüm 1, In: *Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler, 1*, Eylül 2021, Gece Yayınevi, 1–18 s.
- Bolat, İ., Kara, Ö. & Tok, E. (2018). Global Warming and Climate Change: A Practical Study on Bartın, Zonguldak and Düzce. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 20 (1), 116–127
- Bolat, İ., Şensoy, H. & Özer, D. (2015a). Short-term changes in microbial biomass and activity in soils under black locust trees (*Robinia pseudoacacia* L.) in the northwest of Turkey. *Journal of Soils Sediments*, 15, 2189–2198. <https://doi.org/10.1007/s11368-015-1144-0>
- Bolat, İ., Kara, Ö. & Tunay, M. (2015b). Effects of Seasonal Changes on Microbial Biomass and Respiration of Forest Floor and Topsoil under Bornmullerian Fir Stand. *Eurasian Journal of Forest Science*, 3 (1), 1–13. DOI: 10.31195/ejejfs.70190
- Bot, A. & Benites, J. (2005). The Importance of Soil Organic Matter; FAO: Rome, Italy, p. 94.
- Brevik, E. C. (2012). Soils and climate change: gas fluxes and soil processes. *Soil Horizons*, 53. <https://doi.org/10.2136/sh12-04-0012>

- Carrenho, R., de Cesaro Krzyzanski, H. & da Costa, P. M. (2020). Organic matter decomposition under warming climate conditions: Warming and decomposition. In: *Climate Change and Soil Interactions*, Chapter 15, pp. 413–436, Elsevier.
- Çepel, N. (2003). Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 180, ISBN: 975-403-290-4, Aydoğdu Matbaası, Ankara, 183 sayfa.
- Çepel, N. (1996). *Toprak İlimi*. İstanbul Üniversitesi Yayın No 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438, İstanbul, 288 sayfa.
- Chao, Q. & Feng, A. (2018). Scientific basis of climate change and its response. *Global Energy Interconnect*, 1 (4), 420–427.
- Cox, P. M., Huntingford, C. & Williamson, M. S. (2018). Emergent constraint on equilibrium climate sensitivity from global temperature variability. *Nature*, 553 (7688), 319–322.
- Davidson, E. A. & Janssens, I. A. (2006). Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. *Nature* 440 (7081), 165–173. Available from: <https://doi.org/10.1038/nature04514>.
- 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.
- Ernakovich, J. G. & Wallenstein, M. D. (2015). Permafrost microbial community traits and functional diversity indicate low activity at in situ thaw temperatures. *Soil Biology and Biochemistry*, 87, 78–89. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.04.009>
- F.A.O. (1995). Planning for sustainable use of land resources: towards a new approach. *Land and Water Bulletin*, No. 2. FAO, Rome.
- Fornara, D. A. & Tilman, D. (2012). Soil carbon sequestration in prairie grasslands increased by chronic nitrogen addition. *Ecology*, 93, 2030–2036. Available from: <https://doi.org/10.1890/12-0292.1>
- Grobelak, A., Placek, A., Grosser, A., Singh, B.R., Almas, A .R., Napora, A. & vd. (2017). Effects of single sewage sludge application on soil phytoremediation. *Journal of Cleaner Production*, 155, 189–197. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.005>.
- Guo, Z., Zhang, L., Yang, W., Hau, L. & Cai, L. (2019). Aggregate stability under longterm fertilization practices: the case of eroded ultisols of South-Central China. *Sustainability*, 11 (4), 1169. Available from: <https://doi.org/10.3390/su11041169>.
- I.P.C.C. (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014). Fifth Assessment Report “*Climate Change: Mitigation of Climate Change*” Working Group III and the 39th Session of the IPCC Berlin, Germany. Cambridge University Press, New York, NY.
- Jacobs, A. F. G., Heusinkveld, B. G. & Holtslag, A. A. M. (2011). Long-term

- record and analysis of soil temperatures and soil heat fluxes in a grassland area, The Netherlands. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151, 774–780.
- Jastrow, J. D., Amonette, J. E. & Bailey, V. L. (2007). Mechanisms controlling soil carbon turnover and their potential application for enhancing carbon sequestration. *Climatic Change*, 80, 523. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9178-3>.
- Karmakar, R., Das, I., Dutta, D. & Rakshit, A. (2016). Potential effects of climate change on soil properties: a review. *Science International*, 4, 51–73.
- Kinyangi, J. (2007). Soil health and soil quality: a review. Draft publication. Available on: <http://www.cornell.edu.org>; Accessed on: www.worldagroinfo.org. Accessed 30 Jun 2022.
- Kirschbaum, M. U. F. (1995). The temperature dependence of soil organic matter decomposition, and the effect of global warming on soil organic C storage. *Soil Biology and Biochemistry*, 27, 753–760.
- Kowalska, A. & Grobelak, A. (2020). Organic matter decomposition under warming climatic conditions. In: Prasad MNV, Pietrzykowski M (eds) Climate change and soil interactions, Chapter 14, pp 397–412. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818032-7.00014-X>
- Kumari, M. & Kumar, R. (2021). How Climate Change Alters Soil Productivity. In: *Climate Change and the Microbiome* (pp. 235–249). Springer, Cham.
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impact on global climate change and food security. *Science*, 304, 1623–1627.
- Lal, R. (2009). Soil Carbon Sequestration for Climate Change Mitigation and Food Security. In: *Platinum Jubilee Celebrations of the Indian Society of Soil Science Souvenir; Carbon Management and Sequestration Center: Ohio, OH, USA*.
- Lal, R. (2010). Beyond Copenhagen: mitigating climate change and achieving food security through soil carbon sequestration. *Food Security*, 2, 169–177. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12571-010-0060-9>
- Lee, C. A., Jiang, H., Dasgupta, R. & Torres, M. (2020). A framework for understanding whole Earth carbon cycling. In: *Deep Carbon: Past to Present*; Orcutt, B.N., Daniel, I. & Dasgupta, R., (Eds.); Cambridge University Press: Cambridge, UK, pp. 313–357.
- McBratney, A., Field, D. J. & Koch, A. (2014). The dimensions of soil security. *Geoderma*, 213, 203–213. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.08.013>.
- Mitran, T., Mishra, U., Lal, R., Ravisankar, T. & Sreenivas, K. (2018). Spatial distribution of soil carbon stocks in a semiarid region of India. *Geoderma Regional*, 15, e00192.
- Navarro-Pedreño, J., Almendro Candell, M. B. & Zorpas, A. A. (2021). The inc-

- rease of soil organic matter reduces global warming, myth or reality? *Sci*, 3 (1), 18.
- Nunes, F. C., de Jesus Alves, L., de Carvalho, C. C. N., Gross, E., de Marchi Soares, T., & Prasad, M. N. V. (2020). Soil as a complex ecological system for meeting food and nutritional security. In: *Climate change and soil interactions* (pp. 229-269). Elsevier.
- Öztürk, M. & Bolat, İ. (2014). Transforming pinus pinaster forest to recreation site: preliminary effects on laı, some forest floor, and soil properties. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186, 2563–2572.
- Öztürk, M., Palta, Ş. & Gökkyer, E. (2018). Advances in the assessment of climate change impact on the forest landscape. In: *New Perspectives in Forest Science*. IntechOpen.
- Pisani, O., Frey, S. D., Simpson, A. J. & Simpson, M. J. (2015). Soil warming and nitrogen deposition alter soil organic matter composition at the molecular-level. *Biogeochemistry*, 123 (3), 391–409. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10533-015-0073-8>.
- Placek, A., Grobelak, A., Hiller, J., Stepien, W., Jelonek, P., Jaskulak, M. & vd. (2017). The role of organic and inorganic amendments in carbon sequestration and immobilization of heavy metals in degraded soils. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 5 (4), 509–517. Available from: <https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d5.0166>.
- Reth, S., Reichstein, M. & Falge, E. (2005). The effect of soil water content, soil temperature, soil pHvalue and root mass on soil CO₂ efflux-A modified model. *Plant and Soil*, 268, 21–33.
- Sanderman, J., Hengl, T. & Fiske, G. J. (2017). Soil carbon debt of 12,000 years of human land use. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114 (36), 9575–9580.
- Sharma, S., Mishra, A., Shukla, K., Kumari, P., Jindal, T. & Shukla, S. (2021). The Potential Impact of Climate Change on Soil Health, Soil Biota, and Soil Properties: A Review. *Climate Change and the Microbiome*, 31–48.
- Shourie, A. & Singh, A. (2021). Impact of Climate Change on Soil Fertility. In: *Climate Change and the Microbiome* (pp. 49–62). Springer, Cham.
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. & Miller, HLIICC. (2007). Summary for policymakers. In: *Climate change: the physical science basis; Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 1–18
- Sparling, G., Parfitt, R. L., Hewitt, A. E. & Schipper, L. A. (2003). Three approaches to define desired soil organic matter contents. *Journal of Environmental Quality*, 32, 760–766.
- Streit, K., Hagedorn, F., Hiltbrunner, D., Portmann, M., Saurer, M., Buchmann,

- N. & vd. (2014). Soil warming alters microbial substrate use in alpine soils. *Global Change Biology*, 20 (4), 1327–1338. Available from: <https://doi.org/10.1111/gcb.12396>.
- Tomar, K. S., Mahajan, C. N., Singh, N. S., Kumar, V. & Naresh, K. R. (2019). Conservation tillage and residue management towards low greenhouse gas emission; storage and turnover of natural organic matter in soil under sub-tropical ecosystems: a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8 (4), 22112231.
- Tripathi, A., Pandey, V. & Ranjan, M. R. (2021). Climate Change and Its Impact on Soil Properties. In: *Climate Change and the Microbiome* (pp. 139–153). Springer, Cham.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. Kriter Yayın Evi, Yayın Evi No: 63, ISBN: 978-605-5863-39-6, 650 sayfa, İstanbul, Türkiye.
- Uzmen, R. (2007). “Küresel Isınma ve İklim Değişikliği İnsanlığı Bekleyen Büyük Felaket mi?”, 1. Baskı, Yayınevi; Bilge Kültür Sanat, ISBN: 9789944425214, 176 s, İstanbul, Türkiye.
- Veni, V. G., Srinivasarao, C., Reddy, K. S., Sharma, K. L. & Rai, A. (2020). Soil health and climate change. In: *Climate change and soil interactions*, Chapter 26, pp. 751–767. Elsevier.
- Yang, Z., Wullschleger, S.D., Liang, L., Graham, D.E. & Gu, B. (2016). Effects of warming on the degradation and production of low-molecular-weight labile organic carbon in an Arctic tundra soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 95, 202–211. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.12.022>
- Yılmaz, M. & Dengiz, O. (2021). Bazı Toprak Özellikleri İle İlişkili Olarak Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsünün Toprak Organik Karbon Stokuna Etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8 (2), 154–167.
- Weil, R. R. & Magdoff, F. (2004). Significance of soil organic matter to soil quality and health. In: *Soil organic matter in sustainable agriculture*, Magdoff, F & Weil, R. R. (Eds). CRC, Boca Raton, pp 1–43.
- Whitaker, J., Ostle, N., Nottingham, A. T., Ccahuana, A., Salinas, N., Bardgett, R. D., Meir, P. & McNamara, N. P. (2014). Microbial community composition explains soil respiration responses to changing carbon inputs along an Andes-to-Amazon elevation gradient. *Journal of Ecology*, 102, 1058–1071.



BÖLÜM 10

BİTKİ KAYNAKLI GIDA ALERJİLERİ

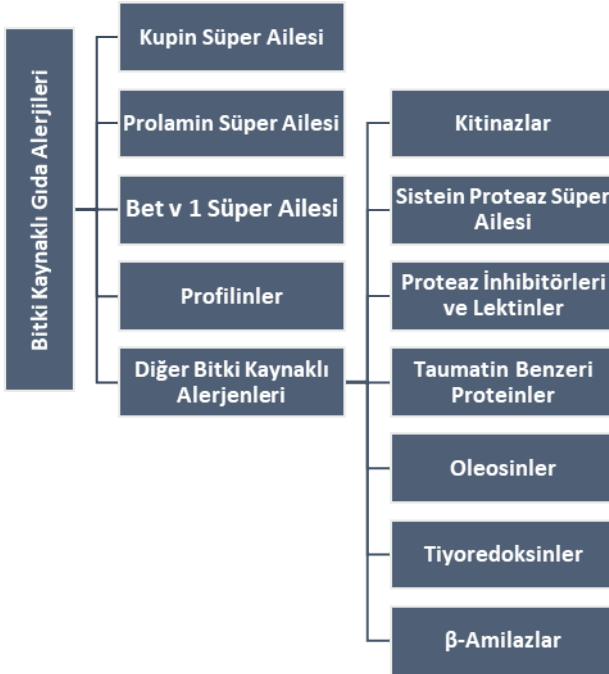
Gamze TURKAL¹, Yusuf DOĞRUER²

1 Arş. Gör., Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, ORCID ID: 0000-0003-4796-5961

2 Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, ORCID ID: 0000-0002-3712-5021

1. GİRİŞ

İnsanlar tarafından tüketilen bitki dokuları binlerce farklı protein içerir. Örneğin buğdayda endosperm gelişiminde ifade edilen genlerin sayısı 4000-8000 aralığında tahmin edilmiştir. Bununla birlikte, atopik bireylerde alerjik bir yanıt ortaya çıkarabilen proteinlerin sayısı, herhangi bir alerjen kaynağında birkaç kat daha düşüktür (Breiteneder ve Radauer, 2004). Şimdiye kadar Uluslararası İmmünolojik Dernekler Birliği (IUIS) Alerjen Adlandırma Alt Komitesi'nin resmi alerjen listesi, 122 bitki kaynaklı gıda alerjeninden oluşmaktadır. Son yıllarda bu alerjenler kaynaklarına, biyolojik işlevlerine (Breiteneder ve Ebner, 2000), protein kıvrımlarına (Aalberse, 2000) veya protein ailelerine (Breiteneder ve Ebner, 2001; Shewry ve ark., 2002) göre sınıflandırılmıştır. Bitki kaynaklı gıda alerjenlerinin çoğu, korunmuş üç boyutlu yapılar ve işlevsel dizi homolojisi temelinde sadece birkaç protein ailesine ve süper ailesine dahil edilmiştir (Breiteneder ve Radauer, 2004; Breiteneder ve Mills, 2005a). Pfam protein veri tabanına göre, tüm bitki kaynaklı gıda alerjenleri, 8296 protein ailesinin 31'ine girmektedir (Radauer ve Breiteneder, 2007). Bunların %65'i prolamın üst ailesine, kupin üst ailesine, Bet v 1 süper ailesine ve profilin ailesine aittir. Bitki kaynaklı gıda alerjileri ailelerine göre Şekil 1.'de sınıflandırılmaktadır.



Şekil 1. Bitki kaynaklı gıda alerjilerinin sınıflandırılması

1.1. Kupin Süper Ailesi

Kupin, en az altı β -katlanmış yaprakattan oluşan bir fiçı yapısını ifade eden Latince “cupa” dan türetilmiştir. Kupin, mantarlarda, damarlı bitkilerde ve hayvanlarda yaygın olarak bulunan çok işlevli bir protein ailesidir (Dunwell, 1998). Kupin süper ailesi, proteinlerin tek bir kupin alanı mı yoksa duplike (bicupin) veya multicupin (>2 kupin alanı) yapısı mı içerdiğine bağlı olarak farklı kupin alt gruplarına ayrılabilir (Dunwell ve ark., 2004). Enzimatik ve enzimatik olmayan işlevlerine göre en az 18 farklı fonksiyonel alt grup tahmin edilmektedir (Fu ve ark., 2019).

Kupin proteinlerinin çoğunluğu monomerik, dimerik veya oligomerik olan monokupinler veya tek alanlı kupinlerden oluşur (Fu ve ark., 2019). Monokupinler çoğunlukla dioksijenazlar ve fosfomannoz izomerazlar gibi enzimleri içerir (Dunwell ve ark., 2004). Bitkilerden elde edilen bir dimerik monokupin ailesi olan oksin bağlayıcı proteinler (ABP’ler), bitki hormonu oksin ile etkileşime girerek çeşitli bitkilerin büyüme yanıtlarında yer alır (Woo ve ark., 2014). Oligomerik monokupinler olarak germinler ve germin benzeri proteinler (GLP’ler), bitkideki en büyük kupin ailesidir. Germin, aşırı termal kararlılığa sahip bir hidrojen peroksit üreten oksalat oksidazdır. Bitkilerde biyotik ve abiyotik strese karşı savunmadan sorumludur (Fu ve ark., 2019). Yapısal analizler, germin (germin, oksalat oksidaz ve süperoksit dismutaz aktivitelere sahip manganez içeren bir homoheksamer) proteininin, manganez içeren disk şeklinde bir homoheksamer (dimerlerin trimeri) olduğunu ortaya koymuştur. Mısırdan elde edilen ABP1’in yapısı germin yapısına benzemekle birlikte %24 sekans özdeşliğini paylaşırlar. Ayrıca, ABP’ler elma ve çilek de dahil olmak üzere çok çeşitli bitkilerde kayda değer bir dizi koruması sergilemektedir (Woo ve ark., 2014).

Orijinal olarak damarlı bitki tohumu depolama proteinlerinde bulunan iki kupin alanına sahip proteinler, 7S globulin trimer (vicilin) ve 11S globulin heksamer (legumin) içerir. Bu proteinler termostabildir ve insanlar için besin değeri taşır (Fu ve ark., 2019). 7S ve 11S globulinler, dizilimde yaklaşık %35-45 özdeşliğe sahip olmalarına rağmen yüksek yapı benzerliğini paylaşırlar (Radauer ve Breiteneder, 2007). 7S globulin trimerinin moleküler ağırlığı yaklaşık 150-190 kDa’dır. Yer fıstığı alerjisi Ara h 1, ceviz alerjisi Jur r 2 ve susam alerjisi Ses i 1’in tümü bu proteine aittir. Yer fıstığı alerjisi Ara h 3, Brezilya fıstığı Ber e 2 ve karabuğday alerjisi Fag e 1, 11S globuline aittir (Mills ve ark., 2004). Son zamanlarda, güvercin bezelyesinde bulunan beş alerjen Caj c 1, Caj c 2, Caj c 3, Caj c 4 ve Caj c 5’de kupin üst ailesine sınıflandırılmıştır (Misra ve ark., 2010). Caj c 1, soya fasulyesinin β -conglycinin α zinciri ile yüksek bir dizi benzerliğine sahipken, Caj c 2, Caj c 3, Caj c 4 ve Caj c 5, soya fasulyesinin β -conglycinin α alt birimi ile yüksek benzerlik göstermiştir. Ayrıca tüm

bu proteinler, bilinen alerjenler olan mercimek (Len c 1 ve Len c 2), yer fıstığı (Ara h 1) ve bezelye (vicilin) ile benzerlik göstermiştir (Misra ve ark., 2010). Maş fasulyesinde kupin süper ailesinin üyeleri ve tohum albümini olarak tanımlanan potansiyel alerjenler, Vig r 2, Vig r 3, Vig r 4, Vig r 5 soya fasulyesi, mercimek, bezelye, acı bakla vb. alerjenlerle önemli dizi benzerliği sergilemiştir (Misra ve ark., 2011). Kupin süper ailesine ait alerjenler genel olarak Tablo 1.1.'de özetlenmiştir (Allergome, 2022).

Tablo 1.1. Kupin Süper Ailesi Alerjenleri

Alerjen İsmi	Biyokimyasal İsmi	Moleküller	
		Ağırlığı (kDA)	Alerjen Kaynağı
Ara h 1	<i>7S Globulin, Vicilin</i>	64	Yer Fıstığı (<i>Arachis hypogaea</i>)
Ara h 3	<i>11S Globulin, Glycinin, Legumin</i>	60	Yer Fıstığı (<i>Arachis hypogaea</i>)
Gly m 5	<i>7S Globulin, Vicilin</i>	53-76	Soya Fasulyesi (<i>Glycine max</i>)
Gly m 6	<i>11S Globulin, Glycinin, Legumin</i>	52-61	Soya Fasulyesi (<i>Glycine max</i>)
Lup an 1	<i>7S Globulin, Vicilin</i>	55-61	Acı bakla (<i>Lupinus angustifolius</i>)
Jug r 2	<i>7S Globulin, Vicilin</i>	44	Ceviz (<i>Juglans regia</i>)
Ses i 1	<i>2S Albümin</i>	9	Susam (<i>Sesamum indicum</i>)
Ber e 2	<i>11S Globulin</i>	29	Brezilya Fındığı (<i>Bertholletia excelsa</i>)
Len c 1	<i>Gama-Vicilin</i>	47	Mercimek (<i>Lens culinaris</i>)
Pis s 1	<i>Vicilin</i>	44	Bezelye (<i>Psium sativum</i>)
Pis s 2	<i>Convicilin</i>	63	Bezelye (<i>Psium sativum</i>)

1.2. Prolamin Süper Ailesi

Tahıl tanelerinin başlıca depolama proteinlerini temsil eden tahıl prolaminlerinden adını alan prolamin süper ailesi, yüksek prolin ve glutamin içeriği ile adlandırılmıştır (Shewry ve ark., 2002). Prolamin süper ailesinden birçok alerjen, ciddi anafilaktik reaksiyonlardan sorumlu olabilen önemli sınıf 1 gıda alerjenleri olarak ifade edilmiştir (Breiteneder ve Mills, 2005b). Bu süper aile ilk olarak 1985'te Kreis ve ark (1985) tarafından tanımlanmıştır. Prolamin süper ailesine ait alerjenler düşük moleküler ağırlıklı olup sekiz korunmuş sistein kalıntısı ve disülfid bağları ile bağlanmış oldukça benzer α -sarmal yapıya sahiptir (Breiteneder ve Radauer,

2004; Egger ve ark., 2010; Fu ve ark., 2019). Prolamin süper ailesi temel olarak, spesifik olmayan lipid transfer proteinleri (nsLTP'ler), α -amilaz/tripsin inhibitörleri ve 2S albümin olmak üzere bitki kaynaklı gıda alerjen proteinlerinin üç grubunu içerirler (Fu ve ark., 2019).

nsLTP'ler, damarlı bitkilerdeki tüm çözünür proteinlerin %4'ünü oluşturan küçük moleküllü çözünür proteinlerin bir sınıfıdır (Liu ve ark., 2015). nsLTP'ler, şeftali (Pru p 3), elma (Mal d 3), kayısı (Pru ar 3) ve (Pru d 3) vb. gibi Rosaceae meyvelerinde bulunan başlıca gıda alerjenleridir (Egger ve ark., 2010). nsLTP'ler ayrıca sebzeler, tahıllar ve kabuklu yemişler gibi diğer bitki kaynaklı gıdalarda da yaygın olarak bulunur. Bu alerjenler yüksek benzerliğe sahiptir. Molekül ağırlığına göre bitki nsLTP'leri, sırasıyla 9 kDa ve 7 kDa'lık moleküler ağırlıkla nsLTP1 ve nsLTP2 olmak üzere iki kategoriye ayrılabilir. Bu proteinler, hücre zarları arasında fosfolipid taşınmasını destekleyebilir. nsLTP'ler iyi stabiliteye sahiptir, 4 °C'de uzun süre saklanabilir. Yapıları 100 °C'de değişmez, enzim sindirimi için yüksek stabiliteye sahiptirler. Gastrointestinal sistemde sindirimden sonra bile immünojenite ve duyarlılıkları korunabilir. nsLTP'ler, boyutsal yapının stabilitesi için dahili dört disülfid bağına sahip dört α -helis tarafından oluşturulan kompakt yapı ile karakterize edilir. nsLTP'lere alerjisi olan hastalar genellikle spesifik IgE aracılı alerjik reaksiyonlar tarafından provoke edilerek ciddi alerjik semptomlar üretir. Bu nedenle, nsLTP'lere özgü IgE bir tehlike olarak kabul edilir ve şu anda alerjik reaksiyonlar için bir teşhis belirteci olarak araştırılmaktadır (Fu ve ark., 2019). Son zamanlarda, Pru p 3'ün yapısındaki hasarın sindirim, antijenite ve duyarlılaşma için stabiliteyi önemli ölçüde azalttığı ve yapısal olarak katlanmamış Prup 3'ün daha düşük alerjeniteye sahip olduğu bildirilmiştir. Bu da şeftali alerjisi olan hastaların tedavisi için aday bir aşı olabilir. (Toda ve ark., 2011).

α -amilaz/tripsin inhibitörleri temel olarak tahıllarda bulunur ve solunum yoluyla alerjiye neden olabilir. Bu nedenle fırıncı astımı (buğday, arpa ve çavdar) gibi mesleki alerjileri veya gastrointestinal sistem (buğday, arpa ve pirinç) yoluyla gıda alerjilerini tetikleyebilir (Fu ve ark., 2019). α -amilaz inhibitör protein, moleküler ağırlığı yaklaşık 16 kDa olan pirinç tanelerindeki en önemli alerjendir (Nakase ve ark., 1996). Mısır ve biranın (arpa kaynaklı) alerjenleri de α -amilaz inhibitör protein ailesine aittir (Fu ve ark., 2019). Tripsin inhibitörleri baklagiller ve tahıllarda yaygın olarak bulunur. Esas olarak bu ürünlerin tohumlarında, özellikle soya fasulyesi ve maş fasulyesinde mevcuttur.

2S albüminler birçok tek çenekli ve çift çenekli türde bulunan tohum depolama proteinlerinin ana grubunu oluşturmaktadır. Bitkiler üzerinde mantar saldırılarına karşı belirli bir koruyucu etkiye sahiptir. Brassicaceae familyasından napinler veya Brezilya cevizi 2S albümin Ber e 1 gibi tipik 2S albüminler, korunmuş zincirler arası disülfid bağları ile bir arada

tutulan yaklaşık 4 ve 9 kDa'lık iki alt birimden oluşan heterodimerik proteinlerdir (Egger ve ark., 2010). 2S albüminler, biyolojik olarak aktif peptitlerin sentezi için taşıyıcılar olarak genetik mühendisliği vasıtasıyla ve temel amino asitlerin içeriğini artırarak tahıl bitkilerinin besin özelliklerini geliştirmek için kullanılmıştır (Altenbach ve ark., 1992). Son yıllarda, bu protein ailesinin bazı üyeleri olan sarı hardal Sin a 1, Brezilya ve İngiliz cevizi Ber e 1 ve Jug r 1, fıstık Ara h 2 ve Ara h 6 gibi alerjik hastaların serumunda IgE'ye yüksek oranda bağlanma kabiliyetine sahip ana gıda alerjenleri olarak tanımlanmıştır (Moreno ve Clemente, 2008).

Yer fıstığı alerjisi, sistemik alerjik reaksiyonların yüksek sıklığı nedeniyle önemli bir sağlık sorunudur. Ölümcül ve ölüme yakın gıda kaynaklı anafilaksin en yaygın nedenidir. Fıstık alerjenleri arasında glikoprotein Ara h 2, Ara h 6 ve Ara h 7, tohum depolama proteinlerinin 2S albümin süper ailesi ile ilişkili olan conglutin protein ailesine aittir. Ayrıca soya fasulyesi 2S albüminleri, soya ürünleri artan sayıda beslenmede kullanıldığından ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle atopik deneklerin duyarlı hale gelme riskini artırabilir (Egger ve ark., 2010).

Kolza tohumu ve hardaldan elde edilen 2S albüminleri ve Brassicaceae familyasının üyeleri arasında IgE çapraz reaktivitesi gösterilebilir (Monsalve ve ark., 1997; Pastorello ve ark., 1998; Pastorello ve ark., 2001). Ayrıca 2S albüminlerinin tripsin veya simüle edilmiş mide sıvısı tarafından proteolize dirençli stabil proteinler olduğu da bildirilmiştir. Bu da bozulmamış alerjenlerin alerjenik aktiviteleri için önemli bir özellik oluşturan dolaşım sistemine girebileceğini gösterir (Murtagh ve ark., 2002). 2S albümin ailesi, tohumlardaki yaygın alerjenik proteinlerin önemli bir sınıfıdır. Duyarlı kişilerde meydana gelen olası klinik reaksiyonların yüksek insidansı ve aynı sınıfın farklı proteinleri arasında gerçek çapraz reaktivite olasılığı nedeniyle, neredeyse tüm yenilebilir tohumlardaki varlığı dikkate alınmalıdır (Egger ve ark., 2010). Prolamin süper ailesinde yer alan alerjenler Tablo 1.2.'de özetlenmiştir (Allergome, 2022).

Tablo 1.2. Prolamin Süper Ailesi Alerjenleri

Alerjen İsmi	Biyokimyasal İsmi	Moleküler Ağırlığı (kDA)	Alerjen Kaynağı
Ara h 6	<i>2S Albümin, Conglutin</i>	15	Yer Fıstığı (<i>Arachis hypogaea</i>)
Ara h 7	<i>2S Albümin, Conglutin</i>	15	Yer Fıstığı (<i>Arachis hypogaea</i>)
Ara h 9	<i>Spesifik olmayan lipid transfer proteini tip 1, nsLTP-1</i>	9,8	Yer Fıstığı (<i>Arachis hypogaea</i>)
Ara h 16	<i>Spesifik olmayan lipid transfer proteini tip 2, nsLTP-2</i>	8,5	Yer Fıstığı (<i>Arachis hypogaea</i>)
Ara h 17	<i>Spesifik olmayan lipid transfer proteini tip 1, nsLTP-1</i>	11	Yer Fıstığı (<i>Arachis hypogaea</i>)
Pru p 3	<i>Spesifik olmayan lipid transfer protein 1 (nsLTP1)</i>	10	Şeftali (<i>Prunus persica</i>)
Mal d 3	<i>Spesifik olmayan lipid transfer protein 1 (nsLTP1)</i>	9	Elma (<i>Malus domestica</i>)
Pru ar 3	<i>Spesifik olmayan lipid transfer protein 1 (nsLTP1)</i>	9	Kayısı (<i>Prunus armeniaca</i>)
Pru d 3	<i>Spesifik olmayan lipid transfer protein 1 (nsLTP1)</i>	9	Kayısı (<i>Prunus armeniaca</i>)
Sin a 1	<i>2S Albümin</i>	12	Ak Hardal (<i>Sinapis alba</i>)
Ber e 1	<i>2S Albümin</i>	9	Brezilya Fındığı (<i>Bertholletia excelsa</i>)
Jug r 1	<i>2S Albümin</i>	15-16	Ceviz (<i>Juglans regia</i>)
Gly m 1	<i>Prolamin</i>	7	Soya Fasulyesi (<i>Glycine max</i>)
Gly m 8	<i>Prolamin, 2S Albümin</i>	14	Soya Fasulyesi (<i>Glycine max</i>)

1.3. Bet v 1 Süper Ailesi

Bet v 1 süper ailesi, bitkilerin genelinde bulunur ve yaklaşık 154-160 amino asit kalıntısına sahip sekiz alt aileden oluşur (Radauer ve ark., 2008). Bu süper aile, birbirleri arasında düşük düzeyde dizi benzerliğine sahiptir ve patogenezele ilgili protein ailesi 10'u (PR-10), başlıca lateks proteinleri ailesini ve olgunlaşma ile ilgili proteinleri, norkoklaurin sentazları ve baklagillerden sitokinin bağlayıcı proteinleri içerir. Huş poleni alerjisi Bet v 1, huş poleni alerjisinin %90'ını oluşturan bu ailenin temsili bir üyesidir (Jarolim ve ark., 2010).

PR-10 protein ailesi, başlıca huş poleni alerjisi Bet v 1'dir (van Loon ve ark., 2006); çift çenekli bitkilerde (Wen ve ark., 1997), tek çenekli bitkilerde (Wang ve ark., 1999) ve açık tohumlu bitkilerde bulunur (Yu ve ark., 2000). PR-10 proteinleri, farklı şekilde eksprese edilen izoformlarla karakterize edilen küçük gen ailelerinin üyeleridir. Huş ağacında on üç gen lokusu tespit edilmiş, bunlardan yedisi polende spesifik olarak eksprese

edilen kodlanmış proteinler olarak belirtilmiştir (Schenk ve ark., 2006).

PR-10 protein ekspresyonunun düzenlenmesi stres kaynaklı ve gelişimsel olarak düzenlenmiş iki türe ayrılabilir. Stres kaynaklı PR-10 protein ekspresyonu, patojen enfeksiyonu (Swoboda ve ark., 1995), bitki hormonları (Wang ve ark., 1999), yaralanma (Liu ve ark., 2005), tuz stresi (Jain ve ark., 2006) veya soğuk (Yu ve ark., 200) tarafından tetiklenir. Gelişimsel olarak düzenlenen PR-10 proteinleri, polen, tohumlar, meyveler veya depolama organlarında yüksek oranda eksprese edilir ve Bet v 1 ile çapraz reaktif alerjenler olarak tanımlanır (Vieths ve ark., 2010). Başlıca lateks proteini/olgunlaşma ile ilgili protein ailesi, afyon haşhaşı ve muz gibi lateks üreten bitkilerde, yabani çilek ve soya fasulyesi dahil olmak üzere olgunlaşan meyvelerden elde edilen proteinleri içerir (Fu ve ark., 2019). Çayır sedefi (*Thalictrum flavum*) ve haşhaştan klonlanan (S)-norkoklaurin sentazları, benzilzokinolin alkaloidlerinin (örn., morfin) biyosentezindeki ilk adımı katalize eder (Liscombe ve ark., 2005; Gammon ve ark., 2010). PR-10 ve (S)-norkoklaurin sentazlarından ayrı bir aile oluşturan sitokinin bağlayıcı proteinler baklagiller, maş fasulyesi ve acı baklada bulunmuştur (Pasternak ve ark., 2006).

Bet v 1 homolog proteinler huş poleni, olgun meyveler (elma, armut, kiraz ve Rosaceae'nin diğer üyeleri), bitki kökleri (havuç, vb.), bitki soğanları, kereviz vb. ifade edilir. Bunun yanı sıra, Bet v 1 homolog proteinin ekspresyonu, patojenler tarafından enfekte olan veya stres altında büyüyen bitkilerde yukarı doğru düzenlenebilir. Aynı zamanda Bet v 1 homolog proteini, potansiyel solunan bir alerjendir. Başlangıçta polene alerjisi olan hastaların çoğu, genellikle meyvelerdeki (elma, armut, kiraz, kivi, jack meyvesi), fındıktaki ve sebzelerdeki (havuç, kereviz ve kişniş) Bet v 1 homolog proteinlerine de alerjisi olur (Geroldinger-Simic ve ark., 2011), ancak alerjik semptomlar genellikle hafiftir ve ağız boşluğu ile sınırlı olup oral alerjik sendrom olarak adlandırılır (Fu ve ark., 2019). Bet v 1 süper ailesinde yer alan alerjenler Tablo 1.3.'de özetlenmiştir (Allergome, 2022).

Tablo 1.3. Bet v 1 Süper Ailesi Alerjenleri

Alerjen İsmi	Biyokimyasal İsmi	Moleküler Ağırlığı (kDA)	Alerjen Kaynağı
Ara h 8	<i>PR-10, Bet v 1</i>	17	Yer Fıstığı (<i>Arachis hypogaea</i>)
Cor a 1	<i>PR-10, Bet v 1</i>	17	Fındık (<i>Corylus avellana</i>)
Pru d 1	<i>PR-10, Bet v 1</i>	18	Erik (<i>Prunus domestica</i>)
Mal d 1	<i>PR-10, Bet v 1</i>	17,5	Elma (<i>Malus domestica</i>)

Act d 8	<i>PR-10, Bet v 1</i>	17	Kivi (<i>Actinidia deliciosa</i>)
Pru p 1	<i>PR-10, Bet v 1</i>	17	Şeftali (<i>Prunus persica</i>)
Pru ar 1	<i>PR-10, Bet v 1</i>	17	Kayısı (<i>Prunus armeniaca</i>)
Pru av 1	<i>PR-10, Bet v 1</i>	9	Kiraz (<i>Prunus avium</i>)
Api g 1	<i>PR-10, Bet v 1</i>	16	Kereviz (<i>Apium graveolens</i>)
Sola l 4	<i>PR-10, Bet v 1, TSI-1</i>	20	Domates (<i>Solanum lycopersicum</i>)
Dau c 1	<i>PR-10, Bet v 1</i>	16	Havuç (<i>Daucus carota</i>)
Pyr c 1	<i>PR-10, Bet v 1</i>	18	Armut (<i>Pyrus communis</i>)
Fra a 1	<i>PR-10, Bet v 1</i>	18	Çilek (<i>Fragaria ananassa</i>)
Rub i 1	<i>PR-10, Bet v 1</i>	17	Ahududu (<i>Rubus idaeus</i>)

1.4. Profilinler

Profilinler tüm ökaryotik hücrelerde bulunur ve sitozolik proteinlerdir. Aktinin bağlayıcı bir proteini olarak (Kreis ve ark., 1985), hücre içi taşıma, hücre morfolojisi ve bölünmenin düzenlenmesinde anahtar bir rol oynamaktadır. Profilinleri kodlayan genler bir gen ailesi oluşturur (Maruyama ve ark., 1998) ve bu nedenle 14 kDa civarında korunmuş dizi uzunluğu ile birbirleriyle yüksek dizi benzerliği (dizi benzerliğinin %75'inden fazlası) gösterirler. Omurgalılarından ve diğer organizmalardan elde edilen profilinler arasındaki dizi benzerliği düşük olmasına rağmen, tüm profilinlerin 3D yapıları önemli ölçüde benzerdir (Fu ve ark., 2019). Bunların tümü kompakt küresel karışık α/β yapılarıdır. Büyük ölçüde korunmuş dizileri nedeniyle monokot ve dikot polenlerinde, bitkisel gıdalarda ve Hevea lateksinde yüksek oranda çapraz reaktif alerjenler ailesini oluştururlar (Radauer ve Breiteneder, 2007). Buğday, barbunya, domates gibi farklı bitkilerden çok sayıda profilin geni klonlanmış ve bunların immünolojik özellikleri de incelenmiştir. 1991 yılında huş ağacı Bet v 2'nin ikincil alerjeni, alerji araştırmacıları arasında ilgi çeken bir profilin olarak tanımlanmıştır. Alerjenler olarak profilinler esas olarak bitki poleni, meyve ve armut Pyr c 4, kiraz Pru av 4, şeftali Pru p 4 vb. gibi sebzelerde bulunur. Genellikle huş ağacı polenine alerjisi olan hastaların %10-20'sinin profilinlerin alerji semptomlarını gösterdiği tahmin edilmektedir. Bu nedenle profilin alerjisi, polenle ilişkili potansiyel bir gıda alerjisi riski olarak kabul edilmektedir (Fu ve ark., 2019). Asero ve ark. (2003), meyve ve sebzelere alerjisi olan bir grup hastayı inceleyerek profilin duyarlılığı ile kavun, turunçgiller, muz ve domateslerin neden olduğu klinik alerjiler arasında bir ilişki tespit etmişlerdir. Profilinlerin çeşitli bitkiler arasındaki sıralı ve yapısal benzerlikleri kolaylıkla IgE

aracılı alerjik çapraz reaksiyona yol açabilir. Kereviz profilinleri Mal d 4 ve Cuc m 2'ye yapılan ısıtma, radyasyon ve ultra yüksek basınç muamelesinin in vitro deneyleri, IgE'nin bağlanma aktivitesi üzerinde hiçbir etkiye sahip değildir. Bununla birlikte, mide sıvısındaki düşük pH ve sindirim yeteneği ile profilinler kolayca bozularak daha fazla alerjik aktivite göstermemiştir (López-Torrejón ve ark., 2010, Ma ve ark., 2010). Profilin alerjenleri Tablo 1.4.'de özetlenmiştir (Allergome, 2022).

Tablo 1.4. Profilin Alerjenleri

Alerjen İsmi	Biyokimyasal İsmi	Moleküler Ağırlığı (kDA)	Alerjen Kaynağı
Ara h 5	Profilin	15	Yer Fıstığı (Arachis hypogaea)
Gly m 3	Profilin	14	Soya Fasulyesi (Glycine max)
Lup a 5	Profilin	15	Beyaz acı bakla (Lupinus albus)
Tri a 12	Profilin	14	Buğday (Triticum aestivum)
Cor a 2	Profilin	14	Fındık (Corylus avellana)
Jug r 7	Profilin	13	Ceviz (Juglans regia)
Pru du 4	Profilin	14	Badem (Amygdalus communis)
Mal d 4	Profilin	14	Elma (Malus domestica)
Act d 9	Profilin	14	Kivi (Actinidia deliciosa)
Pru p 4	Profilin	14	Şeftali (Prunus persica)
Pru av 4	Profilin	15	Kiraz (Prunus avium)
Api g 4	Profilin	15	Kereviz (Apium graveolens)
Sola l 1	Profilin	14	Domates (Solanum lycopersicum)
Cuc m 2	Profilin	14	Kavun (Cucumis melo)
Mus a 1	Profilin	14	Muz (Musa acuminata)
Dau c 4	Profilin	14	Havuç (Daucus carota)
Ana c 1	Profilin	14	Ananas (Ananas comosus)
Pho d 2	Profilin	14	Hurma (Phoenix dactylifera)
Zea m 12	Profilin	14	Mısır (Zea mays)
Pyr c 4	Profilin	14	Armut (Pyrus communis)
Beta v 2	Profilin	14	Pancar (Beta vulgaris)
Fra a 4	Profilin	14	Çilek (Fragaria ananassa)
Cap a 2	Profilin	14	Kırmızı Biber (Capsicum annuum)
Cit s2	Profilin	13	Portakal (Citrus sinensis)

2. Diğer Bitki Kaynaklı Alerjen Aileleri

2.1. Kitinazlar

Kitinazlar, kitin polimerlerinin hidrolizini katalize eden enzimlerdir. Kitinazlar, 18 veya 19 glikozid hidrolaz ailelerinin üyeleridir (Henrissat, 1991). Bitkilerden elde edilen endokitinazlar 19'a aittir (sınıf IA veya I ve IB veya II olarak da bilinir). Böceklerin dış iskeletinin ve birçok patojenik mantarın hücre duvarlarının ana yapısal bileşeni olan kitini parçalayabilir (Kasprzewska, 2003). Sınıf I kitinazlar, varsayılan kitin bağlama özellik-

lerine sahip hevein alanı olarak adlandırılan bir N-terminali içerir (Breiteneder ve Mills, 2008). Bu hevein alanı, başlıca *Hevea brasiliensis* lateks alerjeni Hev b 6.02, hevein ile yüksek sekans özdeşliğini paylaşır (Salcedo ve ark., 2001). Avokado, muz ve kestane gibi meyvelerden elde edilen Sı-nıf I kitinazlar, Hev b 6.02 ile çapraz reaksiyona giren ana alerjenler olarak tanımlanmıştır (Breiteneder ve Mills, 2008).

2.2. Sistein Proteaz Süper Ailesi

C1 veya papain-benzeri familyanın sistein proteazları, başlangıçta katalitik bölgelerinin bir parçası olarak bir sistein kalıntısına sahip olmaları ile karakterize edilmiş, son yıllarda korunmuş glutamin, sistein, histidin ve asparajin kalıntılarını içerecek şekilde genişletilmiştir (Breiteneder ve Mills, 2008). C1 proteaz ailesinde bazı üyeler proteaz olarak hareket etme kapasitesini kaybetmiş olabilir. Bunun örneği, aktif bölge sistein kalıntısının yerini bir glisinin aldığı soya fasulyesi P34 proteindir (Kalinski ve ark., 1990). Bu aileye kivi meyvesinden elde edilen aktinidin (Act c 1) ve soya fasulyesi kaynaklı atopik dermatitte yer alan Gly m Bd 30K, Gly m 1 veya P34 olarak bilinen bir alerjen olmak üzere iki ana gıda alerjeni aittir (Ogawa ve ark., 1993; Pastorello ve ark., 1998).

2.3. Proteaz İnhibitörleri ve Lektinler

Kunitz/sığır pankreas tripsin inhibitörü ailesi serin, tiyol, aspartik ve subtilisin proteazlarına karşı aktiftir. Bunlar genellikle küçüktür ve proteinlerin üç boyutlu yapısını sınırlayan üç disülfid bağına sahiptirler. Yapısal olarak ilişkili proteinlerin bir üst familyasına aittirler, dizi benzerliği paylaşmazlar. İnterlökin-1 proteinleri, heparin bağlayıcı büyüme faktörleri (HBGF) ve histaktofilin gibi çeşitli proteinleri içerirler. Bitkilerde zararlılara ve patojenlere karşı savunmada rol oynarlar. Soya fasulyesinde ve patatesten Kunitz inhibitör ailesine ait küçük alerjenler tanımlanmıştır. Aglütinine ek olarak, yer fıstığında bulunan bir lektin minör alerjen olarak tanımlanmıştır (Breiteneder ve Mills, 2008).

2.4. Taumatin Benzeri Proteinler

Thaumatococcus benzeri proteinler (TLP'ler) isimlerini, Batı Afrika yağmur ormanı çalısı *Thaumatococcus daniellii*'nin meyvelerinden izole edilen, yoğun bir tatlı tadım proteini olan thaumatin ile olan dizi benzerliklerinden almıştır. Yaklaşık 20 kDa'lık bir moleküler ağırlığına sahiptir ve sekiz disülfid bağı ile daha da stabilize edilen bir antiparalel β -tabaka yapısı oluşturur (Leone ve ark., 2006). TLP'ler, patojen tehdidine yanıt olarak bitkilerde birikerek thaumatin ve ozmotini de içeren PR-5 protein ailesine aittir (van Loon ve ark., 2006). Son filogenetik ve yapısal çalışmalar, PR-5 proteinlerinin bitkiler, böcekler ve nematodlar arasında korunan eski bir protein ailesi oluşturduğunu ortaya koymuştur (Shatters ve ark., 2006).

Meyvelerden elde edilen birkaç alerjenik TLP tanımlanmıştır. Bunlara elmadan Mal d 2, dolmalık biberden, tatlı kirazdan Pru av 2, kividen Act c 2 ve üzümde alerjenik TLP dahildir (Breiteneder ve Mills, 2008). TLP'lerin yapısı, sekiz disülfid bağı ile stabilize edilir. Bu yaygın disülfid çapraz bağlanması, mısırdan bir TLP olan bir zeamatin için gösterildiği gibi TLP yapısı iskelesine proteoliz için yüksek stabilite sağlar. Üzüm meyveleri tarafından üretilen alerjenik TLP'lerin tüm şaraplaştırma süreci boyunca devam etmesinin nedeni de budur ve şarapta bulunan başlıca proteinler arasındadır (Flamini ve De Rosso, 2006; Breiteneder ve Mills, 2008).

2.5. Oleosinler

Oleosinler, küçük depolama yağı damlacıkları ile birlikte bulunan hidrofobik bitki proteinleridir. Esas olarak triaçilgliserollerden oluşan ve bir fosfolipit/oleosin halkası ile çevrelenmiş ayrı küresel organellerdir. Son zamanlarda birkaç oleosin tanımlanmış ve bunların hepsinin üç ayrı alan içerdiği doğrulanmıştır. Yaklaşık 70 amino asit kalıntısından oluşan korunmuş bir hidrofobik alan, daha az korunmuş amino asit dizileriyle daha hidrofobik alan, daha az korunmuş amino asit dizileriyle daha hidrofobik alan bir N- ve bir C-terminal alanı ile çevrili alifatik amino asitler açısından özellikle zengindir. Alerjik oleosinler susamda (Ses i 4 ve Ses i 5), sert kabuklu yemişlerde (fıstık ve fındık oleozinleri), bakliyatlarda ve tohumlarda tanımlanmıştır (Leduc ve ark., 2006; Capuano ve ark., 2007).

2.6. Tiyoredoksinler

Tiyoredoksinler, Archaeobacteria'dan insana kadar birçok türde bulunan küçük enzimlerdir. Geniş bir protein yelpazesi ile etkileşime giren genel protein disülfid oksido-redüktazlar olarak hizmet ederler. Alerjenik tiyoredoksinler, bitkilerde olduğu kadar mantarlarda da tanımlanmıştır. Buğday (Tri a 25) ve mısırdan (Zea m 25) elde edilen tiyoredoksinler, Avrupa ülkelerinde %4-10'unu etkileyen bir meslek hastalığı olan fırıncı astımı ile ilişkilidir (Holmgren, 1995).

2.7. β -Amilazlar

β -Amilazlar, nişasta tipi polisakkarit substratlarındaki 1,4- α glukosidik bağları hidrolize eden eksoamilazlar grubuna ait enzimlerdir. Bu enzimler, arpa alerjisi Hor v 17 için gösterildiği gibi alerjik reaksiyonlara neden olabilecekleri bitkilerde olduğu kadar çok çeşitli mikroorganizmalarda da bulunur (Horvathova ve ark., 2001; van der Maarel ve ark., 2002).

KAYNAKLAR

- Aalberse, R. C. (2000). Structural biology of allergens. *Journal of allergy and clinical immunology*, 106(2), 228-238.
- Allergome. (2022). Erişim tarihi, 01.10.2022. Erişim adresi, www.allergome.org
- Altenbach, S. B., Kuo, C. C., Staraci, L. C., Pearson, K. W., Wainwright, C., Georgescu, A., & Townsend, J. (1992). Accumulation of a Brazil nut albumin in seeds of transgenic canola results in enhanced levels of seed protein methionine. *Plant molecular biology*, 18(2), 235-245.
- Asero, R., Mistrello, G., Roncarolo, D., Amato, S., Zanoni, D., Barocci, F., & Calderoni, G. (2003). Detection of clinical markers of sensitization to profilin in patients allergic to plant-derived foods. *Journal of allergy and clinical immunology*, 112(2), 427-432.
- Breiteneder, H., & Ebner, C. (2000). Molecular and biochemical classification of plant-derived food allergens. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 106(1), 27-36.
- Breiteneder, H., & Ebner, C. (2001). Atopic allergens of plant foods. *Current opinion in allergy and clinical immunology*, 1(3), 261-267.
- Breiteneder, H., & Radauer, C. (2004). A classification of plant food allergens. *Journal of allergy and clinical immunology*, 113(5), 821-830.
- Breiteneder, H., & Mills, E. C. (2005a). Plant food allergens—structural and functional aspects of allergenicity. *Biotechnol Adv*, 23, 395-399.
- Breiteneder, H., & Mills, E. C. (2005b). Molecular properties of food allergens. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 115(1), 14-23.
- Breiteneder, H., & Mills, E. C. (2008). Food Allergens: Molecular and Immunological Characteristics. In: *Food Allergy Adverse Reactions to Foods and Food Additives*, Eds: Metcalfe, D. D., Sampson, H. A., Simon, R. A. USA: Blackwell Publishing, pp. 43-61.
- Capuano, F., Beaudoin, F., Napier, J. A., & Shewry, P. R. (2007). Properties and exploitation of oleosins. *Biotechnology advances*, 25(2), 203-206.
- Dunwell, J. M. (1998). Cupins: a new superfamily of functionally diverse proteins that include germins and plant storage proteins. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 15(1), 1-32.
- Dunwell, J. M., Purvis, A., & Khuri, S. (2004). Cupins: the most functionally diverse protein superfamily?. *Phytochemistry*, 65(1), 7-17.
- Egger, M., Hauser, M., Mari, A., Ferreira, F., & Gadermaier, G. (2010). The role of lipid transfer proteins in allergic diseases. *Current allergy and asthma reports*, 10(5), 326-335.
- Flamini, R., & De Rosso, M. (2006). Mass spectrometry in the analysis of grape and wine proteins. *Expert Review of Proteomics*, 3(3), 321-331.

- Fu, L., Cherayil, B. J., Shi, H., Wang, Y., Zhu, Y. (2019). Species and Structure of Food Allergens: Epitopes and Cross-Reactivity. In: Food Allergy From Molecular Mechanisms to Control Strategies. Singapore: Springer, pp. 13-33.
- Gammon, G., Shastri, N., Cogswell, J., Wilbur, S., Sadegh-Nasseri, S., Krzych, U., ... & Sercarz, E. (1987). The choice of T-cell epitopes utilized on a protein antigen depends on multiple factors distant from, as well as at the determinant site. *Immunol. Rev.*, 98(98), 53-73.
- Geroldinger-Simic, M., Zelniker, T., Aberer, W., Ebner, C., Egger, C., Greiderer, A., ... & Bohle, B. (2011). Birch pollen-related food allergy: Clinical aspects and the role of allergen-specific IgE and IgG4 antibodies. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 127(3), 616-622.
- Henrissat, B. (1991). A classification of glycosyl hydrolases based on amino acid sequence similarities. *Biochemical Journal*, 280(2), 309-316.
- Holmgren, A. (1995). Thioredoxin structure and mechanism: conformational changes on oxidation of the active-site sulfhydryls to a disulfide. *Structure*, 3(3), 239-243.
- Horvathova, V., Janecek, S., & Sturdik, E. (2001). Amylolytic enzymes: molecular aspects of their properties. *General physiology and biophysics*, 20(1), 7-32.
- Jain, S., Srivastava, S., Sarin, N. B., & Kav, N. N. (2006). Proteomics reveals elevated levels of PR 10 proteins in saline-tolerant peanut (*Arachis hypogaea*) calli. *Plant Physiology and Biochemistry*, 44(4), 253-259.
- Jarolim, E., Rumpold, H., Endler, A. T., Ebner, H., Breitenbach, M., Scheiner, O., & Kraft, D. (1989). IgE and IgG antibodies of patients with allergy to birch pollen as tools to define the allergen profile of *Betula verrucosa*. *Allergy*, 44(6), 385-395.
- Kalinski, A., Weisemann, J. M., Matthews, B. F., & Herman, E. M. (1990). Molecular cloning of a protein associated with soybean seed oil bodies that is similar to thiol proteases of the papain family. *Journal of Biological Chemistry*, 265(23), 13843-13848.
- Kasprzewska, A. N. N. A. (2003). Plant chitinases-regulation and function. *Cellular and Molecular Biology Letters*, 8(3), 809-824.
- Kreis, M., Forde, B. G., Rahman, S., Mifflin, B. J., & Shewry, P. R. (1985). Molecular evolution of the seed storage proteins of barley, rye and wheat. *Journal of molecular biology*, 183(3), 499-502.
- Leduc, V., Moneret-Vautrin, D. A., Tzen, J. T. C., Morisset, M., Guerin, L., & Kanny, G. (2006). Identification of oleosins as major allergens in sesame seed allergic patients. *Allergy*, 61(3), 349-356.
- Leone, P., Menu-Bouaouiche, L., Peumans, W. J., Payan, F., Barre, A., Roussel, A., ... & Rougé, P. (2006). Resolution of the structure of the allergenic and

- antifungal banana fruit thaumatin-like protein at 1.7-Å. *Biochimie*, 88(1), 45-52.
- Liu, F., Zhang, X., Lu, C., Zeng, X., Li, Y., Fu, D., & Wu, G. (2015). Non-specific lipid transfer proteins in plants: presenting new advances and an integrated functional analysis. *Journal of experimental botany*, 66(19), 5663-5681.
- Liscombe, D. K., MacLeod, B. P., Loukanina, N., Nandi, O. I., & Facchini, P. J. (2005). Evidence for the monophyletic evolution of benzyloisoquinoline alkaloid biosynthesis in angiosperms. *Phytochemistry*, 66(11), 1374-1393.
- López-Torrejón, G., Crespo, J. F., Sánchez-Monge, R., Sánchez-Jiménez, M., Alvarez, J., Rodriguez, J., & Salcedo, G. (2005). Allergenic reactivity of the melon profilin Cuc m 2 and its identification as major allergen. *Clinical & experimental allergy*, 35(8), 1065-1072.
- Ma, Y., Zuidmeer, L., Bohle, B., Bolhaar, S. T. H., Gadermaier, G., Gonzalez-Mancebo, E., ... & Hoffmann-Sommergruber, K. (2006). Characterization of recombinant Mal d 4 and its application for component-resolved diagnosis of apple allergy. *Clinical & Experimental Allergy*, 36(8), 1087-1096.
- Maruyama, N., Ichise, K., Katsube, T., Kishimoto, T., Kawase, S. I., Matsumura, Y., ... & Utsumi, S. (1998). Identification of major wheat allergens by means of the *Escherichia coli* expression system. *European Journal of Biochemistry*, 255(3), 739-745.
- Mills, E. C., Jenkins, J. A., Alcocer, M. J., & Shewry, P. R. (2004). Structural, biological, and evolutionary relationships of plant food allergens sensitizing via the gastrointestinal tract. *Critical reviews in food science and nutrition*, 44(5), 379-407.
- Misra, A., Kumar, R., Mishra, V., Chaudhari, B. P., Tripathi, A., Das, M., & Dwivedi, P. D. (2010). Partial characterization of red gram (*Cajanus cajan* L. Millsp) polypeptides recognized by patients exhibiting rhinitis and bronchial asthma. *Food and chemical toxicology*, 48(10), 2725-2736.
- Misra, A., Kumar, R., Mishra, V., Chaudhari, B. P., Raisuddin, S., Das, M., & Dwivedi, P. D. (2011). Potential allergens of green gram (*Vigna radiata* L. Millsp) identified as members of cupin superfamily and seed albumin. *Clinical & Experimental Allergy*, 41(8), 1157-1168.
- Monsalve RI, Gonzalez de la Pena MA, Lopez-Otin, C, et al., 1997. Detection, isolation and complete amino acid sequence of an aeroallergenic protein from rapeseed flour. *Clin Exp Allergy*, 27, 833–841.
- Moreno, F. J., & Clemente, A. (2008). 2S albumin storage proteins: what makes them food allergens?. *The open biochemistry journal*, 2, 16.
- Murtagh, G. J., Dumoulin, M., Archer, D. B., & Alcocer, M. J. (2002). Stability of recombinant 2 S albumin allergens in vitro.
- Nakase, M., Hotta, H., Adachi, T., Aoki, N., Nakamura, R., Masumura, T., ... & Matsuda, T. (1996). Cloning of the rice seed α -globulin-encoding gene:

- sequence similarity of the 5'-flanking region to those of the genes encoding wheat high-molecular-weight glutenin and barley D hordein. *Gene*, 170(2), 223-226.
- Ogawa, T., Tsuji, H., Bando, N., Kitamura, K., Zhu, Y. L., Hirano, H., & Nishikawa, K. (1993). Identification of the soybean allergenic protein, Gly m Bd 30K, with the soybean seed 34-kDa oil-body-associated protein. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 57(6), 1030-1033.
- Pasternak, O., Bujacz, G. D., Fujimoto, Y., Hashimoto, Y., Jelen, F., Otlewski, J., ... & Jaskolski, M. (2006). Crystal structure of *Vigna radiata* cytokinin-specific binding protein in complex with zeatin. *The Plant Cell*, 18(10), 2622-2634.
- Pastorello, E. A., Farioli, L., Pravettoni, V., Ispano, M., Conti, A., Ansaloni, R., ... & Ortolani, C. (1998). Sensitization to the major allergen of Brazil nut is correlated with the clinical expression of allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 102(6), 1021-1027.
- Pastorello, E. A., Pravettoni, V., Trambaioli, C., Pompei, C., Brenna, O., Farioli, L., & Conti, A. (2001). Lipid transfer proteins and 2S albumins as allergens. *Allergy*, 56, 45-47.
- Radauer, C., & Breiteneder, H. (2007). Evolutionary biology of plant food allergens. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 120(3), 518-525.
- Radauer, C., Lackner, P., & Breiteneder, H. (2008). The Bet v 1 fold: an ancient, versatile scaffold for binding of large, hydrophobic ligands. *BMC evolutionary biology*, 8(1), 1-19.
- Salcedo, G., Diaz-Perales, A., & Sanchez-Monge, R. (2001). The role of plant panallergens in sensitization to natural rubber latex. *Current opinion in allergy and clinical immunology*, 1(2), 177-183.
- Schenk, M. F., Gilissen, L. J., Esselink, G. D., & Smulders, M. J. (2006). Seven different genes encode a diverse mixture of isoforms of Bet v 1, the major birch pollen allergen. *BMC genomics*, 7(1), 1-15.
- Shatters, R. G., Boykin, L. M., Lapointe, S. L., Hunter, W. B., & Weathersbee, A. A. (2006). Phylogenetic and structural relationships of the PR5 gene family reveal an ancient multigene family conserved in plants and select animal taxa. *Journal of Molecular Evolution*, 63(1), 12-29.
- Shewry, P. R., Beaudoin, F., Jenkins, J., Griffiths-Jones, S., & Mills, E. N. C. (2002). Plant protein families and their relationships to food allergy. *Biochemical Society Transactions*, 30(6), 906-910.
- Swoboda, I., Scheiner, O., Heberle-Bors, E., & Vicente, O. (1995). cDNA cloning and characterization of three genes in the Bet v 1 gene family that encode pathogenesis-related proteins. *Plant, Cell & Environment*, 18(8), 865-874.
- Toda, M., Reese, G., Gadermaier, G., Schulten, V., Lauer, I., Egger, M., ... & Scheurer, S. (2011). Protein unfolding strongly modulates the allergenicity

- and immunogenicity of Pru p 3, the major peach allergen. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 128(5), 1022-1030.
- Van Der Maarel, M. J., Van der Veen, B., Uitdehaag, J. C., Leemhuis, H., & Dijkhuizen, L. (2002). Properties and applications of starch-converting enzymes of the α -amylase family. *Journal of biotechnology*, 94(2), 137-155.
- van Loon, L. C., Rep, M., & Pieterse, C. M. (2006). Significance of inducible defense-related proteins in infected plants. *Annual review of phytopathology*, 44, 135-162.
- Vieths, S., Scheurer, S., & Ballmer-Weber, B. (2002). Current understanding of cross-reactivity of food allergens and pollen. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 964(1), 47-68.
- Wang, C. S., Huang, J. C., & Hu, J. H. (1999). Characterization of two subclasses of PR-10 transcripts in lily anthers and induction of their genes through separate signal transduction pathways. *Plant Molecular Biology*, 40(5), 807-814.
- Wen, J., Vanek-Krebitz, M., Hoffmann-Sommergruber, K., Scheiner, O., & Breiteneder, H. (1997). The potential of Betv1 Homologues, a nuclear multigene family, as phylogenetic markers in flowering plants. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 8(3), 317-333.
- Woo, E. J., Marshall, J., Baulry, J., Chen, J. G., Venis, M., Napier, R. M., & Pickersgill, R. W. (2002). Crystal structure of auxin-binding protein 1 in complex with auxin. *The EMBO journal*, 21(12), 2877-2885.
- Yu, X., Ekramoddoullah, A. K., & Misra, S. (2000). Characterization of Pin m III cDNA in western white pine. *Tree physiology*, 20(10), 663-671.

BÖLÜM 11

TÜRKİYE VE BATI AKDENİZ BÖLGESİ ORMAN VARLIĞI, ORMAN YANGINLARI VE ORMAN YANGINLARI EKONOMİSİ¹

*Ahmet TOLUNAY², Mehmet ÖZMIŞ³,
Türkey TÜRKÖĞLU⁴*

1 Bu çalışma, Isparta uygulamalı Bilimler Üniversitesi (ISUBÜ), Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tamamlanan "Ekosistem Hizmeti Oluşturan Kırsal Etkinliklere Yönelik Ödeme Eğiliminin Belirlenmesi: Orman Kaynaklarında Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliği ile Orman Yangını Riskinin Azaltılması Örneği" adlı Doktora tez çalışmasının bir bölümü olup, 1170549 numaralı projeye TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

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

3 Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Eğirdir Orman İşletme Müdürlüğü, Kuzukulağı Orman İşletme Şefliği, Aksu, Isparta, mehmetozmis@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6672-2274

4 Doç. Dr. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Köyceğiz/Muğla, turkayturkoglu@mu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-2011-0410

1. Ormanın Tanımı

Orman toprağından belirli yükseklik ve sıklıktaki ağaçlar, yosun ve mantarlar, toprağın üstünde ve altında yaşıyan mikroorganizmalar, çeşitli hayvan ve böcekler ile oluşturduğı düzene ya da hayat birliğine, orman denir (Aytuğ, 1976).

Orman, insan eli ile ya da kendiliğinden yetişmiş olan ağaçcık örtüsü ve ağaç bölgeleri olup orman arazisi ise ormanla örtülü arazilerdir (Doğay, 1988).

Birçok hayvan ve bitki türünden oluşan yaşam bütünlüğü; orman şeklinde tanımlanmaktadır ve canlı bir organizma olduğu belirtilmektedir (TÇV, 1999).

Başka bir tanım da ise; “Orman, ekoloji, sosyo-kültürel ve ekonomi açılarından insanlık için maddi ve manevi çok fazla yarar sağlamaktadır. Yakıt, temiz hava, peyzaj düzenlemeleri, gelir kaynağı ve ilaç bunlardan bazılarıdır. Orman, ekosistem olarak değerlendirildiğinde ise, canlı ve cansız çevre ile etkileşimde bulunan topluluk” olarak nitelendirilebilir (Anonim, 2012).

Orman sözcüğü Latince kökenli “Foris” sözcüğünden gelmekte olup yerleşim birimlerinin dışında kalan kırsal, boş alanları kapsamaktadır. Dilimizde orman olarak kullanılan bu kelimenin diğer dillerdeki karşılıkları örneğın İngilizcede “Forest”, Fransızcada “Forét”, Almandada “Forst” sözcükleri olmaktadır (Eryılmaz ve Tolunay, 2016).

1.1. Ormanların Önemi

Ormanlar, dünya kara yüzeyinin yaklaşık olarak 1/3’ünü kaplamaktadır. Sağlıklı bir orman ekosistemi, biyolojik çeşitliliğın ana kaynağıdır. Bu zengin biyolojik çeşitlilik; tarım, turizm, kent ve köy yaşamına, inşaat, tıp ve eczacılığa kısacası ekolojik, ekonomik ve sosyal hayata doğrudan ve dolaylı yollarla katkı sağlamaktadır. Bu sebeplerden dolayı ormanlar, korunması gereken çevresel değerler açısından önemli bir yer tutmaktadır (Anonim, 2016).

Orman ekosistemleri, insanoğlunun yaşamını devam ettirmesi için en temel doğal kaynaklardan bir tanesidir. Karasal orman ekosistemleri insanoğlu için temiz su, temiz hava ve verimli topraklar dâhil olmak üzere çok çeşitli hizmetler sunmaktadır. Orman ekosistemleri, toplumun birçok temel ihtiyacının, ekonomik süreçlerinin ve kültürel değerlerinin temelini oluşturur. Ormanlar karada yaşıyan tüm türlerin yaklaşık olarak %80’inden fazlasına ev sahipliğı yapmakla kalmaz, aynı zamanda önemli gıda, ilaç ve içme suyu kaynaklarıdır. Ayrıca milyonlarca insan için muazzam eğlence, estetik ve manevi faydalar sağlar.

2. Türkiye Orman Varlığımız

Türkiye 78 milyon hektarlık alanıyla, ekolojik bakımdan zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Bu zenginlik içerisinde ormanlar da tür ve kompozisyon olarak önemli bir yer tutmaktadır. 2020 yılı itibarıyla yapılan tespitlere göre ormanlık alanlar, ülke alanının %29.4' ünü kaplamaktadır. Bu alanlara ağaçsız orman alanları dâhil edilmemiştir (Anonim, 2021). Çizelge 1.'de Türkiye'de ormanlık alanın ülke genel alanına yüzdesi verilmiştir.

Çizelge 1. Türkiye'de ormanlık alanın ülke genel alanına yüzdesi (Anonim, 2021)

Arazi kullanımı	Alan (ha)	(%)
Orman	22 933 000	29.4
Diğer	55 071 644	70.6
Genel Alan	78 004 644	100

“Sürdürülebilir Orman Yönetimi” kavramı; şimdi ve gelecekte, mevcut sosyal, kültürel ve ekonomik fonksiyonlarını yerine getirebilecek aynı zamanda diğer ekosistemlere tehlike oluşturmayacak yerel, ulusal ve uluslararası düzenlemelerdir. Ayrıca Sürdürülebilir Orman Yönetimi kavramı bütün ülkeler kapsamında onay görmüştür. Ülkemizdeki ormanların fonksiyonları ve hizmetleri 6831 sayılı orman yasasına göre belirlenmiştir. Bu fonksiyon ve hizmetler (Hasdemir ve Demir, 2005);

- Doğayı koruma,
- Orman ürünleri üretimi,
- Toplum sağlığı,
- Ulusal savunma,
- Rekreasyon ve
- Bilimsel fonksiyonlardır.

2.1. Batı Akdeniz Bölgesi Orman Varlığı

Türkiye'de yer alan coğrafi bölgelerden birisini “Akdeniz Bölgesi” oluşturmaktadır. Bu bölgenin batısı, “Batı Akdeniz Bölgesi” olarak adlandırılmaktadır. Batı Akdeniz Bölgesi'nde bulunan iller; Isparta, Antalya ve Burdur illeridir. Bölgenin arazi yapısı engebeli ve dağlık olup, Toros Dağları bölgenin yeryüzü şekillerini oluşturmaktadır. Batı Toroslar Antalya körfezinin iki yanında konumlanmaktadır. Batı Toroslar, Teke Yarımadası'ndan Taşeli Platosuna kadar uzanmakta iken, kuzeyde ise Göller Yöresi'nde birbirine yaklaşıp sıkışmaktadır.

Batı Akdeniz Bölgesi, Antalya ve Isparta Orman Bölge Müdürlüklerini (OBM) içerisine almaktadır. Çizelge 2’de görüldüğü üzere Batı Akdeniz Bölgesi’nin toplam ormanlık alanı 3 678 804.64 hektar (ha)’dır. Bu alanı 827 940.442 ha normal ormanlık yani verimli ormanlık alanlar, 944 620.5 ha bozuk ormanlar yani kapallığı düşük ormanlar ve 1 906 243.7 ha ise ormansız alanlar oluşturmaktadır (Anonim, 2021).

Çizelge 2. Batı Akdeniz Bölgesi’nin toplam orman varlığı (Anonim, 2021)

İşletme Müdürlüğü	Normal Orman (ha)	Bozuk Alan (ha)	Toplam Orman Alanı (ha)	Ormansız Alan (ha)	Genel Alan (ha)
Isparta OBM	226 677.542	403 768.1	630 445.642	988 696.3	1 619 141.94
Antalya OBM	601 262.9	540 852.4	1 142 115.3	917 547.4	2 059 662.7
Batı Akdeniz Bölgesi Toplam	827 940.442	944 620.5	1 772 560.94	1 906 243.7	3 678 804.64

Çizelge 3. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü orman varlığı (Anonim, 2021)

İşletme Müdürlüğü	Normal Orman (ha)	Bozuk Alan (ha)	Toplam Orman Alanı (ha)	Ormansız Alan (ha)	Genel Alan (ha)
Akseki OİM	72 231.9	95 974.1	16 8278	57 221.1	225 894.2
Alanya OİM	70 943.7	37 142.4	108 086.1	70 138.3	178 224.4
Antalya OİM	72 084.2	68 280.3	140 364.5	104 627.5	244 992
Elmalı OİM	20 288.4	30 638.8	50 927.2	130 295.2	181 212.4
Finike OİM	32 140	49 945.5	82 085.5	35 710	117 795.5
Gazipaşa OİM	34 187.1	27 222.9	61 410	48 694.3	110 104.3
Gündoğmuş OİM	26 072.9	22 436.7	48 509.6	70 215.3	118 274.9
Kaş OİM	58 305.5	56 474.5	11 4780	57 177.5	171 957.5
Korkuteli OİM	28 411.8	62 255.4	90 667.2	154 094	244 761.2
Kumluca OİM	39 028.5	18 601.5	57 630	45 082	102 117
Manavgat OİM	38 140.5	13 530.3	51 670.8	38 456.3	90 127.1
Serik OİM	44 444	18 644	63 088	61 766.5	124 854.5
Taşağöl OİM	64 984.6	39 706	104 204.6	44 069.4	148 274
Antalya OBM Toplam	601 262.9	540 852.4	1 142 115.3	917 547.4	2 059 662.7

Batı Akdeniz Bölgesi’nin içerisinde bulunan iki Orman Bölge Müdürlüğünden ilki Antalya OBM orman varlığı Çizelge 3’te verilmiştir. Antalya OBM toplam ormanlık alanı 2 059 662.7 hektardır. Bu alanı 601 262.9 ha normal ormanlık alanlar, 540 852.4 ha bozuk ormanlar ve 917 547.4 ha ise ormansız alanlar oluşturmaktadır. Antalya OBM içerisinde alanı en büyük olan 244 992 ha ile Antalya Orman İşletme Müdürlüğü’dür ve alanı en küçük olan ise 90 127.1 ha Manavgat Orman İşletme Müdürlüğü’dür

(Anonim, 2021).

Çizelge 4. Isparta Orman Bölge Müdürlüğü orman varlığı (Anonim, 2021)

İşletme Müdürlüğü	Normal Orman (ha)	Bozuk Alan (ha)	Toplam Orman Alanı (ha)	Ormansız Alan (ha)	Genel Alan (ha)
Isparta OİM	41 407.90	45 278.80	86 686.70	148 243.60	243 930.30
Eğirdir OİM	69 742.20	122 912.30	192 654.50	289 617.70	482 294.70
Sütçüler OİM	52 197.30	47 488.40	99 685.70	29 532.30	129 228.50
Burdur OİM	54 367.40	84 498.50	138 865.90	196 228.80	335 094.70
Bucak OİM	54 794	42 483.20	97 277.20	44 343.70	141 620.90
Göhlhisar OİM	55 515.20	32 659.40	88 174.60	116 329.70	204 504.30
Dinar OİM	22 693.40	28 447.50	51 140.90	164 400.50	215 541.40
Isparta OBM Toplam	226 677.542	403 768.1	630 445.642	988 696.3	1 619 141.94

Batı Akdeniz Bölgesi'nin içerisinde bulunan ikinci OBM ise Isparta OBM'dir. Isparta OBM orman varlığı Çizelge 4'te verilmiştir. Isparta OBM il olarak Isparta, Burdur illerini ve Afyon ilinin Başmaccı ve Dinar ilçelerini kapsamaktadır. Isparta OBM toplam ormanlık alanı 1 619 141.94 hektardır. Bu alanı 226 677.542 ha normal ormanlık alanlar, 403 768.1 ha bozuk ormanlar ve 988 696.3 ha ise ormansız alanlar oluşturmaktadır. Isparta OBM içerisinde alanı en büyük olan 482 294.7 ha ile Eğirdir Orman İşletme Müdürlüğü'dür ve alanı en küçük olan ise 129 288.5 ha Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğü'dür (Anonim, 2021).

3. Orman Yangınları

3.1. Türkiye'de Orman Yangınları

Ormanlar kendilerini yenileyebilme özelliği ile diğer kaynaklardan ayrılmakta, aynı zamanda insanlara ekolojik, sosyal ve ekonomik hizmetler sunmaktadır. Ormanların korunması ve geliştirilmesi hem şimdiki zaman hem de gelecek kuşaktaki insanların ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için çok büyük önem arz etmektedir. Bilindiği üzere ormanlık alanlar doğal afetlerden ve insanların yaratmış olduğu çeşitli olumsuz etkilerinden zarar görmektedir (Anonim, 2019).

Türkiye'nin orman varlığına en çok zarar veren faktörlerden birisi de orman yangınlarıdır. Yangınlar, toprak yüzeyinin örtüsünü, biyolojik çeşitliklerini yok etmekle birlikte odunun hammadde kaynağını da olumsuz etkilemektedir. Aynı zamanda ekolojik dengeye de zarar vererek orman parçasının oluşturduğu yaşama ortamını da ortadan kaldırmaktadır (Anonim, 2019).

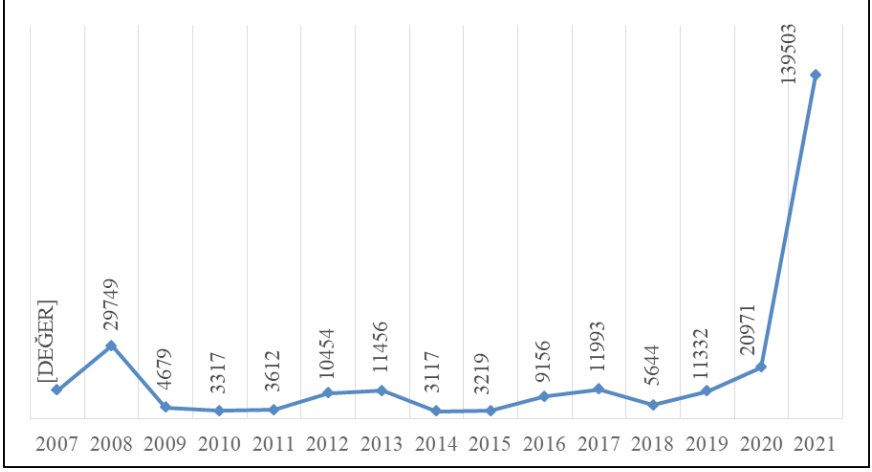
Etrafının açık olması nedeni ile sınırsız yayılma yöneliminde olan, ormanda bulunan cansız ve canlı bütün yanıcı maddeleri (ağaçlar, ot, yaprak, dikili ve yatık kütükler, dallar, ibre, kuru ağaçlar vb.) kısmi ya da tamamıyla yakan yangınlar orman yangını olarak tanımlanmaktadır (Eroğlu, 2009).

Orman yangınları; yangının başladığı yer ve yanan madde ile yangın şiddetinin artmasını sağlayan faktörlere bağlı olarak çeşitli davranışlar gösterir (Küçük vd., 2005). Yangının çevreye bağlı faktörlerin etkisiyle meydana getirdiği bu özelliklere “yangın davranışı” adı verilir (Bilgili vd., 2001). Orman yangınlarının yayılımını ve şiddetini belirleyen ‘yangın davranış’ formlarını etkileyen üç faktör vardır. Bunlar; yanıcı madde niteliği ve niceliği, hava koşulları ve araziye ait topoğrafyadır. İşte tüm bu faktörlerin birbirine olan etkisinin ve sonucunun bilinmesi ile oluşturulabilecek izlenimlerle yangın davranışı belirlenerek, söndürme faaliyetlerinin organize edilmesiyle yangınlar kontrol altına alınabilir (Eron, 1988).

Orman yangınlarının yeni bir faydalanma ve yönetim kavramını ifade eden “sürdürülebilir orman yönetimi” bakımından da dikkat edilerek değerlendirilmesi ve en kısa sürede uygulanması gerekmektedir. Sürdürülebilir orman yangınları, kısa, orta ve uzun vadeli mücadele yöntem ve tekniklerinin uygulanmasını mecburi hale getirmektedir. Orman yangını, ormandaki yanıcı maddeleri yakan ve hızlı yayılma potansiyeline sahip olan yangın olmakla beraber ormanların sürdürülebilirliğini tehdit eden en etken sebeplerdendir (Çanakçıoğlu, 1993).

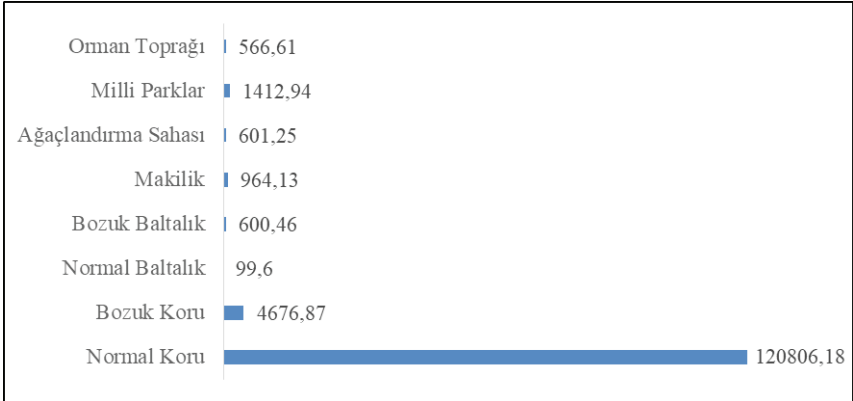
Geçmişten günümüze kadar Türkiye’deki orman yangınları istatistiksel olarak incelendiğinde; adet bakımından ormanlarımızda çok fazla sayıda yangın görülmektedir. Yangınların en çok çıktığı ve orman alanlarında zarar yaptığı dönemlerde (kısa-orta-uzun yangın sezonları) ülkemizdeki yangın koruma savaş organizasyonu koruyucu, önleyici ve yangınlarla savaş konusundaki tüm önlemleri almış olsa bile, yine de ormanlarımızda çeşitli nedenlerle büyük maddi ve manevi zararlara neden olan yangınlar meydana gelmektedir.

Türkiye’deki coğrafi bölgeler itibariyle yangınlar sırası ile en çok Akdeniz, daha sonra Ege ve en son Marmara Bölgelerinde yaşandığı görülmektedir. Türkiye’de 22.9 milyon hektar orman varlığı bulunmaktadır. Bu orman varlığı yangın tehdidi taşıyan 5 milyon hektarlık alandan oluşup korunması gereklidir. Günümüzde orman içi ve civarı köylerde ormanla iç içe geçmiş biçimde yaşamakta olan büyük bir nüfus olduğu bilinmektedir. Büyük bir nüfusu içerisinde barındıran şehirler ile orman içi ve civarı köylerde yaşamakta olan nüfusa sahip bölgeler; özellikle orman alanları ve yeşil alanlar, biyotik ve abiyotik orjinli zararlı faktörlerin baskısı altındadır. Şüphesiz ki bu yörelerin orman yangınları açısından da çok büyük bir risk taşıdığı belirlenmiştir.



Şekil 1. 2007-2021 yılları arasında Türkiye’de çıkan orman yangınlarının alan olarak dağılımı (ha) (Anonim, 2022)

Şekil 1’de görüldüğü üzere 2007-2021 yılları arasında Türkiye’de çıkan orman yangınları alansal olarak incelendiğinde en fazla 2021 yılında 139 053 ha ormanlık alan zarar görmüştür. En az ormanlık alan ise 3 117 ha ile 2014 yılında zarar görmüştür. 2007-2021 yılları arasında ortalama orman yangınlarından etkilenen alan 18 657 hektardır. Son iki yıl da yani 2020 ve 2021 yılında ise son 15 yıllık ortalama yanan ormanlık alanın üzerinde alan orman yangınlarından etkilenmiştir.



Şekil 2. 2021 yılı Türkiye’de yangınların orman vahfına göre alansal dağılımı (ha) (Anonim, 2022)

Şekil 2’de görüldüğü üzere 2021 yılında Türkiye’de çıkan orman yangınlarında yanan toplam alan 139 503 hektardır. 120 806 ha kuru alanla-

rında çıkarken 4 676 ha ise bozuk koru ormanlık alanlarında çıkmıştır. 600 ha bozuk baltalık ormanlık alanlarında çıkarken 99 ha ise normal baltalık ormanlık alanlarda çıkmıştır. 964 ha makilik alanlarda, 601 ha ağaçlandırma alanlarında ve 1 412 ha milli parklar sınırları içerisindeki ormanlık alanlar zarar görmüştür.

3.2. Türkiye'deki Orman Yangınlarının Çıkış Nedenleri

Akdeniz ormanları gibi yangına hassas orman ekosistemleri milyonlarca yıldır hava şartlarına bağlı olarak doğal nedenlerle düzenli olarak yanıyor olsa da günümüzdeki yangınların ezici çoğunluğunun nedeni doğrudan doğruya insanlar veya insan kaynaklı dolaylı nedenlerdir.

Avcı vd. (2009), 1998-2008 yıllarını kapsayan dönemde çıkan 85.865 adet yangının sebeplerini inceledikleri çalışmalarında yangına neden olan en önemli etmenin ihmal ve dikkatsizlik olduğunu, yıldırım kaynaklı yangınların artış eğilimi gösterdiğini ve sebebi bilinmeyen yangınların sayısının gitgide arttığını belirtmişlerdir.

Benzer şekilde, 2000-2009 tarihleri arasında Türkiye'de meydana gelen yangınların oluşma sebeplerinden doğal etkiler (yıldırım), yangınların %11'ini oluşturmaktadır. Aynı tarihler içerisinde oluşan yangınların %89'unu ise, sosyo-ekonomik nedenler meydana getirmektedir. Sosyo-ekonomik nedenler içerisinde; kasıtlı, dikkatsizlik, ihmal, kaza ve nedeni bilinmeyen yangınlar yer almaktadır. Türkiye'de meydana gelen yangınların %90'nı insan kaynaklıdır. Bu durum, orman yangınları ile sosyoekonomik ilişkilerin araştırılmasının mecburi hale geldiğini göstermektedir (Coşgun vd., 2012).

Türkiye'de orman yangınlarına ilişkin veriler 1988-2021 yıllarını kapsayacak şekilde, yanan alan miktarı, yangın sayısı ve yangın çıkış nedeni (kasit, ihmal-kaza, doğal ve faili meçhul) dikkate alınarak Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Türkiye’de 1988 - 2021 yılları arasında meydana gelen orman yangınlarının çıkış nedenleri (Anonim, 2022)

Yıl	Yanan alan miktarı Hektar	Yangın sayısı Adet	Yangın çıkış nedeni							
			Kasıt		İhmal-Kaza		Doğal		Faili meçhul	
			Adet	Hektar	Adet	Hektar	Adet	Hektar	Adet	Hektar
1988	18 210	1 372	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	13 099	1 633	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	13 742	1 750	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	8 081	1 481	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	12 232	2 117	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	15 393	2 545	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	30 828	3 239	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	7 676	1 770	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	14 922	1 645	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	6 317	1 339	193	923	696	3 389	78	37	372	1 968
1998	6 764	1 932	249	1 655	1 163	3 713	53	20	467	1 376
1999	5 804	2 075	279	1 926	1 151	2 808	203	126	442	944
2000	26 353	2 353	410	4 417	1 384	19 017	132	167	427	2 752
2001	7 394	2 631	251	651	1 629	4 247	188	735	563	1 761
2002	8 514	1 471	218	509	809	7 287	181	261	263	457
2003	6 644	2 177	258	665	1 317	4 520	120	694	482	765
2004	4 876	1 762	242	748	1 033	3 093	128	233	359	802
2005	2 821	1 530	272	402	867	2 084	140	48	251	288
2006	7 762	2 227	166	206	1 315	5 873	330	543	416	1 139
2007	11 664	2 829	292	1 705	1 642	7 994	407	243	488	1 722
2008	29 749	2 135	377	797	1 018	26 283	330	699	410	1 970
2009	4 679	1 793	231	792	884	3 082	333	105	345	700
2010	3 317	1 861	146	526	861	1 851	281	69	573	871
2011	3 612	1 954	153	283	1 067	2 368	130	39	604	922
2012	10 454	2 450	197	1 615	936	5 780	373	334	944	2 725
2013	11 456	3 755	260	1 478	1 419	4 051	258	138	1 818	5 789
2014	3 117	2 149	127	85	801	1 682	328	77	893	1 273
2015	3 219	2 150	138	167	794	1 198	257	95	961	1 759
2016	9 156	3 188	157	240	990	5 222	310	170	1 731	3 524
2017	11 993	2 411	151	619	721	7 146	259	84	1 280	4 144
2018	5 644	2 167	92	148	693	2 216	413	141	969	3 139
2019	11 332	2 688	124	686	883	6 529	372	373	1 309	3 744
2020	20 971	3 999	72	718	1 156	8 285	312	197	1 859	11 771
2021	139 503	2 793	110	46 131	1 001	46 879	353	208	1 329	46 269

Çizelge 5’te görüldüğü üzere 2021 yılındaki orman yangınlarının %12.6’sı doğal nedenlerle yani enerji nakil hattı ve yıldırım düşmesi sonucu, %2.6’sı kasıtlı yani kişiler tarafından bilerek bilinçli bir şekilde orman yangını çıkarılarak, %41.4’ü kaza veya ikmal sonucu yani dikkatsizlik

sonucu, %43.4'ü faali meçhul yani orman yangınları çıkmış ama orman yangının neyden kaynaklı çıktığı veya kimlerin çıkartmış olduğu tespit edilememiştir.

3.3. Batı Akdeniz Bölgesinde Çıkan Orman Yangınları

Türkiye, 78 004 644 hektarlık bir arazi varlığı olan bir ülkedir. Bu varlık ülke alanının %28.6'sını temsil etmekte olup 22 342 935 hektarı ormanlık alandır. Ormanları tehdit eden unsurlar arasında orman yangınlarının önemli bir yeri bulunmaktadır. Ülkenin güneyinde Akdeniz iklimi sürmekte olup bu iklim tipinin özellikleri gereği orman yangınlarının en çok görüldüğü bölge Akdeniz Bölgesi'dir. Akdeniz Bölgesi'nde ise en çok orman yangınları Batı Akdeniz Bölgesi'nde çıkmaktadır.

Akdeniz İkliminin özellikleri arasında yer alan “yaz kuraklığı” orman yangınlarının çıkmasına zemin hazırlayan en önemli faktördür. Yaz kuraklığının yaşandığı dönemlerde yıllık yaşam sürdüren otsu bitkiler tohum olgunlaşmalarını sağladıktan sonra kurumaktadır. Öte yandan, ağaç, ağaççık ve çalılıarın yaprak ve dal dökümü sonucunda gerek orman gerekse tarımsal alanlarında yanmaya hazır kuru materyal kolayca birikebilmekte, herhangi bir sebeple ateş ile temas ettiğinde kolay bir şekilde orman yangınları meydana gelebilmektedir.

Çizelge 6. 2021 yılı Batı Akdeniz Bölgesi'nde çıkan orman yangınları (Anonim, 2022)

Bölge Müdürlüğü	Adet	Örtü yangını (ha)	Tepe yangını (ha)	Toplam yanan alan (ha)
Antalya	278	400.45	59 957.47	60 357.92
Isparta	50	155.79	1 886.77	2 042.56
Batı Akdeniz Bölgesi	328	556.24	61 844.24	62 400.48

Çizelge 6'da görüldüğü üzere Batı Akdeniz Bölgesi'nde 2021 yılında toplamda 328 adet orman yangını çıkmıştır ve toplam 62 400.48 hektar ormanlık alan yanmıştır. Yanan ormanlık alanın 556.24 ha örtü yangını iken 61 844.24 ha tepe yangınıdır. Antalya OBM de 35 adet çıkan orman yangınıyla Alanya OİM ilk sıradadır. Batı Akdeniz Bölgesi'nde yangınların %84.7'si Antalya OBM çıkarken %15.3'ü Isparta OBM de çıkmıştır. Batı Akdeniz Bölgesi'nde yanan alanların %96.7'si Antalya OBM'deyken %3.3'ü Isparta OBM'dedir.

Çizelge 7. 2021 yılı Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'nde çıkan orman yangınları (Anonim, 2022)

İşletme Müdürlüğü	Adet	Örtü yangını (ha)	Tepe yangını (ha)	Toplam yanan alan (ha)
Akseki OİM	21	2.02	5 406.83	5 408.85
Alanya OİM	36	23.88	5 677.46	5 701.34
Antalya OİM	21	9.72	3.80	13.52
Elmalı OİM	2	0.02	0	0.02
Finike OİM	10	3.86	0.50	4.36
Gazipaşa OİM	17	252.66	5.60	258.26
Gündoğmuş OİM	7	0.7	8 666.50	8 667.20
Kaş OİM	26	27.87	88.81	116.68
Konyalata OİM	26	50.28	4.14	54.42
Korkuteli OİM	5	2.28	2.80	5.08
Kumluca OİM	16	3.32	0	3.32
Manavgat OİM	35	10.02	31 106.01	31 116.03
Serik OİM	35	7.70	10.68	18.38
Taşagül OİM	21	6.09	8 984.34	8 990.43
Antalya OBM Toplam	278	400.45	59 957.47	60 357.92

Çizelge 7'de görüldüğü üzere Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'nde 2021 yılında toplamda 278 adet orman yangını çıkmıştır ve toplam 60 357.92 hektar ormanlık alan yanmıştır. Yanan ormanlık alanın 400.45 ha örtü yangını iken 59 957.47 ha tepe yangınıdır. Antalya OBM de 36 adet çıkan orman yangınıyla Alanya OİM ilk sıradadır. Manavgat OİM ise yaklaşık 31 116 ha yanan alan olarak ilk sıradadır. En az orman yangını 2 adet ile Elmalı OİM de çıkmıştır. En az yanan alan ise yaklaşık 0.02 ha ile Elmalı OİM'dedir.

Çizelge 8. 2021 yılı Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nde çıkan orman yangınları (Anonim, 2022)

İşletme Müdürlüğü	Adet	Örtü yangını (ha)	Tepe yangını (ha)	Toplam yanan alan (ha)
Isparta OİM	2	0.50	0	0.50
Eğirdir OİM	9	11.60	0.20	11.80
Sütçüler OİM	17	130.66	1 280.90	1 411.56
Burdur OİM	3	6.31	0	6.31
Bucak OİM	17	5.92	565.47	571.39
Gölkhisar OİM	2	0.80	40.20	41
Dinar OİM	0	0	0	0
Isparta OBM Toplam	50	155.79	1 886.77	2 042.56

Çizelge 8.'de görüldüğü üzere Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'n-de 2021 yılında toplamda 50 adet orman yangını çıkmıştır ve toplam 2 042.56 hektar ormanlık alan yanmıştır. Yanan ormanlık alanın 155.79 ha örtü yangını iken 1 886.77 ha tepe yangınıdır. Isparta OBM de 17 şer adet orman yangını Bucak ve Sütçüler OİM de çıkmıştır. Yaklaşık 1 411 ha yanan alan olarak Sütçüler OİM ilk sıradadır. Dinar OİM de hiç orman yangını çıkmıştır.

4. Orman Yangınları Ekonomisi

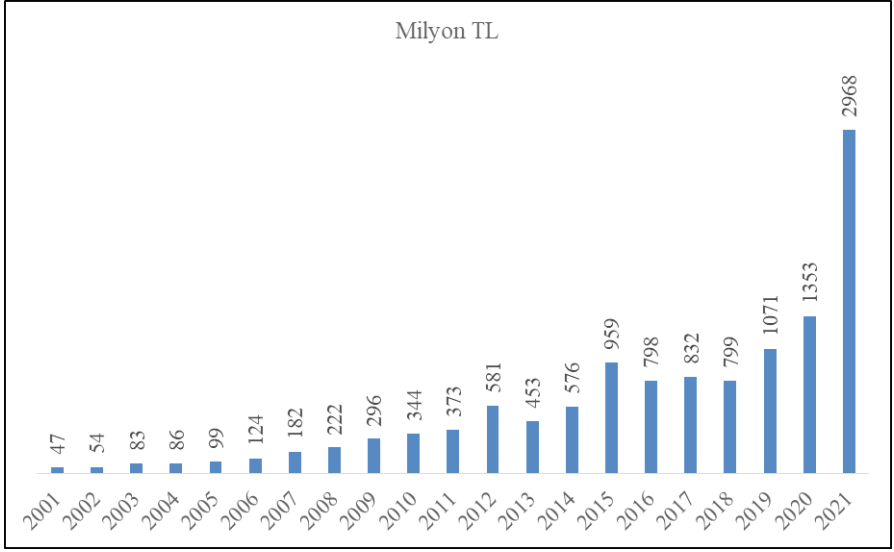
Yangın yönetiminin maliyet açısından etkin şekilde yönetiminin sağlanabilmesi için yangın ekonomisi önem arz etmektedir. Yangın ile mücadele konusunda kaynakların kısıtlı olması nedeniyle mevcut kaynaklar optimum verim sağlayacak bir şekilde kullanılmalıdır. Yangın politikaları oluşturulurken yangın ekonomisi dikkate alınmalıdır (Şenyaz, 2000).

Orman yangınları ister büyük ister küçük olsun, şiddetli ya da hafif geçsin, her iklimde orman alanlarında çok önemli zararlara neden olmaktadır. Özellikle de İklim türlerinden Akdeniz ikliminin etkili bulunduğu bölgelerde, her dönem aşırı fazla sayıda yangın çıkmaktadır. Çıkan bu yangınlar ise ormanlarda büyük maddi zararlar meydana getirmektedirler (Özden vd., 2012).

Gerek ekolojik düşünceler gerek ekonomik kaygılar nedeni orman yangınları ile mücadelede masrafların etkin şekilde yönetilmesi önemlidir. Dolayısıyla yangın yönetimde kararlar alınırken ve yangın politikaları oluşturulurken, yangın ekolojisinin yanı sıra yangın ekonomisine de dikkat edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Yangın ekolojisi ve yangın ekonomisi birbiri ile etkileşim içerisinde bulunan unsurlar olup yangın yönetiminin önemli bileşenlerini oluşturmaktadır (Şenyaz, 2000).

Ülkemiz yüzölçümünün %27.6'sına denk düşen, toplam sahası 22 342 935 hektara ulaşan ve yapılan plantasyonlar sonucu %53'lük kısmı verimli olmakla beraber %47'lik kısmı imar ve ıslaha muhtaç şeklinde yer alan ormanlık alanların, öncelikli şekilde korunmaya alınması çok büyük önem arz etmektedir. Buna karşılık ülkemiz ormanları, orman yangınları başta olmak üzere birçok tehdit altındadır. Orman Genel Müdürlüğü'nce yayınlanmış olup halen yürürlükte yer alan 285 sayılı "Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları" tebliğinin içerisinde belirtilen kriterler dâhilinde yıl içerisinde 10 adetten fazla yangın çıkan "1. Derecede Hassas İşletmeler" grubunun ormanlık sahası 7.86 milyon ha'dır. Bu durumun yanı sıra 6 ila 10 adet arasında yangın çıkan "2. Derecede Hassas İşletmeler" grubunun ormanlık sahası ise 4.63 milyon hektarı bulmaktadır. Bu durumlar göz önünde bulundurularak, Türkiye ormanlarının %57'sini kapsayan 12.49 milyon hektarlık bölümünün, orman yangını açısından aşırı hassas biçimde olduğu görülmektedir. Anayasanın

169'uncu maddesi ve 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 68-76'ncı maddeleri orman yangınlarının söndürülmesi ve orman yangınlarının önlenmesine dair özel hükümleri içermektedir. Bununla birlikte bu konuda organizasyon oluşturma görevi, kanun tarafından orman teşkilatına atfedilmiştir (Anonim, 2022). 2001 – 2021 yılları arasında OGM orman yangınlarıyla mücadele harcamaları Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. 2001 – 2021 yılları arasında OGM orman yangınlarıyla mücadele harcamaları (Anonim, 2022)

Şekil 3'te görüldüğü üzere; orman yangınlarının söndürülmesinde harcanan miktar 2001 yılında 47 milyon TL'ye 2021 yılında yaklaşık 63 kat artarak 2 968 milyon TL'ye ulaşmıştır.

Çizelge 9. 1993 - 2021 yılları arası orman yangınları ile mücadele harcamalarının OGM döner sermaye gelirlerine yüzdesi (Anonim, 2022).

Yıllar	Orman Yangınları ile Mücadele Harcamaları	OGM Konsolide Döner Sermaye Gelirleri	Orman Yangın Harcamalarının Döner Sermaye Gelirlerine Oranı
1993	965 Milyar TL	8 095 Milyar TL	%11.90
1994	1 125 Milyar TL	13 568 Milyar TL	%8.20
1995	2 898 Milyar TL	13 568 Milyar TL	%8.20
1996	4 238 Milyar TL	13 568 Milyar TL	%8.00
1997	9 810 Milyar TL	81 541 Milyar TL	%12.00

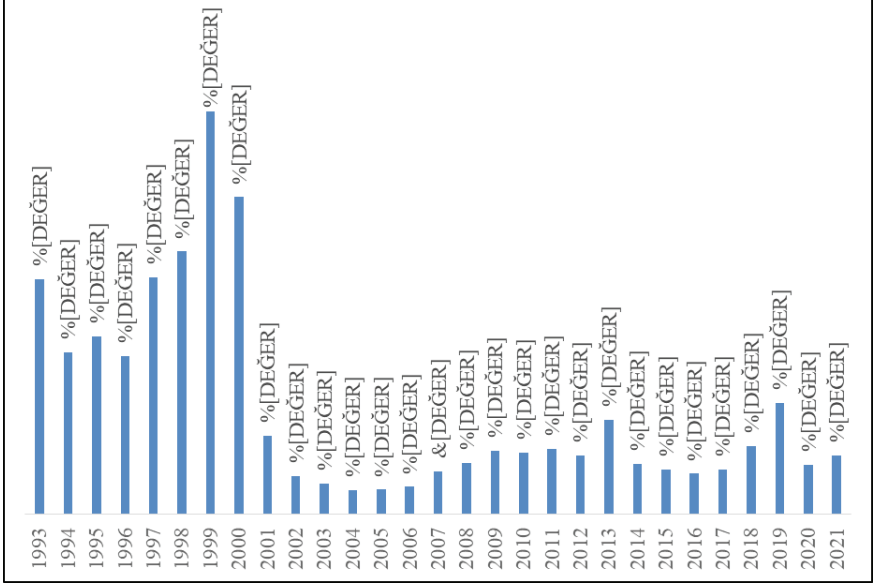
1998	16 161 Milyar TL	121 949 Milyar TL	%13.30
1999	33 488 Milyar TL	164 346 Milyar TL	%20.40
2000*	44 635 Milyar TL	277 938 Milyar TL	%16.05
	9 635 Milyar TL	242 938 Milyar TL	%3.97
2001**	5 577 Milyar TL	291 558 Milyar TL	%1.91
2002	8 004 Milyar TL	516 418 Milyar TL	%1.54
2003	8 207 Milyar TL	664 965 Milyar TL	%1.20
2004	9 734 Milyar TL	844 871 Milyar TL	%1.20
2005	10 231 Bin YTL	832 634 Bin YTL	%1.22
2006	14 442 Bin YTL	1 062 983 Bin YTL	%1.36
2007	24 164 Bin YTL	1 120 149 Bin YTL	%2.16
2008	32 310 Bin YTL	1 254 358 Bin YTL	%2.58
2009	43 570 Bin TL	1 365 726 Bin TL	%3.19
2010	48 701 Bin TL	1 574 007 Bin TL	%3.09
2011	64 522 Bin TL	1 953 197 Bin TL	%3.30
2012	63 409 Bin TL	2 154 818 Bin TL	%2.95
2013	73 765 Bin TL	1 543 983 Bin TL	%4.77
2014	61 754 Bin TL	2 441 281 Bin TL	%2.53
2015	63 205 Bin TL	2 805 592 Bin TL	%2.25
2016	60 749 Bin TL	2 999 406 Bin TL	%2.03
2017	73 862 Bin TL	3 295 474 Bin TL	%2.24
2018	122 956 Bin TL	3 595 000 Bin TL	%3.42
2019	189 063 Bin TL	3 358 881 Bin TL	%5.62
2020	170 021 Bin TL	7 238 559 Bin TL	%2.47
2021	415 152 Bin TL	14 035 205 Bin TL	%2.96

* 2000 yılı yangın harcamalarının 35 trilyon TL'lik kısmı Katma Bütçeden transfer yoluyla intikal etmiştir. Bu nedenle ilgili yılın birinci satırı bu transferin gelir ve gidere dâhil edilmiş biçimini, ikinci satırı dâhil edilmemiş biçimini göstermektedir.

** 2000 yılından itibaren helikopter kiralama harcamalarının önemli bir bölümü (3.2 trilyon TL'lik kısmı), 2001 yılından itibaren ise geçici mevsimlik işçi ücretleri ile helikopter kiralalarının tamamı katma bütçeden ödenmeye başlanmış, bu nedenle yangın giderlerinin Döner Sermeye gelirleri içindeki payı azalmıştır.

Şekil 3 ve Çizelge 9'da görüldüğü üzere; orman yangın harcamalarının döner sermaye gelirlerine yüzdesi 1999 yılında %20.4 ile en yüksek orana ulaşmıştır. 2000-2018 yılları arasında %5 oranın altında seyrederken 2019 yılında bu oran %5'in üzerine çıkarak %5.62 olmuştur. 2020 yılından sonra bu oran tekrardan %5'in altına düşmüştür.

1993 – 2021 döneminde döner sermaye bütçesinden yapılan orman yangınları ile mücadele harcamalarının OGM döner sermayesine yüzdesi Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. 1993 – 2021 döneminde döner sermaye bütçesinden yapılan orman yangınları ile mücadele harcamalarının OGM döner sermayesine yüzdesi (%) (Anonim, 2022).

Şekil 4'te görüldüğü üzere 2016 yılından 2019 yılına kadar döner sermaye bütçesinden yapılan orman yangınları ile mücadele harcamalarının OGM döner sermayesine yüzdesi giderek artış göstermiş olup 2020 yılı yılında tekrardan %5'in altına inmiştir.

Yangınlar ile ilgili olarak Orman Genel Müdürlüğü'nün yürüttüğü faaliyetler incelendiğinde, genel olarak yapılan faaliyetlerin yangın ile mücadele boyutunda olduğu belirlenmiştir (Kurt, 2014). Orman yangınlarını önleyici teknik projelerin uygulanmaya başlanması ile birlikte gerek doğal sebepler gerekse ihmal-kaza nedeni ile ortaya çıkan yangınların (toplam yangınların %61.6'sı) oluşma riski azaltılabilir ve tahribatı önlenir (Bilgili vd., 2017).

Orman yangınlarında meydana gelen ekonomik tahribatlar, geniş bakış açısı ile değerlendirilmelidir (Bilgili vd., 2017). Ekonomik açıdan orman yangınlarıyla mücadelede söz konusu harcamalar;

- Koruyucu ve önleyici tedbirler için yapılan harcamalar,
- Yangını söndürmek için yapılan harcamalar,
- Yangın sonrası zararın maliyeti şeklinde sıralanabilir (Ayanoğlu vd., 2017).

a) Koruyucu ve önleyici tedbirler için yapılan harcamalar

Orman yangınları hazırlık harcamaları, koruyucu ve önleyici tedbirler için yapılan harcamaları oluşturmaktadır. Yangınla mücadelede; personel eğitim harcamaları, orman yol ağ planını arttırmak, ormanlarda yangın emniyet yollarının yapılması, YARDOP projeleriyle orman yol kenarlarına ağaçlandırma yapılması araç ve ekipmanların amortismanları, yangın sigortası, yangın kule ve yangın ekip binalarının yapımı ve onarımı, yangın havuzlarının yapımı ve onarımı gider harcamalarıdır. Bunun yanı sıra yangın çıktığı zaman devreye giren, su ve hava kalitesindeki bozulmalar, ormancılık yatırımları (yeniden ağaçlandırma gibi), peyzaj estetiği ve tarımsal alan zararları gibi maliyetlerde, bu harcamalar içerisinde ele alınmaktadır.

b) Yangını söndürmek için yapılan harcamalar

Orman yangını ile doğrudan ilişkili olan ve yangını kontrol edebilmek için harcanan miktar, yangını söndürmek için yapılan harcamaları oluşturmaktadır. Bu harcamalar, insanların tahliye edilmesi, yangında zarar gören ev ve arabalar, ticari zararlar vb. konulardan oluşmaktadır.

c) Yangın sonrası zararın maliyeti

Yangın sonrası zararın maliyeti; doğrudan ve dolaylı maliyetlerin, çevresel ve sosyal olarak daha sonra ortaya çıkan etkilerinden meydana gelmektedir. Yangın sonrası maliyetler; tarım ve orman ürünleri, kamu ve özel mülkiyet içerisinde yer alan malların (ev gibi) değerlerinde meydana gelen kayıplarından oluşmaktadır.

Orman yangınlarının meydana geldiği anda ve yangının sönmesinin hemen ardından maliyetlerin hesaplanması zordur. Çünkü maliyetler zaman ile ortaya çıkmaktadır. Bu maliyetler içerisinde mülk değerlerinde meydana gelen ekonomik düşüşler, orman yangınlarının orman köylülerinin geçim kaynakları üzerindeki negatif etkileri ve toprak erozyonuna maruz kalan rezervuarların yönetim maliyetlerindeki artışlar da yer almaktadır. Bunların yanı sıra yangının insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri, tıbbi bakım maliyetlerindeki artış ve halka açık alanların rehabilitasyon maliyetleri de vardır. Orman yangınlarının ekolojik ve ekonomik açıdan zararları geniş bir perspektif ile ele alındığında, yangın önleme tedbirlerinin önemi ile yangın sonrasında karşılaşılan zarar baz alınacak olursa, önleme tedbirlerinin maliyetinin küçüklüğü görülmektedir (Bilgili vd., 2017).

Bir orman yangını çıktığı zaman, meydana gelen orman yangınına söndürmek için katlanılan maliyetlere ek olarak yanan alanlarda ki orman emvalleri ve orman ürünlerinde ekonomik olarak birçok değer kaybında beraberinde getirmektedir. Orman emvali olarak satışı yapılan tomruk,

sanayi odunu, maden direk, vb., gibi orman ürünleri orman yangınları sonucunda değerinden çok düşük fiyatlara satılmaktadır. Orman örtüsünde yetişen kekik, salep, orkide, vb. gibi odun dışı orman ürünleri orman yangınları sonucunda orman örtüsünden yok olduğu için üretilip satışı yapılamamaktadır. Ayrıca av turizmi kapsamında avcılığı yaptırılan yaban hayvanları orman yangınlarında ya yanarak ölmektedirler ya da orman yangını sırasında av turizmi yapılan alandan uzaklaşarak yaşam alanlarını değiştirmektedirler. Böylece av turizmi de yaptırılmayarak oradan gelecek olan gelir ekonomiye kazandırılmamaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (ISUBÜ), Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tamamlanan "Ekosistem Hizmeti Oluşturan Kırsal Etkinliklere Yönelik Ödeme Eğiliminin Belirlenmesi: Orman Kaynaklarında Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliği ile Orman Yangını Riskinin Azaltılması Örneği" adlı Doktora tez çalışmasının bir bölümü olup, 1170549 nolu projeye TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Bu çalışmaya 1170549 nolu proje ile destek sağlayan TÜBİTAK'a ve Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'ne teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKÇA

- Anonim. (2012). *Türkiye Orman Varlığı Online*. <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimizsitesi/TurkiyeOrmanVarligi/Yayinlar/2012%20T%C3%BC-rkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>. (Son Erişim Tarihi: 21.08.2019).
- Anonim. (2016). *Orman Yangınlarının Sebepleri Sosyal Ekonomik Etkileri Online*. http://dergi.dirimbilim.net/index.php?option=com_content&view=article&id=134&Itemid=162 (Son Erişim Tarihi: 25.07.2020).
- Anonim. (2019). *Yangın Eylem Planı Online*. https://muglaobm.ogm.gov.tr/SiteAssets/Lists/Duyurular/NewForm/YANGIN%20EYLEM%20PLANI_2019.pdf (Son Erişim Tarihi: 05.04.2020).
- Anonim. (2021). *Türkiye Orman Varlığı Online*. <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz/Turkiye-Orman-Varligi>. (Son Erişim Tarihi: 29.02.2022).
- Anonim. (2022). *Orman Yangınları ile Mücadele Faaliyetleri 2021 Yılı Değerlendirme Raporu Online*. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> (Son Erişim Tarihi: 25.04.2022).
- Ayanoğlu, S., Dölaslan, M. & Gül, E. (2017). Sadece bir yangın mı? Ekolojik ve sosyo-ekonomik açıdan orman yangınları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 10, 32-35.
- Aytuğ, B. (1976). Orman Tanımlaması ve Bu Tanımlamada Yer Alan Ağaç, Ağaççık ve Çalı Kavramları. I. Orman Genel Müdürlüğü Orman Kadastro Semineri Yayın No: 607, 13s.
- Avcı, M., Korkmaz, M. & Alkan, H. (2009). *Türkiye’de Orman Yangınlarının Nedenleri Üzerine Bir Değerlendirme*. 1. Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu, 07-10 Ocak, Antalya, 33-45s.
- Bilgili, E., Sağlam, B. & Başkent, E. Z. (2001). Yangın amenajmanı planlamalarında yangın tehlike oranları ve coğrafi bilgi sistemleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4, 288-975.
- Çanakçıoğlu, H. (1993) *Orman Koruma*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 411/3524, ISBN 975-404-199-7.
- Coşgun, U., Yolcu, H. G., Tolunay, A. & Güler, K. (2012). *Orman Yangınları Üzerinde Etkili Olan Sosyo-Ekonomik Faktörlerin Belirlenmesi (Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Serik-Finike Orman İşletme Müdürlükleri Örneği)*, 3. Ormancılıkta Sosyoekonomik Sorunlar Kongresi, 18-20 Ekim 2012, İstanbul, 84-93.
- Doğanay, H. (1988). *Türkiye Ekonomik Coğrafyası*. Çizgi Kitabevi.
- Eroğlu, E. (2009). *Orman Yangınları Konusunda Bilinçlendirme Faaliyetleri*. 1. Orman Yangınları Sempozyumu. Ocak 7-10, Antalya, 112-118.

- Eron, Z. (1988). *Orman Yangınları ve Mücadele Yöntemleri*. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Eryılmaz, A. Y. & Tolunay, A. (2016). *Ormançılık Politikası*. Fakülte Kitabevi Yayınları.
- Hasdemir, M. & Demir, M. (2005). Ormanlıktaki gelişmelere bağlı olarak orman yol şebekelerinin fonksiyonel planlama esasları ve orman yol yoğunluğu. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2, 1-14. doi:10.17099/jffiu.71160.
- Kurt, B. (2014). *Türkiye’de Orman Yangınlarının Coğrafi Dağılışı*. (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Küçük, Ö., Bilgili, E. & Durmaz, B. D. (2005). Yangın potansiyelinin belirlenmesinde yanıcı madde haritalarının önemi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 104-116.
- Özden, S., Kılıç, H., Ünal, H. E. & Birben, Ü. (2012). *Orman Yangını İnsan İlişkisi*. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını.
- Şenyaz, A. (2000). *Yangına Karşı Koruma Sistemlerinin Ekonomik Analizi*. (Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü).
- TÇV. (1999). *Türkiye’nin Çevre Sorunları*. Türkiye Çevre Vakfı Yayınları.

BÖLÜM 12

FONKSİYONEL BİR GIDA OLARAK KUŞBURNU’NUN (ROSA SPP) FİTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ, İNSAN SAĞLIĞINA FAYDALARI VE GÜNCEL ÇALIŞMALAR

Ersin GÜLSOY¹

¹ Doç. Dr., Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, ersin.gulsoy@igdir.edu.tr. ORCID ID: 0000-0002-4217-0695

GİRİŞ

Tüketicilerin bitkisel gıda takviyelerine artan ilgisi, biyolojik olarak aktif bileşikler açısından zengin hammadde arayışlarını hızlandırmıştır. Hem gıda hem de ilaç endüstrileri tarafından yaygın olarak kullanılan fonksiyonel gıdalardan birisi de kuşburnudur. *Rosaceae* familyasının *Rosa* cinsine ait çalı formunda gelişme gösteren bitkinin dünya da 200'e yakın türü bulunmaktadır (Wissemann ve Ritz 2005; Bruneau ve ark., 2007). Kuşburnu bitkisi, Avrupa, Asya, Orta Doğu ve Kuzey Amerika'nın ılıman ila subtropikal bölgelerinde yaygın olarak bulunur (Chrubasik ve ark. 2008; Ghazghazi ve ark. 2010). Kuşburnu, karotenoidler, flavonoidler ya da antosiyaninler gibi pigmentlerin modeline bağlı olarak, sarı-turuncudan koyu kırmızıya ve hatta bazen siyaha kadar çeşitli boyut ve renklerde bulunur (Bhave ve ark., 2017). Kuşburnu bitkisi, ilkbahar ve yaz aylarında çiçek açan gül çiçeklerinin aksine, genellikle yaprakları çiçek açtıktan ve dökülmeye başladıktan sonra sonbaharın başından ortasına kadar ki içinde gelişir (Denev ve ark., 2014).

İçinde çok sayıda yenilebilir tohum bulunan kuşburnu birçok besin maddesi içeren önemli bir gıda kaynağıdır (Roman ve ark., 2013). Kuşburnu meyvesinin besin içeriği büyük ölçüde toprağa ve yetiştirme koşullarına, işleme tekniklerine ve türe bağlı olarak değişebilir.

Kuşburnu kırmızı-turuncu renklerini likopen ve beta karoten olarak bilinen karotenoid pigmentlerden alır. Bu pigmentlerin cilt ve göz sağlığını geliştirdiği çalışmalarla ortaya konulmuştur (Koca ve ark., 2009; Liguori ve ark., 2018; Koczka ve ark., 2018).

Ayrıca C vitamini, kateşinler, quarsitin ve ellagik asit gibi hastalıklarla mücadele eden antioksidanlar bakımından da zengindirler. Bu bileşiklerin, insan vücudundaki iltihabı ve oksidatif stresi azaltmaya yardımcı olduğu bilinmektedir (Koca ve ark., 2009; Koczka ve ark., 2018) Bununla birlikte, C vitamini kollajen sentezinde ve bağışıklık sağlığında önemli bir rol oynar (Carr ve Maggini, 2017; Van Gorkom ve ark., 2018).

KULLANIM ALANLARI

Zengin besin içeriğine sahip kuşburnu Polonya, Almanya, Finlandiya İsviçre ve Bulgaristan ve gibi birçok Avrupa ülkesinde besin ve ilaç sanayisinde hammadde olarak kullanılmaktadır Meyvesi taze ya da kurutulmuş olarak tüketilir. Ayrıca poşet çayından kompostosuna, meyve suyundan meyve jölelerine, reçelinden, şerbetine, ezmesinden pekmezi- ne, yağdan sirkesine,, pasta ve şekerleme sanayisinden bebek gıdalarına kadar birçok alanda değerlendirilir (Şekil 1). Birçok kültürde çorbalara, çaylara ve tatlılara eklenir. Örneğin, kuşburnu çayı popüler bir içecek olarak Avrupa da, nyponsoppa ismiyle klasik bir kuşburnu çorbası olarak

İsveç'te tüketilmektedir Kuşburnu, yemeklere lezzet artırıcı olarak da eklenebilir (Sadigh-Eteghad ve ark., 2011).



Kuşburnu
marmelatı



Kuşburnu
çayı



Kuşburnu
kurusu



Kuşburnu
sirkesi

Şekil 1. Bazı kuşburnu ürünleri

İNSAN SAĞLIĞINA FAYDALARI

Tıbbi ve aromatik bitkilere ve bunlardan elde edilen ürünlere olan ilgi Dünyadaki yaşanan değişimlere bağlı olarak ülkemizde de her geçen gün artmaktadır. Tıbbi bitki tüketimine olan ilgiye paralel olarak gelecekte kuşburnu ürünleri tüketiminin artması beklenmektedir. Bu ilginin sebebi kuşburnunun farmakolojik olarak etkili bileşenlere sahip olması, özellikle antioksidan bileşenlerce zengin olmasıdır Al-Yafeai ve ark., 2018). Kuşburnu (*Rosa spp.*), çok eski tarihlerden beri geleneksel tedavi yöntemleri içerisinde kullanılan bitkilerden birisidir. Tarihsel olarak kuşburnu birçok hastalık ve rahatsızlık için doğal bir ilaç olarak kullanılmıştır. Zengin besin içeriği ve hastalıklarla mücadelede önemli faydaları olan kuşburnu sağlık ve güzelliğe olan katkısıyla da dikkat çekmiştir. Besin ve ilaç sanayisinde hammadde olarak kullanılan kuşburnu bitkisi halk hekimliğinde de sıklıkla kullanılır ve mucizevi bir bitki olarak itelendirilir (Ünalın, 2021).

Kuşburnun insan sağlığına olan başlıca faydaları, tedavi veya önlem amaçlı kullanıldığı bazı hastalıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- ❖ Cilt yaşlanmasını azaltıcı yönde etki eder ve cildi güzelleştirir.
- ❖ Eklem iltihabına bağlı özellikle osteoartrit (eklem iltihabı) gibi hastalıklarda ağrıyı azaltıcı yönde etkisi vardır.
- ❖ Zayıflamaya yardımcı olur.
- ❖ Bağışıklık sistemini güçlendirir
- ❖ Kalp ve damar hastalıklarına karşı koruyucu yönde etki gösterir.

- ❖ Tip-2 diyabet hastalığına karşı koruyucu etkisi bulunur ve kan şekerini düzenler
- ❖ Mide hastalıklarına karşı faydalıdır
- ❖ C vitamini yönünden zengin olması sebebiyle öksürük ve gribal enfeksiyonlara karşı destek olur.
- ❖ Boşaltım sisteminde de faydalıdır (McRae, 2008; Sadigh-Eteghad ve ark., 2011; Sadigh-Eteghad, ve ark., 2011; Hemilä ve Chalker, 2013; Andersson ve ark., 2012; Nagatomo, ve ark., 2013; Moser ve Chun, 2016; Hussain ve ark., 2016; Taghizadeh ve ark., 2016; Rees ve ark., 2018 ;Huang ve ark., 2018;

Kuşburnun yukarı da bahsedilen faydaları içeriğinde bulunan antosiyaninler, fenolik asitler, tanenler, flavanoller, flavonoidler, stilbenoid, karotenoidler, klorinler, organik asitler, şekerler, yağ asitleri, galaktolipid, tokoferoller, vitaminler (C,A,B1,B2,E ve K),yağ asitleri (α -linolenik, palmitik,lioleik asit), mineral maddeler (N,P,K,Ca, Mg, Zn) gibi ihtiva ettiği çok sayıda fitokimyasal maddeden kaynaklanmaktadır (Gurbuz ve ark., 2003; Cetkovic ve ark, 2012; Roman ve ark., 2013; Cunja ve ark., 2016; Nadpal ve ark., 2016; Bhave ve ark., 2017; Koczka ve ark., 2018; Fascella ve ark., 2019)

GÜNCEL ÇALIŞMALAR

Kuşburnu yağı anti-yaşlanma özelliğine sahip maddeler içermesiyle birlikte bunu destekleyen çalışma sayısı sınırlı sayıdadır (Sadigh-Eteghad ve ark., 2011; Huang ve ark., 2018).

Kuşburnu tohumlarında, sağlıklı bir cilt dokusunu destekleyen ve cildi ultraviyole (UV) ışınları, sigara dumanı ve kirlilik gibi enflamatuvar bileşiklerden koruyan çoklu doymamış yağ miktarı yüksektir (Somerville ve ark., 2016; Lee ve Han, 2018).

Yapılan bir araştırmada günlük olarak 3 mg kuşburnu tozu tüketmenin, ciltteki kırışıklıkların azalmasında önemli bir payı olduğu ve cildin nem içeriğinde ve elastikiyetinde önemli bir artışa neden olduğu görülmüştür. Araştırmacılar bu sonuçları kuşburnunun cilt bariyerini koruyan ve onaran güçlü antioksidan, C vitamini ve yağ asidi profiline bağlamışlardır (Lee ve Han, 2018). Ek olarak, C vitaminini doğrudan ciltte kullanmanın, kolajen sentezini ve hücre dönüşümünü, yani cilt hücrelerinin yenilenme hızını önemli ölçüde arttırdığı görülmüştür (Lee ve Han, 2018). Bu sebeple kuşburnu yağı gibi doğal olarak yüksek C vitamini içeren ürünlerin yaşlanma karşıtı etkileri olabileceği düşünülmektedir (Fan ve ark., 2014).

34 kişiyle 8 hafta süreyle yapılan bir çalışmada, günlük olarak 3 gram kuşburnu tozu kullananların göz kenarlarında daha az kırışıklık görüldü-

ğü ve ayrıca cilt nemi ve esnekliğini önemli ölçüde tedavi ettiği görülmüştür (Phetcharat ve ark., 2015).

Başka bir çalışma da kuşburnu yağının yara iyileştirmesine yardımcı olabileceği görülmüştür. Çalışma da kuşburnu yağı ile tedavi edilen sıçanların kontrol grubuna kıyasla yaralarının daha hızlı iyileştiği ve tedavi sonrasında daha az yara izi oluşumuna sahip oldukları gözlenmiştir (McRae, 2008).

Kuşburnunun osteoartrit (eklem iltihabı) ağrısı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı birçok çalışma mevcuttur. Osteoartrit, 60 yaş üstü erkeklerin % 10'unda, kadınların %13'ü etkileyen en yaygın artrit tiplerinden biridir. Eklemlerinizdeki kıkırdakta, muazzam ağrı ve iltihaplanmaya yol açabilecek kademeli bir düşüş olarak tanımlanır (Moser ve Chun, 2016; Rees ve ark., 2018).

Kuşburnu takviyesinin osteoartrit ağrısı üzerine etkilerinin araştırıldığı 24 çalışmanın sonuçlarının derlendiği bir çalışmada kuşburnu takviyesinin eklemlerde meydana gelen oksidatif stres ve iltihaplanma sonucu oluşan osteoartrit belirtilerini azaltıcı yönde etkisi olabileceği bildirilmiştir (Rees ve ark., 2018). Yine başka bir çalışmada, kuşburnu tozu alan kişilerin osteoartrit ağrısında iyileşme bildirme olasılığının iki katı olduğu kaydedilmiştir (Andersson ve ark., 2012).

Başka bir çalışmada, kuşburnunun osteoartriti olanlarda ağrı ve sertliği azalttığını ancak hareket açıklığını iyileştirmediği gözlemlenmiştir (Nagatomo, ve ark., 2013).

Osteoartritli 100 kişi üzerinde 4 ay süren bir çalışmada, günde 5 gram kuşburnu özü takviyesi alan kişilerin, kontrol grubuyla kıyaslandığında bu gruba göre daha az ağrı hissettikleri ve kalça eklem hareketliliğini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Warholm ve ark., 2003).

Kuşburnunun, potansiyel olarak yağ kaybına yardımcı olduğu çalışmalarla ortaya konulmuştur. Nitekim 32 kişi üzerinde yapılan bir çalışmada 12 hafta süreyle günlük 100 mg kuşburnu tableti kullanan bireylerde karın yağlarında kontrol grubuna göre önemli ölçüde azalma kaydedilmiştir. Bu etkinin yağ metabolizmasını artırabilecek güçlü bir antioksidan olan tilirozide bağlı olduğu rapor edilmiştir (Nagatomo, ve ark., 2013).

Araştırmalar özellikle kuşburnunun çay olarak tüketilmesinin kilo kaybı üzerinde olumlu etkisi olabileceğini göstermektedir. Yapılan bir çalışmada kuşburnunun yağ yakma özelliklerine sahip olabilen tilirosid adı verilen bir antioksidan maddeyi yüksek oranda içerdiği tespit edilmiştir (Nagatomo, ve ark., 2013).

Fareler ve insanlar üzerinde yürütülen bazı araştırmalar, kuşburnu özü-

tü ile azalan vücut ağırlığı ve mide yağı arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Buna rağmen, özellikle kuşburnu çayının zayıflama üzerine etkisine yönelik daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Fuji ve Saito, 2009).

Kuşburnu meyvesi tüketmenin kolesterol ve kan basıncını düşürdüğü ve kalp sağlığına olumlu yönde faydası olduğu çalışmalarla desteklenmektedir. Nitekim 31 kişi üzerinde 6 hafta süreyle yürütülen bir çalışmada, günlük olarak 40 gram kuşburnu tozu içeren kuşburnu içeceği tüketmenin toplam kolesterol ve kötü kolesterolü (LDL) kontrol grubuna göre önemli ölçüde düşürdüğü bildirilmiştir (Hussain ve ark., 2016).

Kuşburnu, serbest radikalleri etkisiz hale getirerek hücrelerin zarar görmesini önleyecek antioksidan maddeler bakımından oldukça zengindir. Yapılan çalışmalarda kuşburnu türüne göre değişmekle birlikte yaş kuşburnu meyvesinin kurutulmuş olana göre daha yüksek oranda antioksidan içeriğe sahip olduğu görülmüştür.(Roman ve ark., 2013; Mármol ve ark., 2017; Koczka ve ark., 2018). Başka bir çalışmada incelenen 6 meyve (kuşburnu, aronya, alıç, frenk üzümü, yaban mersini ve üvez) türü içerisinde en yüksek antioksidan içeriğe sahip türün kuşburnu olduğu tespit edilmiştir (Denev ve ark., 2014). Bununla birlikte kuşburnu meyvesinde, önemli düzeyde polifenol, karotenoid ve C ve E vitaminleri bulunmuştur (Mármol ve ark., 2017; Koczka ve ark., 2018). Bitki türüne göre değişmekle birlikte tüm meyve ve sebzeler içerisinde kuşburnun en yüksek C vitamini içeriğine sahip olduğu bilinmektedir (Mármol ve ark., 2017; Koczka ve ark., 2018).

C vitamini, en başta bağışıklık sistemi olmak üzere vücudu enfeksiyona karşı koruyan lenfosit adı verilen beyaz kan hücrelerinin üretimini uyarmak, lenfositlerin işlevini arttırmak, cildi dış patojenlere karşı korumak gibi vücutta önemli roller oynamaktadır (Sadigh-Eteghad, ve ark., 2011; Hemilä ve Chalker, 2013; Carr ve Maggini, 2017; Van Gorkom ve ark., 2018).

Kuşburnu, C vitaminin yanında, önemli düzeyde polifenoller, A ve E vitaminlerini içermektedir. Bu maddeler bağışıklık sistemini güçlendirmeye ve savunmaya yardımcı olur (Somerville ve ark., 2016; Huang ve ark., 2018; Lee ve Han, 2018). Bazı hayvanlar üzerine yapılan çalışmalarda, konsantre kuşburnu özü içeren takviye ilaçların kullanılmasının bağışıklık fonksiyonunu artırabileceği öne sürülse de, insanlar üzerine yapılan araştırma sayısı azdır (Sadigh-Eteghad, ve ark., 2011).

Kuşburnu yüksek miktarda antioksidan madde içermesi nedeniyle kalp sağlığına faydalıdır. Çalışmalar, kalp hastalığı riski ile C vitamini alımı arasında bir bağlantı olduğunu göstermektedir.

Nitekim bu konuda yapılan 13 çalışmanın derlendiği bir çalışmada günlük olarak en az 500 mg C vitamini takviyesi almanın, kalp hastalığı

için iki risk faktörü olan kötü kolesterol (LDL) ve kan trigliseritlerinde önemli bir azalma ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (McRae, 2008). Ayrıca gözlemsel çalışmalarda yetersiz C vitamini alımı kalp hastalığından ölme riskinin artmasıyla ilişkilendirmiştir (Moser ve Chun, 2016).

Ayrıca yapılan başka bir çalışmada kuşburnunun yüksek oranda flavonoidler içerdiği, bu antioksidanların, yüksek tansiyonu olan kişilerde kan basıncını düşürdüğü ve kalbe giden kan akışını iyileştirdiği rapor edilmiştir (Rees ve ark., 2018).

Kesin mekanizması tam olarak bilinmese de, bazı araştırmalarda kuşburnunun tip 2 diyabete karşı koruma sağlayabileceği öne sürülmektedir. Yapılan bir çalışmada yüksek yağlı diyet uygulanan farelerin 10-20 hafta süresince kuşburnu tozu ile takviye edilmesi kan şekeri düzeylerini, açlık insülin düzeylerini ve karaciğerdeki yağ hücresi büyümesini önemli ölçüde azaltmıştır (Andersson ve ark., 2012). Başka bir çalışmada, kuşburnu özütü diyabetli sıçanlarda açlık kan şekeri düzeylerini önemli ölçüde düşürmüştür (Taghizadeh ve ark., 2016). Yine Mármol ve ark., 2017 tarafından yürütülen bit çalışmada kuşburnu ekstaktında bulunan E vitamini ve antioksidan maddelerin bu hastalığın ikincil komplikasyonlarını iyileştirebileceği bildirilmiştir.

Bununla birlikte, obeziteli yetişkinlerde yapılan bir çalışmada, günlük kuşburnu tozu takviyesinin açlık glikoz seviyeleri veya insülin duyarlılığı üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır (Nagatomo, ve ark., 2013).

SONUÇ

Kuşburnu, fitokimyasal içerik bakımından zengin değerli bir bitki türüdür. Kuşburnunun tedavi edici potansiyeli, özellikle askorbik asit, fenolik bileşikler ve sağlıklı yağ asitlerini içeren fitokimyasal bileşiminden veya bununla ilişkili antioksidan etkilerinden kaynaklanmaktadır. Son yıllarda yapılan güncel çalışmalar kuşburnunun bazı hastalıkları tedavi etme veya önleme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur. Yukarıda verilen çalışmalar kuşburnunun tedavi edici özellikleri konusunda yapılan bazı çalışmalara örnek teşkil etmektedir. Kuşburnu bitkisi fitokimyasal özellikler bakımından zengin olmasının yanı sıra marjinal iklim ve toprak koşullarında yetişebilmesi, her yıl düzenli ürün vermesi ve erozyon kontrolüne katkı sağlaması da bu türü değerli kılmaktadır. Ülkemizin farklı yörelerinde çok sayıda kuşburnu seleksiyon çalışması yapılmış ancak az sayıda genotip tescil aşamasına kadar gelebilmiştir. Buna rağmen kuşburnuna olan ilgi hem yurt içinde hem de yurtdışında giderek artmaktadır. Bu sebeple ülkemizde yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması alternatif bir ürün olarak değerlendirilmesinin ülke ekonomisine de katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Al-Yafeai, A., Malarski, A. & Bohm, V. (2018) Characterization of carotenoids and vitamin E in *R. rugosa* and *R. canina*: Comparative analysis. *Food Chem* 242:435–442.
- Andersson, U., Berger, K., Högberg, A., Landin-Olsson, M., & Holm, C. (2012). Effects of rose hip intake on risk markers of type 2 diabetes and cardiovascular disease: a randomized, double-blind, cross-over investigation in obese persons. *European journal of clinical nutrition*, 66(5), 585-590.
- Bhave, A., Schulzova, V., Chmelarova, H., Mrnka, L., & Hajslova, J. (2017). Assessment of rosehips based on the content of their biologically active compounds. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(3), 681-690.
- Bruneau, A., Starr, J.R. & Joly, S. 2007. Phylogenetic relationships in the genus *Rosa*: new evidence from chloroplast DNA sequences and an appraisal of current knowledge *Syst Bot*, 32 , pp. 366-378
- Carr, A.C. & Maggini, S. (2017). Vitamin C and immune function. *Nutrients*, 9(11), 1211.
- Cetkovic, G.S., Ethilas, S.M. & Gille, L. (2012). Effect of rosehip (*Rosa canina* L.) phytochemicals on stable free radicals and human cancer cells, *J Sci Food Agric.*, vol. 92, pp. 1273–1281, 2012.
- Chrubasik, C., Roufogalis, B., Muller-Ladner, U. & Chrubasik, S. (2008). A systematic review on the *Rosa canina* effect and efficacy profiles *Phytother Res*, 22 , pp. 725-733
- Cunja, V., Mikulic-Petkovsek, M. & Weber, N. (2016). Fresh from the ornamental garden: Hips of selected rose cultivars rich in phytonutrients. *J Food Sci*; 81(2): C369-79
- Denev, P., Kratchanova, M., Ciz, M., Lojek, A., Vasicek, O., Nedelcheva, P. & Vojtek, L. (2014). Biological activities of selected polyphenol-rich fruits related to immunity and gastrointestinal health. *Food Chemistry*, 157, 37-44.
- Fan, C., Pacier, C., & Martirosyan, D. M. (2014). Rose hip (*Rosa canina* L): A functional food perspective. *Functional Foods in Health and Disease*, 4(12), 493-509.
- Fascella, G., D'Angiolillo, F. & Mammano, M.M. (2019). Bioactive compounds and antioxidant activity of four rose hip species from spontaneous Sicilian flora. (2019) *Food Chemistry* 289: 56–64.
- Fujii, T. & Saito, M. (2009). Inhibitory effect of quercetin isolated from rose hip (*Rosa canina* L.) against melanogenesis by mouse melanoma cells. *Biosci Biotechnol Biochem*. 2009;73:1989–1993.
- Ghazghazi, H., Miguel, M. G., Hasnaoui, B., Sebei, H., Ksontini, M., Figueiredo, A. C., ... & Barroso, J. G. (2010). Phenols, essential oils and carotenoids of *Rosa canina* from Tunisia and their antioxidant activities. *African Journal of Biotechnology*, 9(18), 2709-2716.

- Gurbuz, I., Ustün, O., Yesilada, E., Sezik, E. & Kutsal, O. (2003). Antiulcerogenic activity of some plants used as folk remedy in Turkey. *J Ethnopharmacol* 2003; 88(1): 93-7.
- Hemilä, H., & Chalker, E. (2013). Vitamin C for preventing and treating the common cold. *Cochrane database of systematic reviews*, (1).
- Huang, Z., Liu, Y., Qi, G., Brand, D., & Zheng, S. G. (2018). Role of vitamin A in the immune system. *Journal of clinical medicine*, 7(9), 258.
- Hussain, T., Tan, B., Yin, Y., Blachier, F., Tossou, M. C., & Rahu, N. (2016). Oxidative stress and inflammation: what polyphenols can do for us?. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2016.
- Koca, I., Ustun, N. S., & Koyuncu, T. (2009). Effect of drying conditions on antioxidant properties of rosehip fruits (*Rosa canina* sp.). *Asian Journal of Chemistry*, 21(2), 1061.
- Koczka, N., Stefanovits-Bányai, É., & Ombódi, A. (2018). Total polyphenol content and antioxidant capacity of rosehips of some *Rosa* species. *Medicines*, 5(3), 84.
- Lee, G. Y., & Han, S. N. (2018). The role of vitamin E in immunity. *Nutrients*, 10(11), 1614.
- Liguori, I., Russo, G., Curcio, F., Bulli, G., Aran, L., Della-Morte, D., ... & Abete, P. (2018). Oxidative stress, aging, and diseases. *Clinical interventions in aging*, 13, 757.
- Mármol, I., Sánchez-de-Diego, C., Jiménez-Moreno, N., Ancín-Azpilicueta, C., & Rodríguez-Yoldi, M. J. (2017). Therapeutic applications of rose hips from different *Rosa* species. *International journal of molecular sciences*, 18(6), 1137.
- McRae, M. P. (2008). Vitamin C supplementation lowers serum low-density lipoprotein cholesterol and triglycerides: a meta-analysis of 13 randomized controlled trials. *Journal of chiropractic medicine*, 7(2), 48-58.
- Moser, M. A., & Chun, O. K. (2016). Vitamin C and heart health: a review based on findings from epidemiologic studies. *International journal of molecular sciences*, 17(8), 1328.
- Nađpal, J. D., Lesjak, M. M., Šibul, F. S., Anačkov, G. T., Četojević-Simin, D. D., Mimica-Dukić, N. M., & Beara, I. N. (2016). Comparative study of biological activities and phytochemical composition of two rose hips and their preserves: *Rosa canina* L. and *Rosa arvensis* Huds. *Food Chemistry*, 192, 907-914..
- Nagatomo, A., Nishida, N., Matsuura, Y., & Shibata, N. (2013). Rosehip extract inhibits lipid accumulation in white adipose tissue by suppressing the expression of peroxisome proliferator-activated receptor gamma. *Preventive nutrition and food science*, 18(2), 85.
- Phetcharat, L., Wongsuphasawat, K., & Winther, K. (2015). The effectiveness of a

standardized rose hip powder, containing seeds and shells of *Rosa canina*, on cell longevity, skin wrinkles, moisture, and elasticity. Clinical interventions in aging, 10, 1849.

- Rees, A., Dodd, G. F., & Spencer, J. P. (2018). The effects of flavonoids on cardiovascular health: a review of human intervention trials and implications for cerebrovascular function. *Nutrients*, 10(12), 1852.
- Roman, I., Stănilă, A., & Stănilă, S. (2013). Bioactive compounds and antioxidant activity of *Rosa canina* L. biotypes from spontaneous flora of Transylvania. *Chemistry Central Journal*, 7(1), 1-10.
- Roman, I., Stănilă, A., & Stănilă, S. (2013). Bioactive compounds and antioxidant activity of *Rosa canina* L. biotypes from spontaneous flora of Transylvania. *Chemistry Central Journal*, 7(1), 1-10.
- Sadigh-Eteghad, S., Tayefi-Nasrabadi, H., Aghdam, Z., Zarredar, H., Shanehbandi, D., Khayyat, L., & Seyyed-Piran, S. H. (2011). *Rosa canina* L. fruit hydro-alcoholic extract effects on some immunological and biochemical parameters in rats. *BioImpacts: BI*, 1(4), 219.
- Somerville, V. S., Braakhuis, A. J., & Hopkins, W. G. (2016). Effect of flavonoids on upper respiratory tract infections and immune function: a systematic review and meta-analysis. *Advances in nutrition*, 7(3), 488-497.
- Taghizadeh, M., Rashidi, A. A., Taherian, A. A., Vakili, Z., Sajad Sajadian, M., & Ghardashi, M. (2016). Antidiabetic and antihyperlipidemic effects of ethanol extract of *Rosa canina* L. fruit on diabetic rats: An experimental study with histopathological evaluations. *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*, 21(4), NP25-NP30.
- Ünalın, Ö. (2021). Türk kültüründe kuşburnu. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 11(3), 745-762.
- Van Gorkom, G. N., Klein Wolterink, R. G., Van Elssen, C. H., Wieten, L., Germeraad, W. T., & Bos, G. M. (2018). Influence of vitamin C on lymphocytes: an overview. *Antioxidants*, 7(3), 41.
- Warholm, O., Skaar, S., Hedman, E., Mølmen, H. M., & Eik, L. (2003). The effects of a standardized herbal remedy made from a subtype of *Rosa canina* in patients with osteoarthritis: a double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial. *Current therapeutic research*, 64(1), 21-31.
- Wissemann, V., & Ritz, C. M. (2005). The genus *Rosa* (Rosoideae, Rosaceae) revisited: molecular analysis of nrITS-1 and atp B-rbc L intergenic spacer (IGS) versus conventional taxonomy. *Botanical journal of the Linnean Society*, 147(3), 275-290.

BÖLÜM 13

YOLLARIN YABAN HAYATI ÜZERİNE ETKİLERİ; YABAN HAYVANI ARAÇ ÇARPIŞMALARI

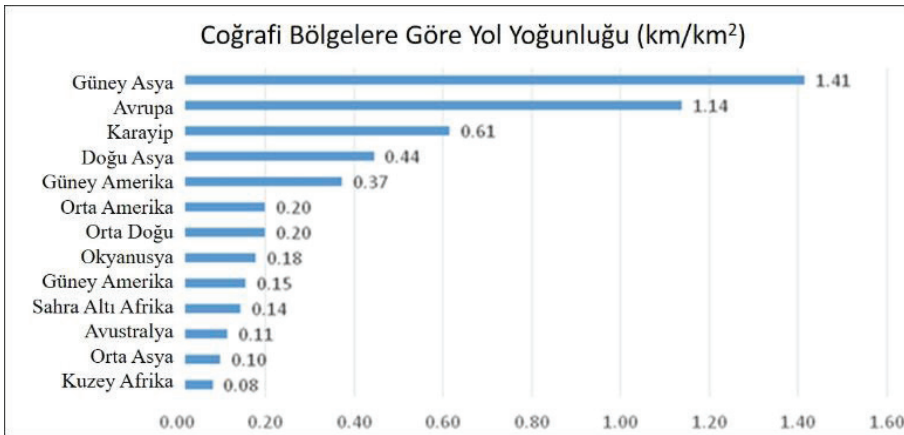
Ahmet ARPACIK¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, Trabzon, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8053-4253>, ahmetarpacik@ktu.edu.tr

1. Giriş

Yollar, biyolojik çeşitlilik için küresel bir tehdittir. Sürekli genişleyen yol ve trafik altyapısı, yaban hayvanı popülasyonları üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Polak, vd., 2014; Kušta vd., 2017). Yolların doğrudan etkisi genellikle ölüm (Forman, 2000) ile sonuçlanmaktadır. Dolaylı etkileri; yaban hayvanlarının habitatlarında bozulma (Saunders, vd., 2002), habitat parçalanması (Andrews, 1990; Saunders, vd., 2002; Bissonette, 2002; Rico, vd., 2007), habitat kaybı (Andrews, 1990; Kerley, vd., 2002; Saunders, vd., 2002; Bissonette, 2002), bariyer etkisi (Plante vd., 2019, Dean vd., 2019) ve kaçak avcılık (Kerley, vd., 2002) olarak ortaya çıkmaktadır.

Dünya karayolu ağı, 2013 yılında yaklaşık 18.015.713 km'den yıllık %7 artışla 2019 yılında 64.285.009 km olmuştur (Englefield, 2020). Dünyaya genelde 2050 yılına kadar en az 25 milyon km ek yolun inşa edilmesi beklenmektedir (Laurance vd., 2014). Uluslararası Yol Federasyonu (IRF)'nin 208 ülkeye ait 2019 verilerine göre, Güney Asya en yüksek karayolu yoğunluğuna sahiptir ve küresel kara alanının %4'ünden daha azını kaplamaktadır. Güney Asya, küresel karayolu ağının neredeyse %18'ini oluşturmakta ve 1,41 km/km² ile en yüksek bölgesel karayolu yoğunluğuna sahiptir. Güney Asya'dan sonra Avrupa, 1,14 km/km² ve küresel karayolu ağının %17'si ile ikinci en yüksek karayolu ağı yoğunluğuna sahiptir (Şekil 1; IRF, 2019).



Şekil 1. IRF Dünya Yol İstatistikleri (IRF, 2019).

Ulaşım altyapısı ekonomik büyümeyi ve insan refahını desteklediği için yeni yolların yaklaşık %90'ının gelişmekte olan ülkelerde inşa edileceği tahmin edilmektedir (Alamgir vd., 2017; Kati vd., 2020). Uluslararası Motorlu Araç Üreticileri Örgütü verilerine göre 2021 yılı üretilen araç sayısı 80.145.988 adettir (OIAC, 2021). Karayolu ağları genişlemeye devam

ettikçe ve trafik hacmi arttıkça, genel olarak yaban hayvanı araç çarpışmalarının sıklığı da artmaktadır (Bruinderink ve Hazebroek, 1996, Hawbaker vd., 2006).

Yaban hayvanı araç çarpışmaları, hem yaban hayatını hem de sürücülerini etkileyen küresel bir sorundur (Olson vd., 2014). Karayolları, kaçınılmaz olarak, özellikle kırsal otoyollarda, yaban hayvanları ile araçlar arasında çarpışmaya yol açarak seyahat şeritlerinin içinde veya yanında karkaslara, yaralı hayvanlara, hasarlı araçlara, insan yaralanmasına ve ölümüne yol açmaktadır (Bonds vd., 2020).

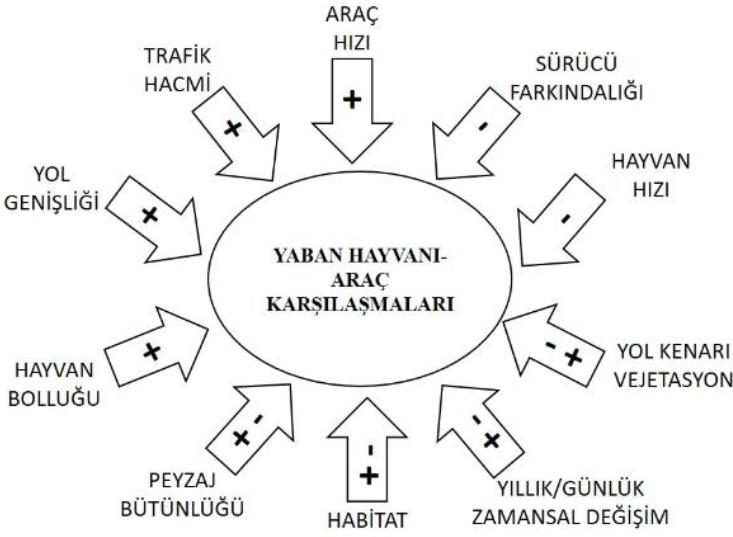
Yaban hayvanı araç çarpışmaları sonucu ölüm oranının gelişmiş ülkelerin çoğunda büyük bir endişe kaynağı olduğu ve önümüzdeki birkaç yıl içinde gelişmekte olan ülkelerde daha ciddi hale geleceği belirtilmektedir (Van der Ree vd., 2015).

Bu araştırmada, Dünya’da ve Türkiye’de yaban hayvanı araç çarpışmasına ilişkin veriler karşılaştırılmış ve yaban hayvanı araç çarpışmalarının omurgalı yaban hayvanlarından; memeliler, kuşlar, sürüngenler ve amfibiler sınıfı üzerindeki etkileri irdelenmiştir.

2. Yaban Hayvanı Araç Çarpışmaları

Yaban hayvanı araç çarpışmaları, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde yaban hayvanlarını, insan güvenliğini ve malını etkilemektedir. Bu durum, artan insani ve ekonomik sonuçları ve birçok yaban hayvanı üzerindeki yaygın olumsuz etkisi nedeniyle yol ekolojisinde ve yaban hayatı yönetiminde önemli bir sorundur (Forman ve Alexander 1998). Yaban hayvanı araç çarpışmalarının sosyal, ekonomik ve ekolojik sonuçları vardır. Sosyal olarak, yaban hayvanı araç çarpışması trafiği ve insan güvenliğini tehdit etmekte, yaralanmalara, travmalara ve bazı durumlarda araç sürücülerinin veya yolcuların ölümüne neden olmaktadır (Williams ve Wells 2005). Ekonomik olarak, kazalar araçlarda maddi hasarlara neden olmasıyla yüksek maliyetler getirmektedir (Vignon ve Barbarreau 2008). Ekolojik olarak, yaban hayvanı araç çarpışmaları yaban hayvanlarının popülasyonlarının azalmalarına neden olmaktadır (Lodé 2000).

Yaban hayvanı araç çarpışmaları popülasyon gen akışını ve hayvan popülasyonunu azaltmakta olup yerel popülasyon dinamiklerini ve demografik yapıyı etkilemektedir (Ramp ve Ben-Ami 2006; Balkenhol ve Waits 2009).Yollardan kaynaklı yaban hayvanı araç çarpışmasını artıran veya azaltan olumlu, olumsuz faktörler; araç hızı, hayvan yoğunluğu, trafik hacmi, yol genişliği, peyzaj bütünlüğü, habitat, yıllık/mevsimlik/günlük değişimler, yol kenarı vejetasyon, hayvan hızı, sürücü farkındalığı olarak sıralanabilmektedir (Seiler 2003; Litvaitis ve Tash, 2008; Şekil 2).



Şekil 2. Literatür taramasına dayalı olarak yaban hayvanı-araç çarpışmalarına katkıda bulunan faktörler. Pozitif (artırıcı) (+), negatif (azaltıcı) (-) ve karışık (±) etkiler (Seiler 2003; Litvaitis ve Tash, 2008).

Araç hızı. Daha düşük araç hızı, sürücülerin ve yaban hayvanlarının, bir çarpışmadan kaçınılabilmesi için birbirlerinin varlığına tepki vermelerine daha fazla olanak sağlamaktadır. Örneğin Kanada, Alberta Jasper Milli Parkı'nda hız sınırı 90 km/sa'den 70 km/sa'te indirilmiş ve büyük toynaklı yaban hayvanları ile çarpışma oranı %20 azalmıştır (Huijser ve McGowen 2010). Kuşların karayolu taşıtlarıyla çarpışması üzerinde araç hızı önemli bir etkiye sahiptir. Bir çarpışma sırasında hangi araç hızının kuşlar için öldürücü olduğunu söylemek zordur. 40 km/s'nin altındaki hızlarda çarpışmalar nadirdir ve yol ölümleri 56 km/s'lik bir hızda başlamaktadır (Dickerson 1939, Wascher vd., 1988). Ancak hız sınırının çoğunlukla 50 km olduğu şehirlerde de hala çok sayıda kuş araç kazası meydana gelmektedir (Bruun-Schmidt, 1994). İspanya'daki küçük baykuş (*Athene noctua*) üzerinde yapılan bir araştırmada, yolda ölen kuşların %74.4'ü çok kavisli yollarda ve nispeten düşük hızda ölmüştür (Hernandez, 1988). Yüksek araç hızı aynı zamanda türbülansı daha güçlü hale getirdiğinden dolayı küçük bir kuşu karşıdan gelen bir arabaya fırlatabilmektedir (Görransson vd., 1978).

Trafik hacmi. Günde bir noktadan geçen araç sayısı olan trafik hacmi, yaban hayatı üzerindeki olumsuz etkilerin bir göstergesi olarak çeşitli sonuçlar vermektedir (Case, 1978). Trafik hacmiyle birlikte ölüm riski artsa da (Hels ve Buchwald, 2001) bazı araştırmalarda trafik hacminin daha düşük olduğu yollarda en yüksek karayolu ölümleri gözlemlenmiş-

tir. Örneğin, Polonya’da yapılan araştırmada düşük (350-470 araç/gün) ve orta (1900-2900 araç/gün) trafik hacmine sahip yolların en yüksek amfibi ölüm sonuçlarına sahip olduğu görülmüştür (Orlowski, 2008).

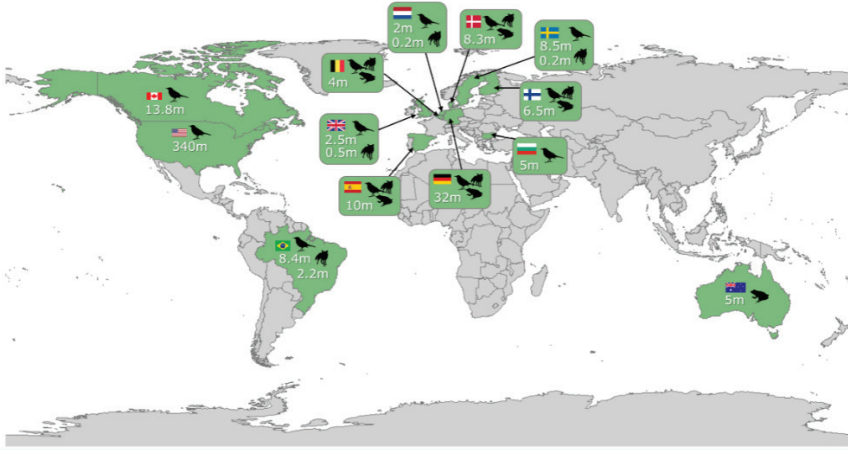
Peyzaj bütünlüğü, habitat ve yol kenarı vejetasyon. Yollar, habitatların parçalanmasına neden olur ve bu nedenle peyzaj bütünlüğünü ve geçirgenliğini azaltır (Bissonette ve Adair 2008). Yolların; ormanlardan, küçük akarsulardan, ıslak alanlardan, kenar mahallelerden, orman kenarlarından, yolun her iki yanındaki çitlerle çevrili alanlarda ve bir meşçereden diğerine geçtiği yerlerde birçok yaban hayvanı araç çarpışması meydana gelmektedir (Göransson, vd., 1978; Brown, vd., 1986; Johnson, 1989). Örneğin, yaşam alanları içerisindeki tarım arazilerinden geçen yollarda, yıllık kilometre başına 6,5-7,4 ölü kuş bulunurken, yoğun bitki örtüsü, meyve ağaçları, orman ve yerleşim alanlarının bulunduğu yollarda 16,5-19,6 kuş ölü olarak bulunmuştur (Bergmann, 1974; Lüpke, 1983).

Yıllık/günlük zamansal değişim. Geceleri aktif olan hayvanlar sürücüler tarafından daha az görülebildiğinden gündüze oranla yüksek çarpışma oranları gerçekleşmektedir (Sullivan, 2011). Özellikle yerleşim alanlarında günün bazı saatlerinde (saat 7.00-09.00 ve 16.00-19.00 saatleri) yaban hayvanları araç karşılaşma riskinin yüksek olduğu bilinmektedir. Yıl içerisinde, özellikle yaban hayvanlarının çiftleşme ve üreme dönemleri, araç çarpışma riskini artırabilmektedir. Örneğin, Hollanda’da kızıl geyik (*Cervus elaphus*) ve karaca (*Capreolus capreolus*)’nın çiftleşme dönemlerinde araç çarpışması sonucu ölümler artmaktadır (Bruinderink ve Hazebroek 1996). Kanada, Alberta’daki Bow River Vadisi’nde küçük memeliler için üreme dönemi olan ilkbaharda yol ölüm oranları en yüksek seviyededir (Clevenger vd., 2003). Japonya’da ise hem ilkbaharda hem de sonbaharda memeli yaban hayvanlarının yol ölümlerinde belirgin artışlar gözlemlenmiştir (Saeki ve MacDonald, 2003).

Sürücülerin yaban hayvanlarını fark etmesi. Yaban hayvanı araç çarpışması herhangi bir boyutta hayvan türünü içermesine rağmen, araba hasarı, yaralanmalar veya ölümler çoğunlukla daha büyük türlerle (> 30kg) çarpışmalardan meydana gelmektedir (Barthelmess ve Brooks, 2010). Araç sürücüler tarafından büyük vücut kütleli hayvanlar, küçük vücut kütleli hayvanlara göre yollarda daha rahat fark edilmekte ve bu durum yaban hayvanı araç çarpışma oranlarının azalmasına neden olmaktadır. Küçük memelileri fark etmek, daha büyük memelilere göre daha kısa sürelerde daha zordur (Slater, 2002).

2.1. Dünya’da Yaban Hayvanı Araç Çarpışmaları

Yolların yaban hayvanlarının popülasyonları üzerindeki en belirgin etkisi, araç çarpışmalardan kaynaklanan doğrudan ölümlerdir (Forman, 2000). Dünya genelinde araç çarpışmalarından ölen hayvanların çokluğu endişe vericidir. Sınırlı coğrafi bölgelerdeki yaban hayvanı araç çarpışması tahminleri ile bile yılda 400 milyondan fazla omurgalı yaban hayvanlarına ait yol ölüm verilerine ulaşılabilmektedir (Şekil, 3; Schwartz vd., 2018).



Şekil 3. Dünya genelinde omurgalı yaban hayvanları (memeliler, kuşlar ve amfibiler) araç çarpışması sonucu ölüm tahminleri (milyon /yıl) (Schwartz vd., 2018’den aktarılan; Harris vd., 1992; Hodson ve Snow, 1965; Seiler ve Helldin, 2006; Langbein, 2007; Loss vd., 2014; Bishop ve Brogan, 2013; Wembridgeet vd., 2016; González-Suárez vd., 2018)

Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’nde 6,2 milyon km’lik kamu yolu, ABD’nin yüz ölçümünün %1’inden azını kapsamasına rağmen “yol-etki bölgesinin” ülkenin kara alanının yaklaşık %20’sini kapsadığı tahmin edilmektedir (Forman, 2000). ABD’de her yıl 725.000 ile 1.500.000 arası yaban hayvanı araç çarpışma vakası gerçekleşmekte, her yıl 200’den fazla insan ölmekte ve 13.713-29.000 yaralanma meydana gelmektedir. (Romin ve Bissonette 1996; Huijser vd., 2007; Yang vd., 2019; Whiete, 2020). Yaban hayvanı araç çarpışması 8.4 milyar \$ maddi hasar kaybına neden olmaktadır (Huijser vd., 2008).

Kanada yollarında yıllık 30.000’den fazla yaban hayvanı araç çarpışması olduğu tahmin edilmektedir (Huijser vd., 2007). 2000-2014 yılları arasında yaban hayvanlarının neden olduğu araç çarpışması sonucu 474 insan ölümü gerçekleşmiştir (Vanlaar vd., 2019). Kanada’da günlük 4-8 hayvan, araç çarpışması sonucu ölmektedir (Whiete, 2020).

Avustralya'da her yıl yaklaşık 4 milyon memeli (keseli), 6 milyon kuş, sürüngen ve diğer türlerin araç çarpışması sonucu öldüğü tahmin edilmektedir.

Avrupa'da, yıllık 500.000 geyik araç çarpması meydana gelmekte, 300'den fazla insan ölümü, 30.000 insan yaralanması ve 1 milyar €'nun üzerinde maddi hasar meydana gelmektedir (Bruinderink ve Hazebroek, 1996). Son zamanlarda, yıllık geyik-araç çarpışması sayısının Norveç'te 3.500'ü, İsviçre'de 10.000'i, Danimarka'da 10.000'i, İngiltere'de 30.000'i, Avusturya'da 35.000'i ve İsveç'te 55.000'i aştığı tahmin edilmektedir (Langbein ve Putman, 2005).

Almanya'da 2019/2020 yılı kaza istatistiklerine göre 198.970 karaca (*Capreolus capreolus*), 31.150 yaban domuzu (*Sus scrofa*), 4.580 alageyik (*Dama dama*) ve 3.060 kızıl geyik (*Cervus elaphus*)'in araç çarpması sonucu öldüğü tahmin edilmektedir (DJV, 2022). Almanya'da Nisan 2018 - Şubat 2021 yılları arasında, yaban hayvanları ve araç çarpışmasına ilişkin değerlendirilen 30.000 kaza olayında, geyikler %49, kuşlar %4, yaban domuzu %5, tilki %7, tavşan %10, küçük memeliler %12, diğer hayvanlar %13 olarak yer almıştır (DJV, 2022).

İspanya'da 2006- 2012 yılları arasında 74.600 yaban hayvanı araç çarpışması meydana gelmiş ve bu durum aynı dönemde İspanya'da bildirilen toplam 840.000 karayolu trafik kazasının %8.9'unu temsil etmiştir. Bu yıllar arasında en fazla ortalama 5.005 kaza ile yaban domuzu (*Sus scrofa*) ve ortalama 3.440 karaca (*Capreolus capreolus*) ile araç çarpması meydana gelmiştir. Yaban hayvanı araç çarpması, İspanya'ya yıllık 105 milyon € ekonomik maliyet getirmiştir (Sáenz-de-Santa-María ve Tellería, 2015).

İsveç'te, 1990'larda polise bildirilen tüm yol kazalarının %60'ından fazlasını yaban hayvanı araç çarpması oluşturmuş ve bu kazaların tahmini maliyetinin yılda 100 milyon €'yu aştığı belirtilmiştir. Ortalama olarak, 1999 yılına kadar İsveç polisi kayıtları, her yıl yaklaşık 4.500 *Alces alces* ve 24.000 karaca çarpışmasının meydana geldiğini belirtmektedir (Seiler, 2004).

Slovenya'da karayollarında her yıl 4.000 ila 6.000 karaca araç çarpması sonucunda ölmektedir (Pokorny, 2006). 2000'li yılların başında 3.600-4.800 karaca, 91-116 kızıl geyik, 6-7 alageyik (*Dama dama*), 4-17 çengelboynuzlu dağ keçisi (*Rupicapra rupicapra*), 3-8 *Ovis musimon* ve 19-62 yaban domuzu araç çarpması sonucu ölmüştür (Pokorny, 2002).

2.2. Türkiye'de Yaban Hayvanı Araç Çarpışmaları

Türkiye'de otoyol, devlet yolu ve il yollarının toplam uzunluğu 68.633 km'dir. 2020 yılı itibarıyla Türkiye'de 24.144.857 adet motorlu taşıt bulunmaktadır. Türkiye'de 2021 yılı ölümlü veya yaralanmalı hayvan araç

çarpışma kaza sayısı 975 adet olarak belirtilmiştir. Kaza oluş türleri içerisinde %0.51'lik yer tutmaktadır (KGM, 2021). Türkiye'de hayvan araç çarpışma verilerinin tür bazında dağılımını gösteren herhangi bir veri bulunmamaktadır. Burada verilen kazaların çoğunluğunun evcil hayvanlar ile çarpışmalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Türkiye'de yaban hayvanı araç çarpması üzerine yapılan araştırmalar (Toyran vd., 2008; Arpacık vd., 2016; Özcan, 2017; Bülbül vd., 2019; Bülbül ve Koç Gür, 2022) oldukça sınırlıdır.

Toyran vd. (2008), Van Gölü'nü çevreleyen karayolunda (D300-D975E99 karayolları) 2016 - 2017 tarihleri arasında yaptıkları araştırmada araç çarpması sonucunda ölen 8 memeli türüne ait toplam 57 vaka kaydetmişlerdir. Bu türler; kaya sansarı (*Martes foina*), kirpi (*Erinaceus concolor*), tilki (*Vulpes vulpes*), yaban tavşanı (*Lepus europaeus*), sincap (*Sciurus anomalus*), su samuru (*Lutra lutra*), yaban kedisi (*Felis silvestris*) ve porsuk (*Meles meles*)'tur.

Arpacık vd. (2016), Kastamonu Azdavay Kartdağ Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda 2010- 2012 tarihleri arasında 18 memeli, 22 kuş, 5 sürüngen ve 3 amfibi türünün yolların yaban hayvanları üzerine etkilerinden dolayı öldüğünü veya yaralandığını belirtmiştir. Bu türlerden bazıları; kirpi (*Erinaceus concolor*), kurt (*Canis lupus*), çakal (*Canis aureus*), tilki (*Vulpes vulpes*), kaya sansarı (*Martes foina*), kaya güvercini (*Columba livia*), tosbağa (*Testudo graeca*) ve siğilli kurbağa (*Bufo bufo*)'dır.

Özcan (2017), Kırıkkale-Çankırı Karayolu'nda 2014 - 2018 tarihleri arasında gerçekleştirilen çalışmada araç çarpması sonucunda 9 türden 389 adet orta ve büyük memeli yaban hayvanı ölü olarak tespit etmiştir. Bu türler, kirpi (*Erinaceus concolor*), tilki (*Vulpes vulpes*), sansar (*Martes foina*), yaban domuzu (*Sus scrofa*), kurt (*Canis lupus*), tavşan (*Lepus europaeus*), porsuk (*Meles meles*) arap tavşanı (*Allactaga williamsi*) ve gelincik (*Mustela nivalis*)'dir.

Bülbül vd. (2019), Kırklareli ilinde E87 karayolunda 18-22 Haziran 2016 tarihlerinde yol ölümüne maruz kalan 23 ölü hayvanı (2 türe ait 6 amfibi bireyi ve 9 türe ait 17 sürüngen bireyi) kayıt altına alırken, Edirne ilindeki Enez-İpsala karayolunda ise aynı yılın 22-25 Haziran günlerinde 134 bireyi (3 amfibi türüne ait 114 birey ve 8 sürüngen türüne ait 20 birey) ölü olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, Edirne ilinde en fazla ölü bireyi bulunan türler *Pelophylax ridibundus* ve *Bufo variabilis* olurken, Kırklareli ilinde yol ölümlerinden en fazla etkilenen türler *Pelophylax ridibundus*, *Lacerta trilineata*, *Dolichophis caspius* ve *Testudo graeca*'dir.

Bülbül ve Koç Gür (2022), Konya ili Yunak-Akşehir karayolunda (D-695) araç çarpması sonucunda, 246 gece kurbağası (*Bufo viridis*) ölü olarak tespit etmiştir.

3. Yaban Hayvanı Araç Çarpışmalarının Omurgalı Yaban Hayvanları Üzerine Etkileri

3.1. Memeliler

Yolların; memeli yaban hayvanları için en yaygın etkilerden biri, araç çarpışması nedeniyle doğrudan ölüme neden olmasıdır. ABD’de her gün bir milyondan fazla omurgalı yaban hayvanını araç çarpması nedeniyle ölmektedir ve Dünya genelinde memeli yaban hayvanı ölümlerinin %5’ini oluşturmaktadır (Forman ve Alexander, 1998). Yaban hayvanı araç çarpışmaları, memeli yaban hayvanlarının ölümüne, türlerin demografisinin değişmesine, genetik çeşitliliği azalmasına (Jackson ve Fahrig, 2011) ve hayvan popülasyonunun zarar görmesine neden olmaktadır (Kramer-Schadt vd., 2004). Araç çarpması sonucu oluşan hayvan ölümleri birçok memeli popülasyonunda yaygın olmasına rağmen, tüm türler bu durumdan eşit şekilde etkilenmemektedir. Yaban hayvanlarının beslenme davranışları da araç çarpması riskini artırabilmektedir. Yerden beslenen türler ağaçta beslenen türlere göre araç çarpmasına daha fazla maruz kalabilmektedir (Schwartz vd., 2018). Bazı araştırmalar, omnivor ve otoburların yolların neden olduğu ölüm oranlarının etoburlara göre daha yüksek olduğunu göstermektedir (Peters, 1983).

Yollar sadece tek tek bireyler için değil, aynı zamanda bazı popülasyonlar içinde doğrudan bir tehdit oluşturmaktadır. Dünya üzerindeki farklı ülkelerde bazı yaban hayvanlarının karayolu kazalarına dayanan önemli popülasyon azalmalarına maruz kaldığı bilinmektedir. Örneğin, Karpat Dağları’nda yaşayan Avrupa’nın en yüksek popülasyonlarına sahip ayı (*Ursus arctos*), vaşak (*Lynx lynx*) ve kurt (*Canis lupus*) (Fedorca vd., 2021), İspanya’da İber vaşağı (*Lynx pardinus*) (Ferrerias vd., 1992), Norveç’te vaşak (*Lynx lynx*) (Basille vd., 2013), ABD’de *Leopardus pardalis* (Blackburn vd., 2021) için en büyük tehdidi yaşam alanlarında yol kazaları oluşturmaktadır. Kuzey Amerika’da Florida puması (*Puma concolor coryi*) (Onorato vd., 2010), Hindistan’da kaplan (*Panthera tigris tigris*) (Baskaran ve Boominathan, 2010), Avrupa’da Avrupa vizonu (*Mustela lutreola*) (Palazón vd., 2012) ve Avustralya’da *Sarcophilus harrisii*, *Dasyurus viverrinus* (Jones, 2000) türleri yollarda yaban hayvanı araç çarpması nedeniyle tehdit altındadır. Hollanda’da yollar, kirpi (*Erinaceus europaeus*) popülasyonunda yaklaşık %30’luk bir azalmaya neden olmuştur (Huijser ve Bergers, 2000). Yaban hayvanı araç çarpışmalarının, Kuzey Hindistan’da Pars (*Panthera pardus*) ’ın yok olma riskini %83 oranında arttığı, Brezilya’nın yeleli kurdu (*Chrysocyon brachyurus*)’nun yok olma riski-

ni %34 artırdığı, Brezilya'nın küçük benekli kedisi (*Leopardus tigrinus*) ve Güney Afrika'nın kahverengi sırtlanı (*Hyaena brunnea*)'nın yok olma risklerini %75'e kadar artırdığı tespit edilmiştir (Grilo vd., 2021).

3.2. Kuşlar

Araç çarpmalarından kaynaklanan kuş ölümleri neredeyse bir asırdır devam etmektedir (Stoner, 1925, Bishop ve Brogan, 2013). Kuşlar için araç çarpması yolların oluşturduğu en büyük tehditlerden biridir (Kociolek ve Clevenger, 2011). İngiltere, Avrupa, İskandinavya ve ABD'de araç kuş çarpışması sonucunda kuş ölümlerinin milyonları bulduğu tahmin edilmektedir (Hodson, 1960, Hodson and Snow, 1965, Erritzoe vd., 2003). ABD'de her yıl 80 milyon kuş (Erickson vd., 2005), Kanada'da yaklaşık 13 milyon kuş, İngiltere'de 10-60 milyon kuş (Bishop ve Brogan, 2013), Hollanda'da 653.000 kuş, Almanya'da 9.4 milyon kuş, Danimarka'da 1.1 milyon kuş, İsveç'te 8.5 milyon kuş ve Bulgaristan'da 7milyon kuşun (Erritzoe vd., 2003) üreme döneminde araç çarpması sonucu öldüğü tahmin edilmektedir. Kuş araç çarpmasında en sık bildirilenler arasında ötücü kuşlar ve baykuşlar olmak üzere birçok kuş türü yer almaktadır (Erritzoe vd., 2003, Boves ve Belthoff, 2012).

Batı Avrupa'da özellikle serçe ve karatavukların, orta Avrupa'da karga ve kırlangıçların araç kuş çarpması sonucu yolların neden olduğu ölüm oranları oldukça yüksektir (Erritzoe vd., 2003). Fransa, Hollanda, İngiltere, İsviçre ve İspanya'da peçeli baykuş (*Tyto alba*) için en büyük tehdidi yaşam alanlarında yol kazaları oluşturmaktadır (Fajardo, 2001). Yol ölümleri, özellikle de peçeli baykuşlar (*Tyto alba*) için toplam ölümlerin büyük çoğunluğunu oluşturma riskine sahiptir (Boves ve Belthoff, 2012).

Kuşların yolları kullanmasına neden olacak ve böylece kuş araç çarpma riskini artırabilecek birçok faktör bulunmaktadır. Ölüm oranlarının artan trafik hızı ve hacmi ile paralel bir şekilde arttığı tespit edilmiştir (Case, 1978) ve genellikle ilkbahar ve yaz aylarında en yüksek orana çıkmıştır (Loss vd., 2014). Yola yakın elverişli kuş habitatı olan alanlarda kuş popülasyonlarının yoğun olduğu bölgelerde yavru kuşlar için ölüm oranları daha da artmaktadır. Ayrıca kara sinekkapan (*Ficedula hypoleuca*), büyük baştankara (*Parus major*), (Kuitunen vd., 2003 ; Holm ve Laursen, 2011) gri alakarga (*Perisoreus canadensis*) (Norris vd., 2013) ve Florida alakargası (*Aphelocoma coerulescens*) (Mumme vd., 2000) üzerinde yapılan bazı araştırmalar, kuşlar üzerindeki trafik ölümünün yerel kuş popülasyonlarını etkileyebileceğini göstermektedir. Kötü hava koşullarında, özellikle erken ilkbahar ve kış aylarında yollar kuşlar için yiyecek arama alanları oluşturmaktadır (Zumeta ve Holmes 1978). Yırtıcı kuşlar, martılar ve kargalar gibi kuşlar genellikle yiyecek artıklarını veya yol üzerinde karkasları yemek için yollara konmaktadırlar (Forman,

2000, Mumme vd., 2000, Husby ve Husby, 2014). Fırtınalı ve yağmurlu havalarda kuşların arabalara çarpması güneşli havalara göre çok daha azdır. Buna karşın sıcak ve nemli temmuz günlerinde araç-kuş çarpışması son derece yüksektir (Hodson, 1960). Nemli, soğuk ve yağışlı havalarda kırlangıçlar ve ebabiller yere yakın uçmakta ve bu nedenle araç çarpması sonucu ölmektedirler (Harding, 1979). Kışın yolların buzunu çözmek için kullanılan tuz, çok sayıda kuşu da yollara çekmektedir (Oeser, 1977). Yollara atılan çöpler, çöpçü kuşları da cezbetmektedir (Mason ve MacDonald, 1995). Yol boyunca elektrik, telefon direkleri ve hatları, yırtıcı kuşlara avlanmak için gözlem alanları sağlamaktadır (Robertson, 1930, Bourquin, 1983). Özellikle nemli havalarda yollara çıkan kurbağa ve solucan gibi türler kuşlara besin sağlamaktadır. Bir yolun sert yüzeyi, çok sayıda kuş türü tarafından, salyangoz veya fındık gibi türleri kırmak için yaygın olarak bir örs gibi kullanılmaktadır. Serçeler gibi birçok kuş, yollardaki su birikintilerinden su içmektedir (Hodson, 1960). Bir yol yüzeyi büyük miktarda güneş ısısını emmekte ve depolayabilmektedir. Yol yüzeyindeki ortalama sıcaklığın çevredeki alana göre 7°C-10°C daha sıcak olduğu tespit edilmiştir (Whitford, 1985). Bu ısı enerjisini kullanan kuşlar, vücut ısısını korumak için kullanılması gereken birçok kalori tasarrufu sağlar (Morelli vd., 2014). Kuşlar da diğer hayvan grupları gibi yolları göç yolu olarak kullanabilmektedir (Forman, 2000). Kuşları yolları kullanmaya iten bu nedenlerden dolayı yollarda milyonlarca araç kuş çarpışması gerçekleşmektedir.

3.3. Sürüngeçerler

Sürüngeçerler, düşük üreme başarıları, geç cinsel olgunluğa ulaşmaları, davranışsal özellikleri ve yaşam döngülerindeki hassasiyetler nedeniyle yol ölümlerine karşı özellikle savunmasızdırlar (Haxton, 2000; Crawford vd., 2016). Sürüngeçerler, hem sürücüler tarafından kasıtlı olarak öldürüldükleri hem de onları yol ölümlerine daha yatkın hale getiren termoregülasyon gibi biyolojik ihtiyaçları nedeniyle yollardan en çok etkilenen omurgalı sınıflarından biridir (Gonçalves vd, 2018).

Artan yol ağı, araç hızları ve trafik hacmi sonucu meydana gelen yol ölümleri yerel ve küresel ölçekte bazı sürüngeçer türleri ve popülasyonları etkilenmektedir. Hayvan popülasyonlarında düşüşler meydana gelmektedir (Haxton, 2000; Gibbs ve Shriver, 2005). Sürüngeçerler, besin ararken mevsimsel habitatları arasında göç ederken ve üreme dönemlerinde alan değiştirirken sıklıkla yolları kullanmaktadırlar (Bernardino ve Dalrymple, 1992). Bazı türler, asfalt yolları termoregülasyon alanları ve hareket koridorları olarak kullanmakta ve bu da sürüngeçerleri tehlikelere maruz bırakmaktadır (Ashley ve Robinson, 1996). Özellikle sulak alan habitatlarının içinden veya yakınından geçen yollarda sürüngeçer ölümleri artmaktadır (Ashley ve Robinson, 1996; Bernardino ve Dalrymple, 1992).

Büyük memelilerin aksine, sürüngen türlerinin çoğu yollarda insan güvenliği için minimum risk oluşturan küçük gövdeli hayvanlardır. Bazı sürücüler, kişisel sonuçlarından endişe duymadan bu hayvanları kasıtlı olarak hedef almaktadırlar. Yılanların kasıtlı olarak öldürülmesi literatürde belirtilmekte ve Dünyanın birçok bölgesinde yaygın bir faaliyet olarak bilinmektedir (Bush, vd., 1991 ; Crawford ve Andrews 2016). Birçok yılan türü, yollara dik olarak süründükleri için nispeten geniş bir hedef sunmakta ve bu da hem kasıtlı hem de kasıtsız öldürme sıklığını etkilemektedir (Whitaker ve Shine, 2000). Güney Brezilya'da yapılan araştırmada yılda 15.377 sürüngenin yollarda öldüğü (55 sürüngen/km/yıl) tespit edilmiştir (Gonçalves vd, 2018).

3.4. Amfibiler

Amfibiler, aktivite düzenleri ve habitat tercihleri nedeniyle yolda en çok öldürülen omurgalı sınıftan biridir (Carr ve Fahrig, 2001). Dünya genelinde amfibi popülasyonları kritik bir şekilde azalmakta ve bu durumu yol yoğunluğu ve artan araç trafiği artırmaktadır (Alford ve Richards, 1999; Meijer vd., 2018). Amfibiler, üreme, larva gelişimi, beslenme ve kış uykusu için, toprak ve tatlı su alanlarına ihtiyaç duyarlar ve bu ihtiyaçları nedeniyle sık sık göç ederler (Beebee, 2013). Sıcaklık, yağış, su seviyesindeki dalgalanmalar ve fotoperiyot gibi amfibilerin aktivitelerini ve davranışlarını etkileyen birçok faktör, amfibilerin karayollarında ölüm oranlarını artırmaktadır (Canover vd., 1995). Ayrıca yol kenarlarına yakın sulak alanlar yüksek oranda amfibi ölümüne neden olmaktadır (Ashley vd., 1996).

Asfalt ve beton yol yüzeyleri ısıyı emdiğinden dolayı amfibiler güneşlenmek ve vücut ısılarını düzenlemek için yolları kullanmaktadırlar (Gibbs ve Shriver, 2005; Andrews ve Gibbons, 2005). Amfibilerin termoregülasyon için yolları kullanması karayollarında amfibi ölümlerini artırmaktadır. Birçok amfibi türü küçüktür, bu da araç sürücülerinin amfibileri görmelerini ve kaçınmalarını zorlaştırır. Amfibiler yavaş hareket ederler ve bu durum öldürülme riskini de artırmaktadır (Mazerolle, 2005).

Yol ölümleri nihayetinde amfibilerde popülasyon azalmasına neden olmaktadır (Colino-Rabanal ve Lizana, 2012). Bu durum popülasyonların demografik ve genetik bileşimini değiştirebilir ve üreyen popülasyonları parçalayabilir, popülasyon düşüşlerini daha da şiddetlendirebilir ve türlerin neslinin tükenmesine yol açabilir (Carr ve Fahrig, 2001; Gibbs ve Shriver, 2005). Örneğin, yetişkin *Ambystoma opacum* türünde yıllık yol ölüm oranının %10'dan büyük olması, popülasyonunun azalmasına ve potansiyel olarak neslinin tükenmesine neden olmak için yeterli olmaktadır (Gibbs ve Shriver, 2005). Güney Portekiz'de yapılan bir araştırmada, yağmurlu mevsimler boyunca yol ölümleri sonucunda ölen omurgalı hayvanların %70'ini amfibiler oluşturmaktadır (Carvalho ve Mira, 2011).

4. Sonuçlar

Yollar insan faaliyetlerinin kaçınılmaz sonuçlarıdır ve kalkınma için gereklidir ancak aynı zamanda yaban hayvanları için giderek artan tehditlerdir. Yol ağları ve araç trafiği, yaban hayvanlarının ölümünde önemli bir rol oynamaktadır. Yaban hayvanı araç çarpışmaları yol güvenliğini de büyük oranda etkilemektedir. Dünyada yaban hayvanı araç çarpması, insan ve hayvanların ölümüne, yaralanmasına, tehdit altındaki hayvan türlerinin neslinin tükenmesine ve yerleşik hayvan popülasyonlarının azalmasına neden olmaktadır.

Dünya'da ve Türkiye'de yol ağı ve araç sayısı her geçen gün daha da artmakta ve buna bağlı olarak yaban hayvanlarının habitatlarında bozulma, parçalanma, yok olma, bariyer oluşturma, yaralanma, ölüm gibi sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. ABD ve Avrupa'da birçok ülke yaban hayvanı araç çarpışmalarına ilişkin kayıtları tutmak ve sorunun çözümü için çalışmalar yürütmektedir. Türkiye'de, yaban hayvanı araç çarpışmasının meydana geldiği bölgeler, kaza sonucunda yaralanan veya ölen hayvanların sayısı ve türleri hakkında kayıt tutulmamaktadır.

Yaban hayvanı araç çarpışma riskini azaltmak için ilgili kurumların, yaban hayvanı araç çarpışmalarının yoğun olarak gerçekleştiği alanlara, kaza kara noktalarına, ekolojik sanat yapıları (menfezler, viyadükler, otoyolaltı yollar, yaban hayatı alt geçitleri, ekolojik köprüler, karayolu kenarları için koruyucu ve yönlendirici çitler) levhalandırma, sesli ve ışıklı uyarı mekanizmalarını yapması gerekmektedir. Yaban hayatı için ekolojik yapıların yollara inşa edilmesi dünyanın birçok yerinde standart hale gelmiştir. Bu yapılar, yolların kısıtladığı doğal yaban hayatı geçişlerinin normalleşmesi ve böylece biyoçeşitliliğin korunmasına katkı sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Alamgir M, Campbell MJ, Sloan S, Goosem M, Clements GR, Mahmoud MI & Laurance WF. (2017) Economic, socio-political and environmental risks of road development in the tropics. *Current Biology* 27(20), 130–1140.
- Alford, R. A., & Richards, S. J. (1999). Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual review of Ecology and Systematics*, 133-165.
- Andrews, A. (1990). Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: a review. *Australian Zoologist*, 26(3-4), 130-141.
- Andrews, K. M., & Gibbons, J. W. (2005). How do highways influence snake movement? Behavioral responses to roads and vehicles. *Copeia*, 2005(4), 772-782.
- Arpacık, A., Sari, A., Gündoğdu, E., & Başkaya, Ş. (2016). Effects Of Roads On Wildlife In Azdavay/Kartdağ Wildlife Reserve Area. *Forest Engineering and Technologies FETEC 2016*, 155.
- Ashley, E. P., & Robinson, J. T. (1996). Road mortality of amphibians, reptiles and other wildlife on the Long Point Causeway, Lake Erie, Ontario. *Canadian Field Naturalist*, 110(3), 403-412.
- Balkenhol, N., & Waits, L. P. (2009). Molecular road ecology: exploring the potential of genetics for investigating transportation impacts on wildlife. *Molecular ecology*, 18(20), 4151-4164.
- Barthelmeß E, Brooks M (2010) The influence of body-size and diet on road-kill trends in mammals. *Biodiversity and Conservation* 19: 1611-1629.
- Basille, M., Van Moorter, B., Herfindal, I., Martin, J., Linnell, J. D., Odden, J., Andersen, R. & Gaillard, J. M. (2013). Selecting habitat to survive: the impact of road density on survival in a large carnivore. *PloS one*, 8(7), e65493.
- Baskaran, N., & Boominathan, D. (2010). Road kill of animals by highway traffic in the tropical forests of Mudumalai Tiger Reserve, southern India. *Journal of Threatened Taxa*, 2(3), 753-759.
- Beebee, T. (2013). *Amphibians and reptiles* (Vol. 31). Pelagic Publishing Ltd.
- Bergmann, H. H. (1974). Zur Phänologie und Ökologie des Strassentods der Vögel. *Vogelwelt*, 95(1), 1-21.
- Bernardino Jr, F. S., & Dalrymple, G. H. (1992). Seasonal activity and road mortality of the snakes of the Pa-hay-okee wetlands of Everglades National Park, USA. *Biological Conservation*, 62(2), 71-75.
- Bishop, C. A., and J. M. Brogan. 2013. Estimates of avian mortality attributed to vehicle collisions in Canada. *Avian Conservation and Ecology* 8(2): 2.
- Bissonette, J. A. (2002). Scaling roads and wildlife: the Cinderella principle. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, 48(1), 208-214.

- Bissonette, J. A., & Adair, W. (2008). Restoring habitat permeability to roaded landscapes with isometrically-scaled wildlife crossings. *Biological conservation*, 141(2), 482-488.
- Blackburn, A., Heffelfinger, L. J., Veals, A. M., Tewes, M. E., & Young Jr, J. H. (2021). Cats, cars, and crossings: The consequences of road networks for the conservation of an endangered felid. *Global Ecology and Conservation*, 27, e01582.
- Bonds, B., Gamo, S., & Hart, T. (2020). Improving Safety for Travelers and Wildlife. *Public Roads*, 84(3).
- Bourquin, J. D. (1983). Mortalite des rapaces le long de l'autoroute Geneve-Lausane. *Nos Oiseaux*, 37, 149-169.
- Boves, T. J., & Belthoff, J. R. (2012). Roadway mortality of barn owls in Idaho, USA. *The Journal of Wildlife Management*, 76(7), 1381-1392.
- Brown, R. J., Brown, M. N., & Pesotto, B. (1986). Birds killed on some secondary roads in Western Australia. *Corella*, 10, 118-122.
- Bruinderink, G. G., & Hazebroek, E. (1996). Ungulate traffic collisions in Europe. *Conservation biology*, 10(4), 1059-1067.
- Bruun-Schmidt, J. (1994). Traffic killed animals in relation to landscape, topography and type of road. *Upubliceret specialerapport, Odense Universitet, Biologisk Institut*.
- Bush, B., Browne-Cooper, R., & Maryan, B. (1991). Some suggestions to decrease reptile roadkills in reserves with emphasis on the western Australian wheatbelt. *Herpetofauna*, 21(21), 23-24.
- Bülbül, U., Eroğlu, A. İ., Kutrup, B., Kurnaz, M., Koç, H., & Odabaş, Y. (2019). Road kills of amphibian and reptile species in Edirne and Kırklareli Provinces of Turkey. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 109-121.
- Bülbül, U., Gür Koç, H. (2022). Road Kills of *Bufo viridis* (Laurenti, 1768): A Case Study from Konya Province of Turkey. *Journal of Zoological Research*, 4(01).
- Carr, L. W., & Fahrig, L. (2001). Effect of road traffic on two amphibian species of differing vagility. *Conservation Biology*, 15(4), 1071-1078.
- Carvalho, F., & Mira, A. (2011). Comparing annual vertebrate road kills over two time periods, 9 years apart: a case study in Mediterranean farmland. *European Journal of Wildlife Research*, 57(1), 157-174.
- Case, R. M. (1978). Interstate highway road-killed animals: a data source for biologists. *Wildlife Society Bulletin*, 8-13.
- Clevenger, A. P., Chruszcz, B., & Gunson, K. E. (2003). Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological conservation*, 109(1), 15-26.
- Colino-Rabanal, V. J., & Lizana, M. (2012). Herpetofauna and roads: a review.

Basic and Applied Herpetology, 26, 5–31.

- Crawford, B. A., & Andrews, K. M. (2016). Drivers' attitudes toward wildlife-vehicle collisions with reptiles and other taxa. *Animal Conservation*, 19(5), 444-450.
- Dean, W. R. J., Seymour, C. L., Joseph, G. S., & Foord, S. H. (2019). A review of the impacts of roads on wildlife in semi-arid regions. *Diversity*, 11(5), 81.
- Dickerson, L. M. (1939). The problem of wildlife destruction by automobile traffic. *The Journal of Wildlife Management*, 3(2), 104-116.
- DJV, 2022. <https://www.jagdverband.de/>
- Englefield, B. (2020). *Influences on and consequences of wildlife vehicle collisions and roadkill in Australia* (Doctoral dissertation, University of Sydney).
- Erickson, W. P., Johnson, G. D. and Young, D. P., Jr. (2005). A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions. *General Technical Report PSW-GTR-191*. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.
- Erritzoe, J., Mazgajski, T. D., & Rejt, Ł. (2003). Bird casualties on European roads—a review. *Acta Ornithologica*, 38(2), 77-93.
- Fajardo, I. (2001). Monitoring non-natural mortality in the barn owl (*Tyto alba*), as an indicator of land use and social awareness in Spain. *Biological Conservation*, 97(2), 143-149.
- Fedorca, A., Fedorca, M., Ionescu, O., Jurj, R., Ionescu, G., & Popa, M. (2021). Sustainable landscape planning to mitigate wildlife–vehicle collisions. *Land*, 10(7), 737.
- Ferreras, P., Aldama, J. J., Beltrán, J. F., & Delibes, M. (1992). Rates and causes of mortality in a fragmented population of Iberian lynx *Felis pardina* Temminck, 1824. *Biological conservation*, 61(3), 197-202.
- Forman, R. T. (2000). Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States. *Conservation biology*, 14(1), 31-35.
- Forman, R. T., & Alexander, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual review of ecology and systematics*, 207-C2.
- Gibbs, J. P., & Shriver, W. G. (2005). Can road mortality limit populations of pool-breeding amphibians?. *Wetlands Ecology and Management*, 13(3), 281-289.
- Grilo, C., Borda-de-Água, L., Beja, P., Goolsby, E., Soanes, K., le Roux, A., Korableva, E., Ferreira, F. Z., Gagné, S. A., Wang, Y., & González-Suárez, M. (2021). Conservation threats from roadkill in the global road network. *Global Ecology and Biogeography*, 30(11), 2200– 2210.
- Gonçalves, L. O., Alvares, D. J., Teixeira, F. Z., Schuck, G., Coelho, I. P., Esperandio, I. B., ... & Kindel, A. (2018). Reptile road-kills in Southern Brazil: Composition, hot moments and hotspots. *Science of the Total Environment*, 615, 1438-1445.

- González-Suárez M, Ferreira FZ, Grilo C (2018) Spatial and species-level predictions of road mortality risk using trait data. *Glob Ecol Biogeogr* (27), 1093–1105.
- Göransson G., Karlsson J. & Lindgren A. (1978). Influence of roads on the surrounding nature. II. Fauna. *Rapport från Statens Naturvårdsverk*.
- Harding, B. D. (1979). Road mortality of swifts. *Brit. Birds*, 72, 392.
- Harris, S., Cresswell, W., Reason, P. & Cresswell, P. (1992). An integrated approach to monitoring badger (*Meles meles*) population changes in Britain. In: McCullough DR, Barrett RH (eds) Wildlife 2001: populations. *Elsevier Applied Science*, London, 945–953.
- Hawbaker, T. J., Radeloff, V. C., Clayton, M. K., Hammer, R. B., & Gonzalez-Abraham, C. E. (2006). Road development, housing growth, and landscape fragmentation in northern Wisconsin: 1937–1999. *Ecological Applications*, 16(3), 1222-1237.
- Haxton, T. (2000). Road mortality of snapping turtles, *Chelydra serpentina*, in central Ontario during their nesting period. *Canadian Field-Naturalist*, 114(1), 106-110.
- Hels, T., & Buchwald, E. (2001). The effect of road kills on amphibian populations. *Biological conservation*, 99(3), 331-340.
- Hernandez, M. A. U. R. O. (1988). OWL (*Athene noctua*) IN SPAIN. *Raptor Res*, 22(3), 81-84.
- Hodson, N. L. (1960). A survey of vertebrate road mortality 1959. *Bird Study*, 7(4), 224-231.
- Hodson, N. L., & Snow, D. W. (1965). The road deaths enquiry, 1960–61. *Bird Study*, 12(2), 90-99.
- Holm, T. E., & Laursen, K. (2011). Car traffic along hedgerows affects breeding success of Great Tits *Parus major*. *Bird Study*, 58(4), 512-515.
- Huijser, M. P., & Bergers, P. J. (2000). The effect of roads and traffic on hedgehog (*Erinaceus europaeus*) populations. *Biological conservation*, 95(1), 111-116.
- Huijser, M. P. (2007). *Animal-vehicle collision data collection* (Vol. 370). Transportation Research Board.
- Huijser, M. P., McGowen, P. T., Fuller, J., Hardy, A., & Kociolek, A. (2008). Wildlife-vehicle collision reduction study: report to Congress. Western Transportation Institute, Bozeman. *Montana, USA*.
- Huijser, M. P., & McGowen, P. T. (2010). *Reducing wildlife-vehicle collisions* (pp. 51-74). Island Press: Washington, DC, USA.
- Husby, A., & Husby, M. (2014). Interspecific analysis of vehicle avoidance behavior in birds. *Behavioral Ecology*, 25(3), 504-508.
- IRF, 2019. <https://irfnet.ch/2019/09/30/irf-world-road-statistics-2019-data-north-af/>

- Jackson, N. D., & Fahrig, L. (2011). Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. *Biological Conservation*, *144*(12), 3143-3148.
- Johnson, P. N. (1989). Annual avian and mammalian traffic mortality along a South Yorkshire road. *Naturalist (Leeds)*, *114*(990), 99-101.
- Jones, M. E. (2000). Road upgrade, road mortality and remedial measures: impacts on a population of eastern quolls and Tasmanian devils. *Wildlife research*, *27*(3), 289-296.
- Kati, V., Kassara, C., Psaralexi, M., Tzortzakaki, O., Petridou, M., Galani, A., & Hoffmann, M. T. (2020). Conservation policy under a roadless perspective: Minimizing fragmentation in Greece. *Biological Conservation*, *252*, 108828.
- Kerley, L. L., Goodrich, J. M., Miquelle, D. G., Smirnov, E. N., Quigley, H. B., & Hornocker, M. G. (2002). Effects of roads and human disturbance on Amur tigers. *Conservation biology*, *16*(1), 97-108.
- KGM, 2021. <https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Root/default.aspx>
- Kociolek, A. V., Clevenger, A. P., St. Clair, C. C., & Proppe, D. S. (2011). Effects of road networks on bird populations. *Conservation Biology*, *25*(2), 241-249.
- Kramer-Schadt, S., Revilla, E., Wiegand, T., & Breitenmoser, U. (2004). Fragmented landscapes, road mortality and patch connectivity: Modelling influences on the dispersal of Eurasian lynx. *Journal of Applied Ecology*, *41*(4), 711-723
- Kuitunen, M. T., Viljanen, J., Rossi, E., & Stenroos, A. (2003). Impact of busy roads on breeding success in pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Environmental Management*, *31*(1), 0079-0085.
- Kušta, T., Keken, Z., Ježek, M., & Holá, M. Šmíd, P. (2017). The effect of traffic intensity and animal activity on probability of ungulate-vehicle collisions in the Czech Republic. *Saf. Sci.*, *91*, 105-113.
- Langbein, J., & Putman, R. (2005). Deer vehicle collisions in Britain—a nationwide issue. *Bulletin of the Institute of Ecology and Environment Management*, *47*, 1-7.
- Langbein, J., (2007). National Deer-Vehicle Collisions Project England (2003-2005). The Deer Initiative.
- Laurance, W. F., Clements, G. R., Sloan, S., O'connell, C. S., Mueller, N. D., Goosem, M., ... & Arrea, I. B. (2014). A global strategy for road building. *Nature*, *513*(7517), 229-232.
- Litvaitis, J. A., & Tash, J. P. (2008). An approach toward understanding wildlife-vehicle collisions. *Environmental management*, *42*(4), 688-697.
- Lodé, T. (2000). Effect of a motorway on mortality and isolation of wildlife populations. *Ambio* (29) 163-166.

- Loss, S. R., Will, T., Loss, S. S., & Marra, P. P. (2014). Bird–building collisions in the United States: Estimates of annual mortality and species vulnerability. *The Condor*, *116*(1), 8-23.
- Lüpke, M. (1983). Vogelverluste an einer Fernverkehrsstraße. *Falke*, *30*, 58-60.
- Mason, C. F., & MacDonald, S. M. (1995). Corvids feeding on carrion. *Bird Study*, *42*(3), 255-256.
- Mazerolle, M. J., Huot, M., & Gravel, M. (2005). Behavior of amphibians on the road in response to car traffic. *Herpetologica*, *61*(4), 380-388.
- Meijer, J. R., Huijbregts, M. A., Schotten, K. C., & Schipper, A. M. (2018). Global patterns of current and future road infrastructure. *Environmental Research Letters*, *13*(6), 064006.
- Morelli, F., Beim, M., Jerzak, L., Jones, D., & Tryjanowski, P. (2014). Can roads, railways and related structures have positive effects on birds?—A review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *30*, 21-31.
- Mumme, R. L., Schoech, S. J., Woolfenden, G. E., & Fitzpatrick, J. W. (2000). Life and death in the fast lane: Demographic consequences of road mortality in the Florida Scrub-Jay. *Conservation biology*, *14*(2), 501-512.
- Norris, D. R., Flockhart, D. T., & Strickland, D. (2013). Contrasting patterns of survival and dispersal in multiple habitats reveal an ecological trap in a food-caching bird. *Oecologia*, *173*(3), 827-835.
- Oeser, R. (1977). Der Fichtenkreuzschnabel (*Loxia curvirostra* L.) als Opfer des Straßenverkehrs im Fichtenberggebiet. *Beitr. Vogelkd*, *23*, 278-280.
- OIAC, (2021). 2021 Production Statistics, International Organization of Motor Vehicle Manufacturers.
- Olson, D. D., Bissonette, J. A., Cramer, P. C., Green, A. D., Davis, S. T., Jackson, P. J., & Coster, D. C. (2014). Monitoring wildlife-vehicle collisions in the information age: how smartphones can improve data collection. *PLoS one*, *9*(6), e98613.
- Onorato, D., Belden, C., Cunningham, M., Land, D., McBride, R. & Roelke, M. (2010). Long-term research on the Florida panther (*Puma concolor coryi*): historical findings and future obstacles to population persistence. Pages 453–469 in D. Macdonald, and A. Loveridge, editors. *Biology and conservation of wild felids*. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- Orłowski, G., Ciesiołkiewicz, J., Kaczor, M., Radwańska, J., & Żywicka, A. (2008). Species composition and habitat correlates of amphibian roadkills in different landscapes of south-western Poland. *Pol. J. Ecol*, *56*(4), 659-671.
- Özcan, A. U. (2017). Step bölgede mammalia sınıfı yaban hayvanları ile araç çarpışmalarının modellenmesi: Kırıkkale-Çankırı karayolu örneği. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi.

- Palazón, S., Melero, Y., Gómez, A., de Luzuriaga, J. L., Podra, M., & Gosálbez, J. (2012). Causes and patterns of human-induced mortality in the critically endangered European mink *Mustela lutreola* in Spain. *Oryx*, *46*(4), 614-616.
- Peters, R. H., & Peters, R. H. (1986). *The ecological implications of body size* (Vol. 2). Cambridge university press.
- Plante, J., Jaeger, J. A., & Desrochers, A. (2019). How do landscape context and fences influence roadkill locations of small and medium-sized mammals?. *Journal of environmental management*, *235*, 511-520.
- Plumb, R. E., Gordon, K. M., & Anderson, S. H. (2003). Pronghorn use of a wildlife underpass. *Wildlife Society Bulletin*, 1244-1245.
- Pokorny, B. (2002): Divjad na cestah. *Lovec* 85, 396-397 (in Slovene).
- Pokorny, B. (2006). Roe deer-vehicle collisions in Slovenia: situation, mitigation strategy and countermeasures. *Veterinarski arhiv*, *76*(Suppl.), 177-187.
- Polak, T., Rhodes, J. R., Jones, D., & Possingham, H. P. (2014). Optimal planning for mitigating the impacts of roads on wildlife. *Journal of applied ecology*, *51*(3), 726-734.
- Ramp, D. & Ben-Ami D. O. R. (2006). The effect of road-based fatalities on the viability of a peri-urban swamp wallaby population. *The Journal of Wildlife Management* *70*(6): 1615–1624.
- Rico, A., Kindlmann, P., & Sedlacek, F. (2007). Barrier effects of roads on movements of small mammals. *Folia Zoologica-Praha*, *56*(1), 1.
- Robertson, J. M. (1930). Roads and birds. *The Condor*, *32*(3), 142-146.
- Romin, L. A., & Bissonette, J. A. (1996). Deer: vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation efforts. *Wildlife Society Bulletin*, 276-283.
- Saeki, M., & Macdonald, D. W. (2004). The effects of traffic on the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*) and other mammals in Japan. *Biological conservation*, *118*(5), 559-571.
- Sáenz-de-Santa-María, A., & Tellería, J. L. (2015). Wildlife-vehicle collisions in Spain. *European Journal of Wildlife Research*, *61*(3), 399-406.
- Saunders, S. C., Mislivets, M. R., Chen, J., & Cleland, D. T. (2002). Effects of roads on landscape structure within nested ecological units of the Northern Great Lakes Region, USA. *Biological conservation*, *103*(2), 209-225.
- Schwartz, A. L., Williams, H. F., Chadwick, E., Thomas, R. J., & Perkins, S. E. (2018). Roadkill scavenging behaviour in an urban environment. *Journal of Urban Ecology*, *4*(1).
- Seiler, A. (2004). Trends and spatial patterns in ungulate-vehicle collisions in Sweden. *Wildlife Biology*, *10*(4), 301-313.
- Seiler, A., Helldin, J.O. (2006). Mortality in wildlife due to transportation. In:-

- Davenport J, Davenport JL (eds) The ecology of transportation: managing mobility for the environment. *Springer*, Dordrecht, 165-189.
- Slater, F. M. (2002). An assessment of wildlife road casualties—the potential discrepancy between numbers counted and numbers killed. *Web Ecology*, 3(1), 33-42.
- Stoner, D. (1925). The toll of the automobile. *Science*, 61(1568), 56-57.
- Sullivan, J. M. (2011). Trends and characteristics of animal-vehicle collisions in the United States. *Journal of safety research*, 42(1), 9-16.
- Toyran, K., Adizel, Ö., & Azizoğlu, E. (2008). Road kills of mammal species in the Van Lake Basin (Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 11 (1), 40-44.
- Vanlaar, W. G., Barrett, H., Hing, M. M., Brown, S. W., & Robertson, R. D. (2019). Canadian wildlife-vehicle collisions: an examination of knowledge and behavior for collision prevention. *Journal of safety research*, 68, 181-186.
- Van Der Ree, R., Jaeger, J. A., van der Grift, E. A., & Clevenger, A. P. (2011). Effects of roads and traffic on wildlife populations and landscape function: road ecology is moving toward larger scales. *Ecology and society*, 16(1).
- Vignon V, Barbarreau H (2008) Collisions entre véhicules et ongulés sauvages: quel coût économique? *Faune Sauvage* (279) 31–35.
- Yang, X., Zou, Y., Wu, L., Zhong, X., Wang, Y., Ijaz, M., & Peng, Y. (2019). Comparative analysis of the reported animal-vehicle collisions data and carcass removal data for hotspot identification. *Journal of advanced transportation*.
- Wäscher S., Janisch A., Sattler M. 1988. Verkehrstrassen-Todesfallen der Avifauna. *Luscinia* 46: 41–55.
- Wembridge DR, Newman MWP et al., (2016). An estimate of the annual number of hedgehog (*Erinaceus europaeus*) road casualties in Great Britain. *Mammal Commun* (2), 8–14,
- Whitaker, P. B., & Shine, R. (2000). Sources of mortality of large elapid snakes in an agricultural landscape. *Journal of Herpetology*, 121-128.
- White, T. (2020). Defenders of Wildlife. Watch Out for Wildlife Facts.
- Whitford, P. C. (1985). Bird behavior in response to the warmth of blacktop roads. *Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences Arts and Letters*, 73, 135-143.
- Williams AF, Wells JK (2005) Characteristics of vehicle-animal crashes in which vehicle occupants are killed. *Traffic Inj Prev* 6, 56-59.
- Zumeta, D. C., & Holmes, R. T. (1978). Habitat shift and roadside mortality of Scarlet Tanagers during a cold wet New England spring. *The Wilson Bulletin*, 575-586.

BÖLÜM 14

ŞEKER PANCARI ÜRETİCİLERİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BİLİNÇLERİ: KONYA İLİ CİHANBEYLİ İLÇESİ ÖRNEĞİ¹

Murat Yakupoğlu², Bengü Everest³

1 Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Bengü EVEREST'in danışmanlığında yürütülmekte olan yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

2 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Çanakkale, murat.yakupoglu@tarimorman.gov.tr <https://orcid.org/0000-0003-2427-5984>

3 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Çanakkale, beverest@comu.edu.tr <https://orcid.org/0000-0003-4301-9337>

1 Giriş

İklim değişikliği, uzun zaman periyodunda yavaş gelişen, Antropojenik (insan kaynaklı) faaliyetlerin katkısı ile sera etkisinin artmasına bağlı olarak gelişen ortalama değerlerinin üzerinde sıcaklık artışlarının bir fonksiyonu olarak tanımlanabilir. Bilim camiası tarafından iklim değişikliğinin sıcaklıkların artmasına ve yağışların azalmasına yol açacağı kabul edilse de bu değişikliklerin nerede, ne zaman, ne sıklıkla ve ne şiddette ortaya çıkacağı hala araştırılan konular arasındadır. Ayrıca iklim değişikliğinin baskılayıcı etkileri coğrafyaların jeomorfolojik yapılarıyla da ilişkili olarak bir ülkenin her yerinde aynı özelliklerde tavır sergilemeyecektir.

İklim değişikliği başta tarım sektörü olmak üzere birçok sektörü tehdit eden küresel bir problem haline gelmiştir. İklim değişikliği, insanların gerçekleştirdiği tüm faaliyetleri etkilemektedir ve belki de tarım sektörü en çok etkilenecek sektördür (Akyüz ve Atış, 2018; Everest, 2021). Bilindiği üzere tarım iklime bağımlı olarak üretim gerçekleştiren bir sektördür ve sıcaklık, yağış gibi iklim elemanlarındaki değişimlerden doğrudan etkilenmektedir. Özellikle Akdeniz kuşağında konumlanan ülkeler diğer ülkelere nazaran iklim değişikliklerinde meydana gelen değişimlere karşı daha hassastır.

Tarım sektörü, sera gazı emisyonlarına da neden olmaktadır (Bolat ve ark., 2020). Ancak artan dünya nüfusu açısından değerlendirildiğinde tarım sektörü insanların yaşamları için ihtiyaç duydukları besinlerin üretimi için de önemli bir merkeze konumlanmıştır. Yani insanların, hayvanların ve diğer canlıların beslenmesinde ve hayatını sürdürmesinde tarım sektörü önemli bir yere sahiptir (Çakmak, 2019). Bu sebeple iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki baskılayıcı etkisi aynı zamanda gıda arzını da tehdit etmektedir. Anlaşılacağı gibi bu döngünün dinamiklerinin birbiri ile uyumu ve adaptasyonu için gereken çalışmaların ivedilikle yapılması önem arz etmektedir.

Ülkeler, her ne kadar iklim elemanlarının kontrol edilebildiği örtü altı tarım gibi metotlarla ilişkili enformasyon ve teknolojiye sahip olsa da tarımsal faaliyetler genellikle iklime doğrudan bağlı olarak açık alan arazilerde gerçekleştirmektedir. Bu sebeple iklim değişikliğinin su kullanımı, toprak, bitkisel ve hayvansal üretim üzerine etkileri bulunmaktadır.

Sıcaklık artışları bitkilerin büyüme sezonu uzunluğunun artmasına neden olacaktır. Diğer bir deyişle bitkiler, ilkbaharda daha erken ekilir, olgunlaşır ve hasat edilir hale gelecektir (Özer ve Özer, 2003). Ayrıca sıcaklık artışları bitkilerin vernalizasyon sürelerini de azaltacaktır. Vernalizasyon koşullarındaki yetersizlik düzeyi çiçek tomurcuğu oluşumunu yavaşlatarak verimi azaltmaktadır (Özer ve Özer, 2003).

İklim değişikliğinin bir sonucu olarak yüksek sıcaklıkların her coğrafya için bir dezavantaj olacağını düşünmek bir yanılgı olabilir. Zira yüksek enlemlerdeki ülkelerde sıcaklık artışları hububat ve baklagiller gibi tahıl gruplarının verimini artırabilir. Ancak zayıf vernalizasyon olduğu ve yağışta değişimlerin yaşandığı yerler için bu durum aksi ile görülebilir. Karbondioksit seviyesinin artması durumunda sıcaklıktaki artışın Rusya ve Finlandiya gibi ülkelerde tahılların verimini artıracacağı diğer taraftan, Ukrayna, Avrupa'nın düşük rakımlı alanları gibi tahıl üretim alanlarında ise kısalan bitki gelişim periyoduyla ilişkili olarak tahıl grubu bitkilerin verimini azaltacağı ifade edilmektedir (Özer ve Özer, 2003).

Artan sıcaklıklar bitkisel üretimin yanında hayvansal üretimi de olumsuz etkilemektedir. Hayvanların büyüme, et, süt, yumurta verimi gibi üretim performansını, bağışıklık sistemini, metabolizmasını ve üreme fizyolojisini artan sıcaklıklar baskılamaktadır (Koyuncu ve Akgün, 2018). Aşırı sıcaklıklar su kaynaklarının kuruması, çayırın azalması gibi nedenlere bağlı hayvanların yaşamlarının devamı için gerekli olan kaynakların azalmasına ve/veya yok olmasına neden olabilir. Bu sebeple küçükbaş hayvanların, büyükbaş hayvanların ve kanatlı hayvanların soylarının tükenmesine yol açabilir. Bu etkiler ile hayvansal üretimde verim ve kalite kayıpları meydana gelebilir (Çakmak, 2019).

Artan dünya nüfusu gerçeğine karşın nüfusta herhangi bir değişim olmadığı varsayıldığında bile tarım ürünlerinde verimin düşmesine bağlı olarak gerçekleşecek olan tarım ürünlerinin arzının azalması, tarım ürünlerinin fiyatlarını artıracaktır. Doğal felaketler ürün miktarının azalmasına, bu ise doğrudan ürün fiyatların artmasına yol açmaktadır (Çakmak, 2019). Her ne kadar bu düşünce (King Teoremi), kapalı veya az gelişmiş ülkelerin arz açığı bulunan tarım ürünlerinin döviz gücü ile dış alım yoluyla giderilmesi probleminde açıklayıcı olsa da küresel iklim değişikliğinin tüm ülkelerin tarım sektörünü etkileyeceği düşünüldüğünde ülkelerin tarım ürünlerinin dış satımına karşı tavrı değişiklikleri neticesinde de vuku bulabilir.

Anlaşıldığı üzere küresel ısınma ve buna bağlı olarak gelişen iklim değişikliği, tarım sektörü de olmak üzere tüm sektörler için bir tehdit unsuru olmaktadır. İklim değişikliğinin tarım ürünlerinin verim kalitesinin azalmasından biyoçeşitliliğin azalmasına hatta yok olmasına, hastalık ve zararlıların etkin oldukları bölgelerin değişmesinden deniz seviyelerinin yükselmesine kadar birçok olanda yıkıcı etkileri olabileceği açıktır. Bu sebeple küresel ısınma ve iklim değişikliğine uyum ve adaptasyon üzerine yeterli ve tutarlı eylem ve davranış ile desteklenebilecek kalıcı çözümlerin aranması ve çözümlerin tüm paydaşlarca benimsenerek davranış biçimi (belki bir kültür) haline getirilmesi önem arz etmektedir (Everest ve Yıldırım, 2020).

Tüm dünya ülkeleri tarafından iklim değişikliği bir tehdit olarak görülmektedir. Ancak iklim değişikliği, kurak, yar-kurak iklim kuşaklarında yer alan ülkeler için daha fazla tehlike arz etmektedir. İklim modellerine göre, 2030'lu yıllardan sonra kompleks iklim yapısına sahip olan tahminlere göre Türkiye'nin birçok yeri, küresel ısınma kaynaklı iklim değişikliği sebebiyle kuru ve sıcak bir iklim yaşayacak, su kaynakları, ekosistemler ve biyoçeşitlilik ve tarım gibi alanlar iklim değişikliğinden ciddi derecede etkilenecektir (Demir, 2009). Türkiye coğrafi yapısı nedeniyle bazı bölgelerinin küresel ısınma sebebiyle daha fazla etkilenme olasılığına sahiptir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi, Akdeniz Bölgesi ve Ege Bölgesi yarı kurak iklime sahip bölgeler olması nedeniyle küresel ısınma neticesinde çölleşmeye başlamaktadır (Akın, 2006).

Küresel iklim değişikliğinin etkisi altında farklı iklim tipleri, ülkemiz biyoçeşitlilik ve ekosistemleri üzerinde baskısı yaratmaktadır. Karadeniz Bölgesinin birçok yeri dışında Türkiye ekosistemlerinin iklim değişikliğine karşı hassas olmasının nedeni, ekosistemin kırılğan yapıya sahip ve hasara uğramış topraklarda oluşmuş olmasıdır (Demir, 2009). İklim değişikliğinin biyoçeşitlilik üzerine etkisi çok uzun vadede flora ve faunanın değişmesine bağlı olarak bazı habitatların bölünmesi ve türlerin göç etmesi şeklinde sonuçlanabilmektedir.

Küresel ısınma ile birlikte aşırı kuraklık ve düzensiz yağışlar, erozyon ve heyelan gibi doğal afetler, ormanlarımızı tahrip etmektedir ve orman yangınlarının sayısı artırmaktadır. Bu durum çölleşmenin farklı bir versiyonunu gözler önüne sermektedir. Ormanların yanması ve tahrip edilmesi ile ortaya çıkan karbondioksit gibi sera gazları atmosfere salınarak küresel ısınmanın baskısını artırmaktadır (Akın, 2006).

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile birlikte meydana gelen aşırı sıcaklıklar ve yağış rejimlerindeki değişimler, su kaynakları üzerinde tehdit oluşturmaktadır (Everest, 2021). Su kaynaklarının azalması ile birlikte içme suyu dahi bulunamayabilir hale gelecektir. Su kaynakları bakımından sıkıntı çeken ülkelerden biri de Türkiye'dir (Cemre, 2006; Doğan, 2005; Türkeş, 2002; Akın, 2006). İklim değişikliği ve hızlı nüfus artışı ekseninde Türkiye'nin 2050'de su fakiri bir ülke olacağı öngörülmektedir (Kadıoğlu, 2001; Turan 2018).

Küresel ısınma, toprak nemliliğinin azalmasına bağlı olarak topraklarda tuzluluk oranının ve çoraklaşmanın artması ile birlikte tarımsal faaliyetlerde kimyevi gübre ve pestisit gibi girdilerin kullanımı artırmakta, toprak ve su kirliliğine neden olmaktadır. Buna bağlı olarak iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkisi tarım ürünlerinde verim ve kalite kaybına yol açarak tarım ürünlerinin fiyatlarının artması şeklinde kendini göstermektedir.

Özellikle sanayi devrimi ile başlayan fosil yakıt kullanımının artması, Antropojenik faaliyetlerin de çeşitlenmesi sonucu sera etkisi güçlenmektedir. Artan sera etkisinin küresel ısınmayı tetiklediği, küresel ısınmanın ise küresel iklim değişikliğine yol açtığı bilinmektedir.

Diğer taraftan Dünya nüfusunun artış hızı her geçen gün ivme kazanmakta ve AR-GE çalışmalarının da etkisi ile yeni teknolojiler hayatımıza girmeye devam etmektedir. İlave her faaliyet sera gazı salınımına katkı sağlamakta ve sera etkisini güçlendirmektedir. Küresel ısınma ve sonucu itibarıyla iklim değişikliği dünya ülkelerinin gündemini bu sebeple meşgul etmektedir.

Zamanı geri sarma ihtimali söz konusu olmadığından küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması hususunda mücadele yöntemleri aranmaktadır. Bu kapsamda yeni teknoloji arayışları devam etmekte olup AR-GE faaliyetleri sürdürülmektedir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadeleyi 2 ekseninde ele almak gerekmektedir. Bunlardan ilki küresel ısınma ve etkilerinin azaltılmasına yönelik mücadele yöntemleri, diğeri ise uyum (adaptasyon) sağlamaya yönelik mücadele yöntemleridir.

Bugün neredeyse insanlığın tüketiminde bulunan her şeyde sera etkisini kuvvetlendirecek bir faaliyete rastlamak mümkündür. Dünya enerji tüketiminin %86'sı fosil yakıtlardan karşılanmaktadır (Kayışoğlu ve Diken, 2019). Elektrik üretimi için kömür ve doğalgaz kaynaklarının kullanılması, kağıt ve mobilya endüstrisi için ormanların tahrip edilmesi, kıyı veya dağlık alanlarda turizm amaçlı yeşil alanların yok edilmesi, tarımsal faaliyetlerde kimseyi gübre ve pestisitlerin yoğun kullanılması, gibi her antropojenik faaliyet sera etkisinin ve dolayısı ile küresel ısınmasının giderek artmasına neden olmaktadır.

Bu faaliyetlerin her hangi birinden feragat etmek insanların gündemini oluşturmayacaktır. Bu sebeple küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede insan faaliyetlerine uyum ve adaptasyon araçlarını entegre etmek gerekmektedir.

Popüler yöntemlerden biri yenilenebilir enerji kaynaklarının sektörlerin fosil yakıt tüketimine alternatif olarak kullanılmasını sağlamaktır. Özellikle Kyoto Protokolünün imzalanması sonrasında ülkelerin öncelikleri arasına giren yenilenebilir enerji kaynakları, doğayı koruma üzerine sağlanmış bir çözüm önerisi olarak kendini göstermektedir (Turan ve Güner, 2017). Elektrik üretiminde güneş, rüzgâr, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtlar yerine kullanılması, mekânların ve suların ısıtılmasında, tarımsal sulamada şebekelere uzak yerlerdeki sulama pompalarının enerji ihtiyacında bu kaynakların kullanılması sera gazı salınımı azaltacaktır.

Tarım sektörü sera gazı emisyonlarının önemli bir oranına neden olsa da insan ve hayvanların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için ihtiyaçları olan gıdanın devamlılığı açısından da vazgeçilemez bir sektördür. Artan sıcaklıklar ve yağışlardaki değişimlerin doğaya ve dolayısı ile iklime doğrudan bağlı olan tarımsal ürünlerin verimini ve kalitesini düşürmektedir. Bu durum gıda arzının devamlılığını tehdit etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tarım sektöründe yaygınlaştırılmasının yanı sıra gıda arzının güvenliği açısından kuraklığa dayanıklı, su ihtiyacı az olan tarım ürünlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede toplumunda katılımı önem teşkil etmektedir. Bu konuda toplumdaki farkındalık eksikliğinin tespit edilmesi, bölgesel politikalar ile farkındalığın artırılmasına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede oldukça önemlidir (Everest,

Küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerine ifade edilen yukarıdaki derlemelerden yola çıkarak stratejik öneme sahip olan şekerin ülkemiz ikliminde sadece şeker pancarından elde edilebildiği, su istekliliği fazla olan şeker pancarı üretiminin küresel iklim değişikliğine bağlı olarak azalan yağışlar nedeniyle olumsuz etkilenebileceği, çözüm olarak su ihtiyacını daha fazla artıracığından dolayı şeker pancarı üretim alanlarının artırılmasının yeterli olmadığı, artan sıcaklıklar ve azalan yağışların sonucu olarak üretim alanlarının gelecekte İç Anadolu'dan ülkenin doğusuna kayabileceği ve mevcut üretim bölgesindeki şeker pancarı tarımı yapan üreticilerin sosyo-ekonomik olarak olumsuz yönde etkilenebileceği ve bölge dışına doğru göçe neden olabileceği düşünülmektedir. Bu sebeple bölgede şeker pancarının geleceği ve sektörün önemli bir paydaşı olan çiftçilerin iklim değişikliğinin etkilerine karşı uyum ve mücadele yöntemleri önem kazanmaktadır. Bir İç Anadolu yerleşkesi olan Konya İli Cihanbeyli İlçesinde faaliyet gösteren şeker pancarı üreticilerinin iklim değişikliği bilinç düzeylerinin belirlenmesi ve elde edilen sonuçlar ışığında çözüm önerilerinde bulunmak bu yazında çalışılmıştır.

2 Materyal ve Yöntem

Araştırmanın ana kitlesini Konya İli Cihanbeyli İlçesinde faaliyet gösteren şeker pancarı tarımı yapan çiftçiler oluşturmaktadır. Bu ana kitleye dayalı olarak da örnek hacmi aşağıdaki oransal örnek hacmi formülüyle hesaplanmıştır.

$$n = \frac{N p (1-p)}{(N-1) \sigma_{px}^2 + p (1-p)} = \frac{(776) (0,5)(1-0,5)}{(776-1) (0,05102)^2 + (0,5)(1-0,5)} = 86 \text{ üretici}$$

Formülde; n = Örneğe çıkan şeker pancarı tarımı yapan üretici sayısını

N = Ana kitle büyüklüğünü

p = Ana kitle oranını

σ_{px}^2 =Ana kitle oranının varyansını (0,10 hata oranı ve %95 güven aralığında $t=1,96$ için; $1,96\sigma=0,10$) ifade etmektedir.

Yukarıdaki formül yardımıyla %95 önem düzeyinde, %10 hata payı ile örnek hacmi 86 kişi olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kolaylık olması açısından örnek hacmi 100'e tamamlanmış ancak görüşmeyi kabul eden 96 kişi ile anket gerçekleştirilmiştir. Toplanan veriler SPSS Statistics 22 programına aktarılmış ve toplanan verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistikler ile likert ölçeğinden yararlanılmıştır.

3 Bulgular ve Tartışma

3.1 Sosyo-Ekonomik Özellikler

Literatürde geçmiş dönemlerde farklı yaş sınıflandırmaları dikkate alınmış olmakla birlikte günümüzde ortalama yaşam ömrünün artmasıyla çalışmalarda Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün kronolojik yaş sınıflamasını dikkate almak gerçek sonuçlara ulaşmakta faydalı olacaktır. Bu bilgiler eşliğinde Çizelge 1'de yer alan veriler incelendiğinde Konya İli Cihanbeyli İlçesinde faaliyette bulunan şeker pancarı üreticilerinin %93,80'ninin 18-65 yaş aralığında genç yaşta olduğu görülmektedir (Ortalama yaş: 45,20). Türkiye gerçekliğinde tarımsal nüfusun yaşlı olarak kanıksanmış olmasının aksine Cihanbeyli yerleşkesinde şeker pancarı üreticilerinin genç nüfus kategorisinde sınıflanıyor olması olumlu bir gelişme olarak nitelendirilebilir.

Çizelge 1. Şeker Pancarı Üreticilerinin Yaş Aralıkları¹

Yaş Aralığı (Yıl)	Sayı	Oran (%)	Kümülatif Yüzde
18-65 (Genç)	90	93,80	93,80
66-79 (Orta Yaş)	4	4,20	97,90
80-99 (Yaşlı)	2	2,10	100,00
Toplam	96	100,00	

En küçük: 23, En büyük: 85, Ortalama: 45,20, Std. Sapma: 12,74

Çizelge 2'de yer alan verilerden araştırma bölgesindeki genç şeker pancarı üreticilerinin lise (%36,67) düzeyini takiben ortaokul düzeyinde (%23,33) öğrenim gördükleri anlaşılmaktadır. Lisans düzeyinde öğrenim gören üreticilerin oranı ise %18,89 ile 3. sırada yer almaktadır. Elbette günümüz teknolojik imkânları içerisinde eğitim ve öğretim yöntem ve araçlarının yaygınlık kazandığı bir dönemde sadece diploma bazında eği-

1 Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) kronolojik sınıflamasına göre 0-17 yaş arası ergen, 18-65 yaş arası genç, 66- 79 yaş arası orta yaş ve 80-99 yaş arası yaşlı olarak ifade edilmektedir.

tim-öğretim düzeyini ölçümlemek oldukça zordur. Ancak bölgenin profilini çıkarma ve politika oluşturmada bu tip verilerin önemi oldukça büyüktür. Bu çerçevede Cihanbeyli ilçesindeki eğitim düzeyinin yoğunluk olarak ortaokul ve üzeri olması bu bölgede oluşturulabilecek küresel ısınma ve iklim değişikliği bazındaki politikaların başarıya ulaşma olasılığını artırmaktadır.

Çizelge 2. Şeker Pancarı Üreticilerinin Yaş Aralıklarına Göre Eğitim Düzeyleri

Öğrenim Düzeyi	Yaş Sınıflamaları*						Toplam
	Genç nüfus (Sayı)	Oran (%)	Orta Yaş (Sayı)	Oran (%)	Yaşlı (Sayı)	Oran (%)	
Okuma Yazma Bilmeyen	3	3.33	0	0,00	0	0,00	3
Okula Gitmemiş Fakat Okuma-Yazma Biliyor	3	3.33	0	0,00	1	50,00	4
İlkokul	13	14.44	3	75,00	0	0,00	16
Ortaokul	21	23.33	1	25,00	1	50,00	23
Lise	33	36.67	0	0,00	0	0,00	33
Üniversite	17	18.89	0	0,00	0	0,00	17
	90	100,00	4	100,00	2	100,00	96

Şeker pancarı üreticilerinin %91,70'inin kendi mesleğini icra ettiği ancak çiftçilik haricinde üreticilerin %6'sının Mühendis ve %2,10'nunun esnaf olarak meslek edindiği Çizelge 3'te yer alan verilerden anlaşılmaktadır. Buna göre üreticilerin büyük bir kesiminin kendi meslekleri haricinde bir meslek dalında ihtisas yapma eğiliminde olmadıkları söylenebilir.

Çizelge 3. Şeker Pancarı Üreticilerinin Meslekleri

Meslekler	Sayı	Oran (%)	Kümülatif Yüzde
Sadece çiftçi	88	91,70	91,70
Mühendis ve çiftçi	6	6,30	97,90
Esnaf ve çiftçi	2	2,10	100,00
Toplam	96	100,0	

Şeker pancarı üreticilerinin %72,90'nı meslekte 0-25 yıl, %25'inin ise meslekte 26-50 yıl deneyim kazandıkları görülmekle birlikte genel itibarıyla şeker pancarı üreticilerinin çiftçi olarak meslekte ortalama 20,22 yıl deneyim kazandıkları anlaşılmaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Şeker Pancarı Üreticilerinin Çiftçilikte Geçen Süreleri (yıl)

Çiftçilikte Geçen Süre (yıl)	Sayı	Oran (%)	Kümülatif %
0-25	70	72,90	72,90
26-50	24	25,00	97,90
51-75	2	2,10	100,00
Toplam	96	100,0	

En küçük: 1, En büyük: 62, Ortalama: 20,22, Std. Sapma: 12,82

Şeker pancarı üreticilerinin %78,10'unun güncel haber akışını televizyon, %67,70'inin arkadaş çevresi ve %61,50'sinin internet kanalı vasıtasıyla takip ettiği görülmektedir (Çizelge 5). Buna göre üreticilerin bilgi akışını çoğunlukla TV ve yakın çevre yoluyla sağladığı, bunu takiben internet teknolojilerinden faydalandığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 5. Şeker Pancarı Üreticilerinin Kullandıkları Güncel Haber Kaynakları

Kanallar	Kullanan		Kullanmayan	
	Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)
Televizyon	75	78,10	21	21,90
Radyo	18	18,80	78	81,30
İnternet	59	61,50	37	38,50
Gazete	4	4,20	92	95,80
Arkadaş Çevresi	65	67,70	31	32,30

Çizelge 6'de yer alan bilgilere göre şeker pancarı üreticilerinin, tarımsal konularda öncelikle aile büyüklerinin tecrübelerinden yararlandığı, bunu müteakip üreticilerin komşu, yakın arkadaş, akraba, Tarım İl, İlçe Müdürlüğü Elemanları, Ziraat Odası, ilaç bayi, TV, radyo, gazete kanallarıyla tarımsal bilgiye ulaştığı, son sırada ise kitap, dergi gibi kaynaklara yöneldiği tespit edilmiştir. Üreticilerin, tarımsal konularda kitap, dergi gibi yazılı kaynaklar ya da akademik camia, tarımsal konularda ihtisas sahibi kuruluşlardan diğer kaynaklara nazaran daha az bilgi sağlama konusundaki eğiliminin yeni bilgi ve teknolojilerin yayımı üzerine, bu kaynakların yeni bilgi ve teknolojiye olan merakına göre olumlu ya da olumsuz etkileri olabilir.

Çizelge 6. Şeker Pancarı Üreticilerinin Tarımsal Bilgi Kaynakları

Seçenekler*	Sayı	Min.	Mak.	Art. Ort.	Sıralama
Aile Büyüklerinin Tecrübesi	96	1,00	5,00	4,24	1
Komşu, Yakın Arkadaş, Akraba	96	1,00	5,00	4,14	2
Tarım İl, İlçe Müdürlüğü Elemanları	96	1,00	5,00	4,04	3
Ziraat Odası	96	1,00	5,00	2,82	4
İlaç Bayi	96	1,00	5,00	3,75	5

TV, Radyo, Gazete	96	1,00	5,00	3,68	6
İnternet	96	1,00	5,00	3,64	7
Kooperatif Yetkilileri	96	1,00	5,00	3,14	8
Fuar, Sergi vb.	96	1,00	5,00	2,38	9
Üniversite Öğretim Elemanları	96	1,00	5,00	2,28	10
Kitap, Dergi	96	1,00	5,00	2,06	11

*1:Hiçbir zaman faydalanmam 2: Faydalanmam 3: Bazen faydalanırım 4: Faydalanırım 5: Her zaman faydalanırım

Çizelge 7'ye göre şeker pancarı üreticilerinin tarımsal konularda ihtisas sahibi kurum ve kuruluşları ayda en az bir kere ziyaret ettiği anlaşılmaktadır. Buna göre üreticiler ile bu kurum/kuruluşlar arasında yoğun bir diyalog olduğu çıkarımı yapılabilir. Lakin bu diyalogun tarımsal konularda bilgi akışının sağlanması yönündeki bir gereksinimin sonucu olarak mı yoksa destekleme politikalarındaki bürokrasinin bir gereği olarak mı kurulduğuna yönelik herhangi bir veri bulunmadığından üreticiler ile kurum/kuruluşlar arasındaki bu yoğun irtibat hakkında net bir değerlendirme yapılamamaktadır. Ancak bu konuda ayrı bir çalışma yapılmasının faydaları olabileceği değerlendirilebilir.

Çizelge 7. Şeker Pancarı Üreticilerinin Tarımsal Kurum ve Kuruluşları Ziyaret Sıklıkları

Zaman Sıklıkları	Sayı	Oran (%)	Kümülatif %
Ayda Birkaç Kere	41	42,7	42,7
Ayda Bir Kere	24	25,0	67,7
Altı Ayda Bir Kere	20	20,8	88,5
Yılda Bir Kere	9	9,4	97,9
Yılda Bir Kaç Kere	2	2,1	100,0
Toplam	96	100,0	

Çizelge 7 incelendiğinde şeker pancarı üreticilerinin tarımsal konularla ilişkili kurum ve kuruluşları sıklıkla ziyaret ettiği görülmekte ancak çizelge 8'de yer alan verilere göre ise bu üreticilerin son birkaç yıl içerisinde tarımsal konularda herhangi bir toplantıya katılım yönünde olumlu bir eğilim göstermedikleri anlaşılmaktadır (%71,9). Buna göre üreticilerin sadece %28,1'inin son üç yıl içerisinde tarımsal toplantılara katıldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 8. Son 3 Yıl İçinde Şeker Pancarı Üreticilerinin Tarımsal Toplantılara Katılma Durumları

Kriterler	Sayı	Oran (%)	Kümülatif %
Evet	27	28,1	28,1
Hayır	69	71,9	100,0
Toplam	96	100,0	

3.2 Tarımsal Yapı

Şeker pancarı üreticilerinin kiraya ve ortağa tuttuğu araziler dâhil toplamda ortalama 405,77 dekar alanda sulu tarım yapmaktadırlar. Bu rakam kuru tarım alanında ortalama 212,97 dekadır. Yerleşkede şeker pancarı üreticilerinin faaliyette bulunduğu tarım arazilerinin parçalılık durumları ele alındığında sulu tarım alanlarında tarım arazisi ortalama 29,58 parça olarak gerçekleşmiştir. Bu rakam kuru tarım alanlarında ortalama 15,8 parça olarak gerçekleşmektedir.

Çizelge 9. Şeker Pancarı Üreticilerinin Arazi Varlıkları

			En az	En çok	Ortalama	Std. Sapma
Mülk Arazi	Sulu	Dekar	10,00	800,00	161.01	166.33
	Tarım	Parça Sayısı	1,00	120,00	7.04	19.35
	Kuru	Dekar	1,00	250,00	76.58	47.38
	Tarım	Parça Sayısı	1,00	10,00	2.30	2.23
Ortakçılıkla İşletilen Arazi	Sulu	Dekar	100,00	100,00	100.00	-
	Tarım	Parça Sayısı	20,00	20,00	20.00	-
	Kuru	Dekar	50,00	50,00	50.00	-
	Tarım	Parça Sayısı	10,00	10,00	10.00	-
Kiracılıkla İşletilen Arazi	Sulu	Dekar	20,00	400,00	144.76	119.12
	Tarım	Parça Sayısı	1,00	7,00	2.54	1.71
	Kuru	Dekar	10,00	500,00	86.39	109.38
	Tarım	Parça Sayısı	1,00	10,00	3.50	4.36

Şeker pancarı üreticileri, bitkisel üretime ilave olarak ortalama 168,64 baş küçükbaş ve ortalama 20,33 baş büyükbaş hayvan varlığıyla hayvansal üretimde aktif rol almaktadırlar (Çizelge 10).

Çizelge 10. Şeker Pancarı Üreticilerinin Hayvan Varlıkları

Kriterler	Küçükbaş Hayvan (adet)	Büyükbaş Hayvan (adet)
En az	5,00	1,00
En çok	600,00	80,00
Ortalama	168,64	20,33

Şeker pancarı üreticilerinin %25'ninin 50.000-100.000 TL net gelir elde ettikleri, %36,50'sinin yıllık olarak 100.000-150.000 TL net gelir elde ettikleri, %25'inin 150.000-200.000 TL net gelir elde ettikleri tespit edilmiştir (Çizelge 12).

Çizelge 11. Tarımsal Faaliyetten Elde Edilen Yıllık Gelir (TL/Yıl)

Gelir Aralığı	Sayı	Oran (%)	Kümülatif %
30.000-40.000	5	5,20	5,20
40.001-50.000	8	8,30	13,50
50.001-100.000	24	25,00	38,50
100.001-150.000	35	36,50	75,00
150.001-200.000	24	25,00	100,00
Toplam	96	100,00	

3.3 Şeker Pancarı Üreticilerinin İklim Değişikliği Bilinç Düzeyleri

Şeker pancarı üreticilerinin %21,89'u kuraklığı, %19,73'ü küresel ısınmayı, %16,49'u yağış rejiminde değişmeyi, %12,70'i mevsimlerin değişmesini ve 10,54'ü çevre kirliliğini iklim değişikliği ile ilişkilendirmektedir (Çizelge 12). Ancak üreticilerin %1,89'u karbon salınımının iklim değişikliğiyle ilişkili olduğu yönünde fikir sahibidir. Buna göre üreticilerin iklim değişikliği hakkında bilgi birikimlerinin olduğu ancak üreticilerde iklim değişikliğine neden olan temel etkenler hakkında bilgi eksikliğinin mevcut olduğu çıkarımı yapılabilir.

Çizelge 12. "İklim değişikliği" Denildiğinde İlk Akla Gelen Kavram

Nedenler	Sayı	Oran (%)
Mevsimlerin Değişmesi	47	12.70
Küresel Isınma	73	19.73
Doğal Afetler	32	8.65
Kuraklık	81	21.89
Hava Kirliliği	21	5.68
Ozon Tabakasının İncelmesi	9	2.43
Yağış Rejiminde Değişme	61	16.49
Çevre Kirliliği	39	10.54
Karbon Salınımı	7	1.89
Toplam	370	100.00

Şeker pancarı üreticileri arasında iklim değişikliği konusunda endişe duyanların oranı % 83,33 iken endişe duyan üreticilerin sadece %2,08'i iklim değişikliği konusunda eğitim almıştır (Çizelge 13). Üreticilerin %16,57'si iklim değişikliği konusunda endişe duymazken bu üreticilerden iklim değişikliği konusunda eğitim alanların oranı ise %3,13 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 13: İklim Değişikliği Hakkında Endişe Duyan Üreticilerin Önceden İklim Değişikliği Konusunda Eğitim Alma Durumları

		İklim değişikliği konusunda daha önceden eğitim aldınız mı?				Toplam
		Evet	Oran (%)	Hayır	Oran (%)	
İklim değişikliği sizi endişelendiriyor mu?	Evet	2	2,08	78	81,25	80
	Hayır	3	3,13	13	13,54	16
Toplam		5	5,21	91	94,79	96

Diğer taraftan iklim değişikliği konusunda endişe sahibi olan üreticilerin sadece %57,92'si bu konuda eğitim almaya istekli iken üreticilerin %35,42'si iklim değişikliği üzerine herhangi bir eğitimde yer almaya istekli değildir (Çizelge 14). Bu oran yadsınamayacak bir değere sahiptir. İklim değişikliği ile mücadelede her paydaşın işbirliğine ihtiyaç duyulduğu dikkate alınır ise tarım sektörünün baş aktörlerinden biri olan çiftçilerin iklim değişikliği ile mücadele de eğitim başta olmak üzere harekete geçme istekliliklerinin artırılması önem taşımaktadır.

Çizelge 14: İklim Değişikliği Hakkında Endişe Duyan Üreticilerin Gelecekte İklim Değişikliği Konusunda Eğitim Alma İsteklilikleri

		İklim değişikliği konusunda eğitim almak ister miydiniz?				Toplam
		Evet	Oran (%)	Hayır	Oran (%)	
İklim değişikliği sizi endişelendiriyor mu?	Evet	46	47,92	34	35,42	80
	Hayır	6	6,25	10	10,42	16
Toplam		52	54,17	44	45,84	96

Çizelge 15'ye göre üreticilerin %88,50'sinin Konya İli Cihanbeyli İlçesinde iklim değişikliğinin yaşandığı yönünde düşünceye sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın bölgelerinde iklim değişikliğinin yaşandığını düşünmeyen üreticilerin oranı ise %11,50 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 15. Sizce bulunduğunuz yörede iklim değişikliği yaşanıyor mu?

Yanıtlar	Sayı	Oran (%)	Kümülatif %
Evet	85	88,5	88,5
Hayır	11	11,5	100,0
Toplam	96	100,0	

Çizelge 16'ya göre şeker pancarı üreticilerinin kendi yörelerinde iklim değişikliği olaylarından sırasıyla kurak ve sıcaklığın çok arttığını, ancak don, dolu, fırtına ve sel olaylarında herhangi bir değişimin olmadığını ve yağışın ise azaldığını düşündükleri tespit edilmiştir.

Çizelge 16. Aşağıda ifade edilen iklim olaylarından hangileri yörenizde yaşanmaktadır?

	Min.	Mak.	Ortalama	Sıralama
Kuraklık	1,00	5,00	4,81	1
Sıcaklık	3,00	5,00	4,68	2
Don olayları	1,00	5,00	3,35	3
Dolu olayları	3,00	5,00	3,33	4
Fırtına olayları	3,00	5,00	3,23	5
Sel olayları	2,00	5,00	3,18	6
Yağış	1,00	5,00	1,78	7

1. Çok Azaldı, 2. Azaldı, 3. Değişmedi, 4. Arttı, 5. Çok Arttı

Şeker pancarı üreticilerinin çizelge 17'ye göre iklim değişikliğine ilk olarak fosil yakıt kullanımının neden olduğunu, bunu sırasıyla kimyasal ilaç kullanımı, anız yakma, kimyasal gübre kullanımı, ağaç kesme, sanayileşme, aşırı sulama, kentleşme, araç kullanma ve tarımsal atıklar gibi faktörlerin takip ettiğini ancak hayvancılık faaliyeti ve et tüketimi gibi faktörlerin iklim değişikliği üzere etkilerinin olmadığını düşündükleri tespit edilmiştir. Önceki bölümlerde de yer verildiği gibi bölgede faaliyet gösteren şeker pancarı üreticilerinin iklim değişikliği konusunda bir bilgi birikimine sahip oldukları ancak iklim değişikliği hakkında üreticilerde bilgi eksikliğinin mevcut olduğu görülmektedir. Bu yönde yerleşkede konu üzerinde eğitim ve yayım çalışmalarının yapılmasının yararlı olacağı değerlendirilmektedir.

Çizelge 17. Sizce iklim değişikliğine hangi faktörler neden olmaktadır?

	Min.	Mak.	Art. Ort.	Sıralama
Fosil Yakıt Kullanımı	1,00	5,00	3,72	1
Kimyasal İlaç Kullanımı	2,00	5,00	3,70	2
Anız Yakma	1,00	5,00	3,68	3
Kimyasal Gübre Kullanımı	1,00	5,00	3,63	4
Ağaç Kesme	1,00	5,00	3,50	5
Sanayileşme	1,00	5,00	3,40	6
Aşırı Sulama	1,00	5,00	3,34	7
Kentleşme	1,00	5,00	3,28	8
Araç Kullanma	1,00	5,00	3,24	9

Tarımsal Atıklar	1,00	5,00	3,00	10
Uçak Yolculuğu	1,00	5,00	2,28	11
Hayvancılık Faaliyeti	1,00	4,00	1,83	12
Et Tüketimi	1,00	4,00	1,68	13

(1)Kesinlikle Sebep Olmuyor, (2)Sebep Olmuyor, (3)Ne Sebep Oluyor Ne Sebep Olmuyor, (4)Sebep Oluyor, (5)Kesinlikle Sebep Oluyor

Çizelge 18'e göre şeker pancarı üreticilerinin, iklim değişikliği ile mücadelede öncelikle basınçlı sulama sistemleri için teşvik verilmesinin etkili olacağını düşündükleri, bunu müteakip sırasıyla iklim değişikliği için sigorta oluşturulmasının, çevre dostu girdilere destek verilmesinin, düşük yakıt tüketimli tarımsal makinelerin kullanılması için teşvik verilmesinin, iklim değişikliği ile mücadeleye yönelik yayım desteği verilmesinin, çeşit/ürün değişikliğine teşvik verilmesinin iklim değişikliği ile mücadelede etkili olacağını düşündükleri tespit edilmiştir. Üreticilere göre iklim değişikliğiyle mücadele için uygulanacak en son yöntemin meraların korunması ve rasyon eğitimi verilmesi olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 18. Sizce iklim değişikliği ile mücadelede aşağıdaki uygulamalardan hangisi yapılmalıdır?

	Min.	Mak.	Art. Ort.	Sıralama
Basınçlı sulama sistemleri için teşvik verilmeli	2	5	4.28	1
İklim değişikliği için sigorta oluşturulmalı	2	5	3.90	2
Çevre dostu girdilere destek verilmeli	2	5	3.85	3
Düşük yakıt tüketimli tarımsal makinelerin kullanılması için teşvik verilmeli	1	5	3.84	4
İklim değişikliği ile mücadeleye yönelik yayım desteği verilmeli	1	5	3.76	5
Çeşit/Ürün değişikliğine teşvik verilmeli	2	5	3.75	6
Meraların korunması ve rasyon eğitimi verilmeli	1	5	3.64	7

1.Kesinlikle katılmıyorum, 2. Katılmıyorum, 3.Ne Katılıyorum ne katılmıyorum, 4.Katılıyorum, 5.Kesinlikle Katılıyorum

4 Sonuç ve Öneriler

Özetle; Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün kronolojik yaş sınıflamasına göre 18-65 yaş aralığında genç yaşta sınıflanan şeker pancarı üreticilerinin (%93,80) %36,67'si lise düzeyinde, %23,33'ü ise ortaokul düzeyinde öğrenim görmüşlerdir. Bu üreticilerin %91,70'i çiftçi olarak kendi mesleklerini icra ederken, meslekte ortalama 20,22 yıl deneyim kazanmışlardır.

Güncel haber akışını şeker pancarı üreticilerinin %78,10'u televizyondan, %67,70'i arkadaş çevresinden, %61,50'i ise internet kanalı vasıtasıyla takip ederken; üreticiler tarımsal konularda teknik bilgiyi genellikle ailenin ileri gelenleri, yakın çevre ve bölgede faaliyet gösteren tarım müdürlükleri kanallarından sağlamaktadırlar.

Şeker pancarı üreticilerinin tarımsal konularda ihtisas sahibi kurum ve kuruluşları ayda en az bir kere ziyaret ederken bu üreticilerin %71,9'u son birkaç yıl içerisinde tarımsal konularda herhangi bir toplantıya katılım göstermemişlerdir.

Şeker pancarı üreticilerinin kiraya ve ortağa tuttuğu arazilerde dâhil toplamda ortalama 405,77 dekar alanda sulu tarım; toplamda ortalama 212,97 dekar alanda ise kuru tarım yapmaktadırlar. Üreticiler bitkisel üretimin yanı sıra ortalama 168,64 baş küçükbaş ve ortalama 20,33 baş büyükbaş hayvan varlığıyla hayvansal üretimde de aktif olarak rol almaktadırlar.

Şeker pancarı üreticilerinin %36,50'sinin yıllık olarak 100.000-150.000 TL arasında net tarımsal gelir elde ederken, üreticilerin %25'inin 150.000-200.000 TL arasında net tarımsal gelir elde ettiği tespit edilmiştir.

Şeker pancarı üreticilerinin %21,89'u kuraklığı, %19,73'ü küresel ısınmayı, %16,49'u yağış rejiminde değişmeyi, %12,70'i mevsimlerin değişmesini ve 10,54'ü çevre kirliliğini iklim değişikliği ile ilişkilendirirken iklim değişikliğinde önemli yere sahip karbon salınımının iklim değişikliğine etki ettiğini düşünen üreticilerin oranı %1,89'dur. Buna göre üreticilerin iklim değişikliği konusunda bilgi birikimlerinin olduğu ancak iklim değişikliğinin sebepleri hakkında üreticilerde bilgi eksikliği mevcut olduğu, yerleşkede bu yönde yapılacak çalışmaların yararlı olacağı değerlendirilmektedir.

Şeker pancarı üreticileri arasında iklim değişikliği konusunda endişe duyanların oranı % 83,33 iken; bu konuda eğitim almak isteyenlerin oranı %57,92'dir. Çiftçilerin iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir aktör olduğu dikkate alınırsa iklim değişikliği konusunda eğitim alma yönündeki isteksizlik gösteren üreticilerin oranının (%35,42) endişe verici olduğu düşünülebilir. Bu bağlamda üreticilerin bu konudaki isteksizliklerinin nedenlerinin araştırılması ve bu probleme yönelik çalışmalar yürütülmesi önerilmektedir.

Şeker pancarı üreticileri, sırasıyla kuraklık ve sıcaklığın bölgede çok arttığı; buna karşın sel, fırtına, dolu, don ve don gibi olaylarda ise herhangi bir değişimin yaşanmadığı yönünde kanıya sahiptirler.

Şeker pancarı üreticilerinin, kimyasal ilaç kullanımı, fosil yakıt kullanımı, anız yakma ve araç kullanma gibi faktörlerin iklim değişikliğine yol

açtığı; uçak yolculuğu, hayvancılık faaliyeti, et tüketimi gibi faktörlerin ise iklim değişikliği ile ilişkili olmadığını düşündükleri tespit edilmiştir.

Şeker pancarı üreticilerinin, iklim değişikliği ile mücadelede öncelikle basınçlı sulama sistemleri için teşvik verilmesinin etkili olacağını, iklim değişikliğiyle mücadele için uygulanacak en son yöntemin ise meraların korunması ve rasyon eğitimi verilmesi olacağını düşündükleri görülmektedir.

Son olarak şeker pancarı üreticilerinin iklim değişikliği hakkında bir fikre ve bilgiye sahip olduğu ancak bu bilginin derinlik kazanması ve eylemle bütünleşik farkındalığa dönüşmesi gerektiği anlaşılmaktadır. İklim değişikliği ile mücadelede tüm paydaşların iştirakinin önemli olduğu ve çiftçilerin önemi aktörlerden biri olduğu düşünüldüğünde şeker pancarı üreticilerinin mevcut bilgi ve farkındalık düzeylerinin artırılması ve üreticilerin iklim değişikliğiyle mücadele edebilmesi için bölgede bilinçlendirmeye yönelik eğitim ve yayım programlarının yapılması, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımda kullanımının artırılması gibi projelerin üretilerek üreticiler eliyle uygulamaya konulması son derece faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Akın, G. (2006), Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 46(2).
- Akyüz, Y. & Atış E. (2018). Küçük Menderes Havzasında İklim Değişikliğinin Olası Etkileri ve Üreticilerin Konuya İlişkin Farkındalıkları, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21, 109-115.
- Bolat, M. & Dellal İ. & Ünüvar İ. & Polat, K. (2020). İklim Değişikliği ve Tarım: Ekonomik Etkisi Uyum ve Azaltım Politikaları, Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 37.
- Çakmak, H. (2019). İklim Değişikliğinin Tarım Ürünlerinin Fiyatlarına Etkileri, Proceedings of the International Congress on Business and Marketing, Maltepe University, Istanbul, s: 142-148.
- Demir, A. (2009). Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi, Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 1(2), 37-54.
- Doğan, S. (2005). “Türkiye’nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri”. C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 6(2),57-73.
- Everest, B. (2021). Farmers’ adaptation to climate-smart agriculture (CSA) in NW Turkey. Environment, Development and Sustainability, 23(3), 4215-4235.
- Everest, B. (2021). Farmers’ adaptations of soil and water conservation in mitigating climate change. Arabian Journal of Geosciences, 14(20), 1-12.
- Everest, B., & Yıldırım, M. (2020). Tarımsal Kooperatif Yöneticilerinin İklim Değişikliği ve Yenilenebilir Enerji Farkındalıkları: Çanakkale İli Örneği. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi.
- Güner, E. D. & Turan, E. S. (2017). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Küresel İklim Değişikliği Üzerine Etkisi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 3(1), 48-55.
- Kadioğlu M., (2001), Kuraklık kıranı, Güncel Yayıncılık, İstanbul, 125ss.
- Kayışoğlu, B. & Diken, B. (2019), Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kullanımının Mevcut Durumu ve Sorunları. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 15(2), 61-65
- Koyuncu, M. & Akgün, H. (2018). Çiftlik Hayvanları ve Küresel İklim Değişikliği Arasındaki Etkileşim, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32(1), 151-164.
- Özer H. & Özer S. (2003). İklim Değişikliği ve Tarım Üzerindeki Etkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(3), 287-292.
- REC Türkiye İklim Değişikliği Bülteni Cemre, Bölgesel Çevre Merkezi REC Türkiye, Nisan 2006.

- Turan, E. S. (2018). Türkiye'nin İklim Değişikliğine Bağlı Kuraklık Durumu, Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 4(1), 63-69, DOI: 10.213247/dacd.357384.
- Türkeş, M. (2002). İklim Değişikliği-İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi İlişkileri ve İklim Değişikliği Politikaları. Vizyon 2023 Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi Ekim 2002. Ankara.



BÖLÜM 15

SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM İÇİN KENTLERDE YETİŞTİRİCİLİK ALTERNATİFLERİ¹

Sevinç BAŞAY²

¹ Bu çalışmanın amacı; kentlerde sürdürülebilir bir yaşam için yapılabilecek yetiştiricilik alternatiflerinin tanıtılması ve bu yetiştiricilik alternatiflerine uygun sebzelerin önerilmesidir.

² Doç. Dr., Bursa Uludag University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Bursa- Turkey. ORCID : 0000-0002-9466-1015

GİRİŞ

Dünya nüfusunun büyük çoğunluğu artık şehirlerde yaşamaktadır, özellikle Türkiye nüfusunun yaşam tercihi daha çok büyük şehirler olmaktadır. Bu tercih zamanla birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. İnsanlar çok katlı binalar içinde hareketsiz kalarak, sürdürülebilir yaşamdan uzaklaşarak birçok sağlık sorunları ile özellikle de stres ve psikolojik problemler ile boğuşmak zorunda kalmaktadır. Sürdürülebilir yaşam, yaşanan çevrenin ve doğanın var olan kaynaklarının savurganlığa ve tahribe yol açmayacak şekilde, akılcı ve teknik yöntemlerle bugünkü ve gelecek kuşaklarında hak ve yararları da dikkate alınarak, devamı için her türlü önlemleri alarak, tüm alanlarda gelişmenin sağlanmasıdır (Akın, 2018). Sürdürülebilirlik, kentleşme ve modern yaşamın getirdiği kolaylıklar karşısında bozulan doğal dengenin yeniden inşasına yönelik bir etkileşim hareketidir (Yaman, 2020).

BM tahminlerine göre 2050'de dünyada kentsel alanlarda yaşayan nüfusun %66 ve Avrupa'da %82 olacağı yönündedir, hızlı nüfus artışı doğal olarak gıda talebine dönüşmektedir. Şu anda, dünyadaki ekilebilir arazinin %80'i kullanılmaktadır, kalan %20'si ise son yıllarda kötü arazi yönetimi nedeniyle ekim potansiyeli neredeyse ortadan kalkmış olan çorak arazidir. Bu nedenle, yoğun kentleşme ve ekilebilir alanların kıtlığı, kentsel alanda üretim arayışını beraberinde getirmektedir (Zareba ve ark., 2021).

2030'a kadar dünya nüfusunun üçte ikisinin kentleşeceği ve 41 mega kent oluşacağı düşünüldüğünde, kent bahçeciliği; kent insanının rahatlatma ve zorlu kent yaşamında nefes alma imkanı bulduğu alan olarak, kulağa oldukça hoş gelmektedir. Düşük karbon ayak izi ve gıda üretiminin şeffaflığı, kentsel tarımı özellikle ilginç kılmaktadır, bunun yanında kent bahçeciliği, hem insanlara hem de onların sürdürülebilir kentsel çevrelerine olumlu katkıda bulunmak için yeni bir yetiştirme tekniğidir (Eigenbrod ve ark., 2015; Shema ve ark., 2022). Kent bahçeciliğinde ulaşım araçlarının yanı sıra biçerdöver ve traktör, başta olmak üzere mekanizasyon kullanımı ortadan kalkacağından hem önemli bir tarımsal girdi olan makine hem de mazot masrafı ortadan kalkmaktadır (Şahin ve ark., 2016). Hatta son yıllarda bazı insanlar; yaya dostu, yol gelişimini sınırlayan, ekolojik ayak izini minimumda tutan ekoköylere ilgi duymaya başlamıştır (Zeybek ve ark., 2019).

Kentsel tarım; çatı ve balkon bahçeciliği, boş arsalarda bahçecilik, eko bahçeler, dikey bahçeler gibi birçok biçimde uygulanabilmektedir. Kentsel tarım aynı zamanda topluluk mutfaklarında katma değerli ürünler yetiştirmek, mahsulleri ve ürünleri pazarlamak ve gıda israfını ele almak gibi hasat sonrası faaliyetleri de içermektedir. Bunun yanında kentlerde, yoğun nüfuslu kasabalarda, apartmanlarda, evlerde ve az veya sınırlı arazi alanına sahip diğer alanlarda çeşitli bitki türlerinin (sebzeler, otlar, baha-

ratlar, kök bitkileri, meyveler) yetiştirilmesine yönelik teknikler ve yaklaşımlardır (Anonim, 2022a).

Ekonomik olarak, kentsel tarım, yüksek çevresel yetkinliğe ve ekonomik değere sahip şehirlerde arazi kullanımının, kentsel alanların ve yenilikçi faaliyetlerin yeni dinamiklerini geliştirmektedir (Shema ve ark., 2022). Kentlerde yeni yeşil alanlar oluşturmak, temiz hava ve taze sebzelere erişim gibi sağlık açısından yararları bulunmaktadır (Zareba ve ark., 2021). Aynı zamanda bu alanlar kent alanı içinde kuşlar ve böcekler için önemli bir habitatı temsil etmektedir (Petzke ve ark. 2021).

Balkon sebzeçiliği

Nüfus patlaması ve insanların kentsel alanlara göçü, yiyecek, su ve barınma gibi temel gereksinimler üzerinde baskıyı zorunlu kılmıştır. Kentsel alanlardaki dünya nüfusunun 2010'dan bu yana %50'den fazla artması, bu tür kontrolsüz nüfus artışı aynı zamanda açlığa, yoksulluğa, yetersiz beslenmeye, sosyal güvensizliğe de yol açabilmektedir. Bu faktörler, kentsel balkon bahçeciliğinin gelişimini teşvik etmiştir (Bal ve ark., 2020). Süs bitkileri dışında sebze ve aromatik bitki tür ve çeşitlerinin farklı, bunun yanında görsel şekillerde sunulması saksılı bitkilere olan ilgiyi artırmaktadır. Saksıda sebze yetiştiriciliğinde bitkinin gelişiminde ve kalitesinde sıcaklık, ışık, rüzgar ve nem gibi çevresel faktörler ile yetiştirme ortamlarının etkili olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Sebzeler güneşi seven bitkilerdir. Yapraklı sebzelerden bazıları kısmi güneşte yetiştirilebilir iken, domates, biber ve salatalık tam güneşi tercih etmektedir (Carey ve ark., 2009). Bu etkili faktörlerin yanında saksı hacmi bitki gelişimine ve kalitesine etki eden önemli etkenlerin başında gelmektedir. Yetiştiricilikte kullanılan saksı hacmi, kök ve toprak üstündeki sürgün, dal, yaprak boyutları gibi gelişim bileşenlerini etkilemektedir. Genel olarak, küçük hacme sahip saksı ve benzeri kaplar içerisinde yetiştirilen bitkilerde kök ve toprak üstündeki yapıların gelişiminde azalma eğilimi görülmektedir. Yetiştirme kaplarının boyutunun azalmasının doğal sonucu olarak gelişme alanı ve toprak hacmi küçülmekte ve kök gelişimi kısıtlanmaktadır. Kök gelişimi sınırlanan bitkide ise sürgün gelişimi, biyokütle birikimi ve dağılımı, yaprak klorofil içeriği, fotosentez, bitki su ilişkisi, solunum, çiçeklenme, besin elementi alımı gibi birçok bitkisel faaliyet olumsuz etkilenmektedir. Yetiştirme ortamının genişletilmesi ise yaprak alanında artış ile sürgün ve köklerde kütle artışını beraberinde getirmektedir (Köksal ve ark., 2017). Bunun yanı sıra balkonda sebze yetiştiriciliği için öncelikle balkonların farklı özellikleri büyük farklar yaratır. Aydınlanma süresi ve aydınlanma yoğunluğuna göre uygun bitki tür ve çeşidinin seçilmesine dikkat edilmelidir (Sun ve ark., 2015).

Balkon sebze yetiştiriciliği için ağır toprak işleme aletlerine gerek

yoktur. Toprağı karıştırmak ve kökleri havalandırmak için kaliteli bir el çatalı, fide dikmek için plantuvar, budama ve toplama için budama makası, çeşitli ebat ve şekillerde kaplar yeterli olmaktadır. Gerekli kaplar arasında plastik veya fiber fidanlık kapları, ahşap sepetler, plastik, tahta veya metal kovalar, süt kartonları, hatta plastik poşetler sayılabilir. Kaplarda alta yakın kenarlar boyunca delikler olmalıdır ve uygun drenaj için her bir kabın dibine 1 cm lik bir çakıl tabakası konması, saksıdan fazla suyun drene olmasına yardımcı olacaktır (Başay, 2020, Anonim 2022b).

Şehirde yetiştirilen sebzelerdeki ağır metal konsantrasyonu, şehirdeki bitkilerin yetiştirildiği alanla sıkı sıkıya ilişkilidir. Bitkiler, kirlilik kaynaklarının yakınında (örneğin ana yollar) yetiştirildiğinde, ağır metal birikimi riskleri artar (sebzeler yoldan 10 m uzakta yetiştirildiğinde, 60 m uzaklıktan yetiştirilene kıyasla yaklaşık 1,5 kat fazla ağır metal birikim riski taşımaktadır) (Antisari, et, al., 2015). Yani yetiştiricilik yapılacak balkon ana yoldan uzaklaştıkça yetiştirilen ürünlerin ağır metal taşıma riski gittikçe azalmaktadır. Eğer balkon ana yola 60 m den daha uzak ise sebze yetiştiriciliği yapılabilir iken, ana yola 60 m den daha yakın ise, o zaman balkonda sebze yetiştirilmemelidir. Sebze yetiştiriciliği yerine süs bitkileri yetiştiriciliği yapılarak balkon yetiştiriciliğinin görsellik, psikolojik rahatlama ve fiziksel aktivite yönünden faydalanılmalıdır.



Resim 1. Balkonda yetiştirilen bazı sebzeler 1. Nane, 2. Turp, 3. Maydanoz (Başay, 2020).

Sebze yetiştiriciliği yapılacak ortam, sentetik veya topraksız karışımlar, sebze kapları için çok uygundur. Yetiştiricilik ortamı, talaş, turba yosunu, perlit veya vermikülden oluşabilir. Bunlar hastalık ve yabancı ot tohumları içermez, nem ve besin maddelerini tutar ancak iyi drene olur ve hafiftir. Topraksız karışımlar, bahçecilik sınıfı vermikülit, turba yosunu, kireçtaşı, süperfosfat ve bahçe gübresi karıştırılarak da hazırlanabilir (Masabni, 2009). Eğer yetiştiricilik ortamı olarak toprak kullanılacak ise yetiştiricilik öncesi çiftlik gübresi eklenmelidir.

Bunun ile birlikte, organik gübreleme balkon sebze yetiştiriciliği için en doğru olan gübreleme şeklidir. Çünkü balkonda evin yaşam alanlarından biridir. Kullanılan gübrenin organik olması hem yaşam alanının hem de balkondan taze bir şekilde tüketilecek ürünlerin doğal olmasını sağlamaktadır. Çiftlik gübresinin kullanılması balkonda rahatsız edici koku oluşmasına sebep olabilir. Sıvı organik gübrelerin tercih edilmesi, balkon ortamının hava kalitesi açısından önem taşımaktadır. Örneğin; solucan gübresi, yarasa gübresi, balık emülsiyonu v.b önerilebilir, bunun yanında kimyasal ilaçlardan uzak ev yapımı ve organik ilaç kullanımı sağlıklı ürüne ulaşım için önem taşımaktadır (Başay, 2020).

Balkonda yetiştirilecek sebze türleri ve uygun saksı büyüklükleri gelince;

Küçük bitkiler için (1-2 galon (1 galon 3,8 lt)) – Marul, lahanaya, pazı, roka ve ıspanak gibi yapraklı yeşillikler.

Orta boy bitkiler için (5 ila 8 galon) – Brokoli, karnabahar, lahanaya ve Brüksel lahanasının yanı sıra orta boy domates bitkileri, bamyaya.

Büyük bitkiler için (8 ila 10 galon) – Biber, patlıcan, salatalık, kabak ve domates olmak üzere, çoğu büyük sebze bu büyüklükteki kaplara sığacaktır.

Ekstra büyük bitkiler için (10 ila 15galonluk kaplar) - ekstra büyük domates, kış kabağı, balkabağı ve enginar bitkileri için yeterli olmaktadır (Anonim 2022c).

Kaplarda yetiştirmek için uygun olan sebzeler arasında domates, biber, yeşil soğan, yeşil sarımsak, fındık turp, hıyar, marul, maydanoz, pazı ve nane bulunur (Masabni, 2009). Özellikle maydanoz, nane, pazı toplandıkça büyüyen sebzeler olmaları sebebiyle balkonda her zaman kullanıma hazır sebzelerdendir. Örneğin pazının büyüyen dış yaprakları hasat edildikçe içten gelen yapraklar büyümeye devam ederek yakın zamanda hasada gelmektedir. Patates te balkonda yetiştirmeye uygundur. Özellikle patatesi mutfakta soyarken hafif uyanmış gözler biraz daha derinden soyularak balkonda patates üretimi amacı ile kullanılabilir (Başay, 2020). Aslında ev ortamında kullanılmış malzemeler, kaplar, üretim ma-

teryalleri balkon sebzeçiliğinde ikinci kez kullanılarak sürdürülebilir ev ortamı oluşturmak mümkündür.

Eko Bahçe Sebzeçiliği

Eko bahçeler, daha çok kente yakın alanlarda kurulan, kazanç beklentisi olmadan insanların serbest zamanlarını harcadıkları, genellikle mevsiminde sebze, tıbbi ve aromatik bitki üretimi yapılan, büyüklükleri genel olarak 100 m² civarında olan alanlardır. Eko Bahçeler bir yönetim tarafından kontrol edilen, belirli kuralları olan, daha çok yaz aylarında kullanılan değişik amaçlara hizmet veren bahçelerdir. Kentin kalabalık ve yorucu ortamından uzaklaşarak, doğada zaman geçirme isteği, üretimin insanlara sağladığı mutluluk hissi, bitkinin yaşam seyrini izleme isteği gibi birçok nedenlerle bu bahçelere yoğun talep yaşanmaktadır (Yılmaz, 2019). Eko bahçeler kentleşmenin oluşturduğu stresli ortamdan insanları uzaklaştırarak toplum psikolojisi ve dolayısıyla topluluk yaşantılarını olumlu yönde etkiler. Bu bahçelerde üretilen bitkiler kentin aktif yeşil alan oranını artırır, kent iklimini olumlu yönde etkiler ve bu sayede doğal ortam tahribatının önüne geçer. Şehir hayatının birbirinden kopardığı insanları bir araya getirerek komşuluk ilişkisi ve toplumsal barışa katkıda bulunur (Aliğaoğlu ve ark., 2017). Eko bahçelerde yetiştiricilik sosyal dayanışmayı destekler ve çocukları günümüz teknolojik ortamlarından uzaklaştırarak, toprağı tanımalarını ve bitkisel üretim zevkini uygulamalı olarak yaşamalarını sağlamaktadır (Tapur, 2018). Eko bahçede ekim yapılacak toprağın yumuşak, su tutma kapasitesi yüksek ve besince zengin olması gerekmektedir. Ayrıca zeminin iyi drenajlı olması da çok önemlidir. **Toprak hazırlığının dikimden en az 1 ay önce yapılması gerekmektedir. Dikimden birkaç gün önce toprak organik gübre ve kompost ile gübrelenerek tekrar belenmelidir.** Toprak tırmık ile düzeltilerek sebzelerin dikim işlemi gerçekleştirilir. Sulamanın ne sıklıkla yapılacağı toprağı, neme ve yağışa bağlıdır. Rüzgar ve güneş olan günlerde toprak, serin ve bulutlu havalardan daha hızlı kurur. Buharlaşmayı en aza indirmek için sulamanın sabah erken saatte veya akşam saatlerine doğru yapılmasına özen gösterilmelidir. Eko bahçe gibi küçük alanlarda yabancı otları elle toplama tercih edilen bir yöntemdir. Eko bahçelerde hastalık ve zararlı kontrolü dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Her şeyden önce eko bahçenin bulunduğu bölgenin tür ve çeşitleri kullanılmalıdır ki yerel koşullara adapte olmuş çeşit olması sebebiyle hastalıklara dayanıklılık sağlamış olmaktadır. Eko bahçede yetiştiricilikte ana amaç sağlıklı ve taze ürünlerle beslenmek olduğu için genellikle ev yapımı ilaçlar tercih edilmektedir. Petzke ve ark. 2021 yapmış oldukları anket çalışması sonucunda; artan ekolojik farkındalık ve sağlıklı, kirlenmemiş gıda maddelerine duyulan arzunun, giderek daha eleştirel bir tutum aldığı ve bitki koruma ürünlerinin kullanımından bilinçli olarak vazgeçildiğini, bunun yanı sıra daha sağlıklı ürüne artan talep doğrultusunda çevre dostu alternatiflere eğilimin arttığını belirtmişlerdir.



Resim 2. Eko bahçe alanlarından örnekler

Eko bahçelerde genellikle mevsiminde sebzeler yetiştirilmektedir. Bunun yanı sıra alanın sınırlı olması sebebi ile genellikle yer kaplamayan ve yandaki bitkiye sarılıcı özelliği olmayan ve gölge yapmayan bitkiler tercih edilmektedir. Örneğin hıyar, kabak sebze türleri eğer tercih edilecek ise sayıca az dikim yapmak alanı daha etkin kullanmak açısından önem arz etmektedir. Özellikle kışın yaprağı yenen yeşillik ve sık sık hasat edilerek evin düzenli yeşillik ihtiyacını karşılayacak olan ürünler örneğin; yeşil soğan, roka, tere, dereotu, maydanoz, pazı, ıspanak, yazın ise domates, biber, patlıcan, hıyar, kabak tercih edilmektedir.

Dikey Bahçe Sebzeçiliği

Dünya nüfusunun sürekli artması su ve toprağın sınırlı kaynaklar olması nedeniyle, arazi kullanımını en aza indirirken gıda üretimi için alternatif seçenekler aranmaktadır. Dikey bahçecilik, kazık, kafes, bambu ve diğer dikey desteklerden yararlanarak bitkileri dik bir biçimde yetiştirme yöntemidir (Utami ve ark. 2011). Metropol alanlar içinde ve çevresinde gıda yetiştirme ve taşıma aracı olan kentsel bahçecilik pratik bir çözüm olabilir. Kentsel topluluklarda tüketiciler, yeşil yapraklı sebzeleri yemenin yararlarının (sağlık ve hastalıktan korunma/önleme açısından) giderek daha fazla farkına varmışlar ve bu nedenle diyetlerine daha fazla dahil etmeye başlamışlardır. Dikey bahçelerin bakımı, daha az haşere ve bitki hastalığı ile savaşağımız gerçeği nedeniyle sıradan yatay bahçelere göre çok daha kolaydır. Nwosisi ve ark. (2017) Kent toplulukları organik dikey bahçecilik çalışması sonucunda, yapraklı yeşil sebzelerin, iyi verim ve neredeyse hiç yabancı ot vakası ile karşılaşmadan başarılı bir şekilde yetiştirildiğini ve organik dikey bahçeciliğin sürdürülebilir ve başarılı bir şekilde kullanılabilir olduğunu beyan etmişlerdir. Dikey bahçeler, bitkiler arasında daha iyi hava akışını teşvik eder, bu nedenle bitkilerin yaprak ve mantar hastalıklarına yakalanma olasılığı daha düşüktür ve haşere istilası daha yavaş yayılmaktadır (Collie, 2022).

Dikey bahçeler bitkisel üretim ile havadaki toz ile diğer kirletici ve zararlı maddeleri absorbe ederek daha sağlıklı çevre oluşumuna katkı

sağlamaktadırlar. Bunun yanı sıra havanın içindeki tehlikeli karbondioksit gazını emip atmosfere oksijen vererek kentin mikro iklimasını olumlu yönde etkiler ve kentsel alanlarda oksijen miktarının artmasını sağlamaktadırlar (Erdoğan ve ark., 2013). Kent içinde olmasından kaynaklı önemli bir avantajda, nakliye masraflarının büyük ölçüde düşmesidir. Bu sayede hem karbon salınımında hem de nakliye esnasında yitirilen mamullerde ciddi oranda tasarruf sağlanabilmektedir. Nakliye konusundaki bir diğer avantaj ise çabuk bozulabilen, uzun mesafelerde nakliyeye dayanıklı olmayan tarım ürünlerinin en az kayıpla tüketiciye ulaşması sağlanabilmektedir (Şahin ve ark. 2016).

Genellikle sebzeler, tam güneşe veya en az 5-6 saat güneş ışığına ihtiyaç duyar. Fotosentez için yeterli ışığa sahip olmadıkça kendileri ve bizim için besin üretemezler. Dikey bahçenizin yönü, her bitkinin aldığı ışık miktarını belirler. Bahçeyi bir duvara yaslayacaksanız, yüksek ışıklı bitkiler yetiştirmek için güney veya güneybatıya maruz kalmayı seçin. Doğuya maruz kalındığında alınan bol sabah ışığı, kök sebzeler, otlar ve yeşillikler için yeterince iyi olabilir (Sarkar, 2018).

Çoğu bitkinin düzenli sulamaya ihtiyacı vardır. Aynı miktarda suya ihtiyaç duyan bitkileri birleştirmek iyi bir planlama olacaktır. Konteyner bitkilerinin besin maddelerine sınırlı erişimi vardır, bu nedenle toprağı düzenli olarak beslemek ve gübrelemek gerekmektedir. Bitkileri zararlı kimyasallardan uzak tutarak organik gübrelemek ve organik ilaçlamak daha sağlıklı ürünler elde etmeyi sağlamaktadır.

Fischer ve ark. (2020) Dikey bahçe sistemlerinde yetiştirilen sebzelerin, evlere önemli bir besin takviyesi sağlayabileceğini, ancak, sistemlerin veya çeşitlerin üretim verimliliği ile ilgili çok fazla araştırma yapılmamış olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra dikey bahçeleri gelecek vaat eden bir seçenek olarak gördüklerini, ev için daha yüksek miktarda çeşitli sebze üretmek için yüzey alanını artırmak, böylece gıda ve beslenme güvenliğini artırmak için bir yol olduğunu belirtmişlerdir.

Sebzeler için dikey bahçecilik, birçok fayda sağlamaktadır; yerden tasarruf, hasat kolaylığı, daha iyi hava sirkülasyonu, yerde yapılan üretime göre daha iyi verim (Utami ve ark. 2011).

Dikey Bahçeye Uygun Sebzeler

Dikey bahçelerde kullanılan tür ve çeşit seçiminde, kullanıldığı yerdeki duvarın konumu, bitkilerin görsel özellikleri, kullanıldığı yerin iklim özellikleri ve bitkilerin buldukları ortam koşulları gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Genel olarak kullanılacak bitkilerin uygun kök sistemine sahip olması, kuraklığa toleranslı ve fazla su istemeyen bitkilerin tercih edilmesi ile birlikte sulama ve gübreleme özellikleri göz önüne alınarak,

birbirleri ile yaşayabilme özelliklerine göre de seçim yapılmalıdır (Seyidoğlu Akdeniz ve ark. 2013).

Dikey bahçeler için bitki türlerinin seçimi yapılır iken, kesinlikle dikey bahçenin maruz kaldığı iklim koşulları dikkate alınmalıdır. Bitkiler hafif olmalı, kök sistemleri yayvan olmalıdır (Sarkar, 2018).

Yapraklı yeşil sebzeler, seralarda, binalarda, ofis alanlarında, okullarda, ev balkonlarında, açık alanlarda, plastik tünellerde ve dikey bahçelerde yetiştirilebilir (Nwosisi ve ark. 2017).

Dikey sistemde yetiştirilen çeşitli marul, pazı, lahana, fesleğen ve kışniş çeşitleri başarıyla hasat yetiştirilerek, hasat işlemleri gerçekleştirilmektedir (Nwosisi ve ark. 2017).

Dikey bahçe için uygun olan sebzelerden bazıları;

Bezelye; yüzlek köklü ve sarılıcı olması nedeniyle dikey bahçeler için uygun olan sebzelerdendir. Serin iklim sebzesidir. Havaaların serin ve nemli olduğu bölgelerde tercih edilebilir.

Marul

Marul; taze olarak tüketilmek istenen ama tazeliğini çabuk kaybeden bir sebzedir. Kent ortamında her an taze bulunabilmek için dikey yetiştiricilik için ideal bitkilerdendir. Fide ile üretilir. Mutfağın ihtiyacı kadar, marulun dış yapraklarından koparılarak bitkinin büyümesine devam etmesi sağlanarak dikey bahçede daha uzun zaman marul bitkisinin bulunması mümkün olabilir. Kentsel alanlarda dikey tarım ile yapraklı sebzelerin yetiştirilmesi, günümüzde insanların bilinçlendiği ve sınırlı alanda daha fazla verim elde etmek için özellikle tercih ettiği bir yetiştiriciliktir (Singh Jat, ark., 2019).



Resim 3. Dikey bahçe örnekleri 1. Marul (Anonim 2022d.)

Fındık Turp; Tohumdan üretilir. Çok kısa sürede hasada geldiği için kademeli olarak ekim yaparak daha uzun süre dikey bahçede yetiştiriciliği yapılabilir bitkilerdendir. Bir veya bir buçuk ay içinde hasada gelir (Bal et al., 2020).

Patates; dikey yetiştirmeye uygundur. Özellikle patatesi mutfakta so-yarken hafif uyanmış gözler biraz daha derinden soyularak hemen ekim yapılabilir ve bu yolla özel tohumluk patates almadan kademeli ekim yapılarak üretim yapılabilir.



Resim 4. Dikey bahçe patates yetiştiriciliği ve patates dikim çantaları (Anonim 2022e).

Patates yetiştirme torbaları, dikey bahçecilik için sadece bitkinizin olgun olup olmadığını kontrol etmekle kalmayıp, toprağı kazmak zorunda kalmadan pencereden bitkileri kolayca hasat edebileceğiniz, açılıp kapanabilen bir görselleştirme penceresine sahiptir.

SONUÇ

Sonuç olarak, insanların kentlerde yeşilden uzak kaldığı ve aynı zamanda sağlıklı beslenme konusunda hassasiyetlerin oluştuğu, dolayısıyla sağlıklı ürüne ulaşma konusunda istekli olduğu günümüz şartlarında kent bahçeciliği çözüm yollarından birisidir. Her şeyden önce kent bahçeciliği yaparak kent ortamında kendisi için yeşil alan oluşturmanın yanında, tamamen kendi kontrolünde kimyasal gübre ve ilaçlardan uzak olarak ürettiği ürünleri tüketerek sağlıklı ürüne ulaşma talebini de karşılamış olmaktadır. Aile fertleri sebze yetiştiriciliğini görerek dokunarak ve tadına bakarak deneyimleme fırsatı bulmaktadır. Özellikle çocuklu aileler kent bahçeciliği yaparak çocuklarına yetiştiriciliği göstererek ve çocukları ile elektronik ortamdan uzakta kaliteli zaman geçirme fırsatı bulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akın, G. 2018. Sağlıklı ve Kaliteli Yaşamda Sürdürülebilir Dünya Görüşü, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, ANARSAAN Sempozyumu Özel Sayısı, Ekim 2018, Cilt 11 Sayı 2, ss. 877-891
- Aliğaoglu, A., Alevkayalı, A. 2017. Balıkesir’de Hobi Bahçeleri: Özellikler ve Sorunlar. Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı 35.
- Anonim, 2022a. A Guide To Urban / Home Gardening. https://ati.da.gov.ph/ati-car/sites/default/files/URBAN_GARDENING_WITH_UPLAND_VEG_PROD.pdf Erişim Tarihi:21.09.2022
- Anonim 2022b. Growing Vegetables in Containers. <https://kewaunee.extension.wisc.edu/files/2022/04/APRIL-2022-EXTENSION-CONNECTION.pdf>. Erişim Tarihi: 25.08.2022
- Anonim 2022c. Gardening Channel. Advice And Tips On How To Garden. <https://www.gardeningchannel.com/> Erişim Tarihi: 21.09.2022
- Anonim 2022d. topraksiz-tarimda-dikey-torbalarda-yetistiricilik-nasil-yapilir.html. Erişim Tarihi:14.10.2022
- Anonim 2022e. Potato-Planter-Handles-Harvest-Vegetables/dp/B086QVJDTX Erişim Tarihi:14.10.2022
- Antisari, L. V., F. Orsini, L. Marchetti, G. Vianello, G. Gianquinto 2015. Heavy metal accumulation in vegetables grown in urban gardens. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 2015, 35 (3), pp.1139-1147. ff10.1007/s13593-015-0308-zff. fhal01312524f
- Bal, S., S. Pal 2020. Balcony Gardening of Vegetable Crops. *Agriculture and Food: E-Newsletter*, ISSN:2581-8317.
- Başay, S. 2020. Balcony Vegetable Growing in the Covid-19 Pandemic. *Theory and Research in Agriculture, forestry and Aquaculture Sciences*, Gece Kitaplığı. II. s.69-82
- Carey, T. 2009. Dremsa, R., Bandli, R., Smith, J. 2009. *Growing Vegetables in Pots*. Kansas State University.
- Collie, 2022. “Vertical Gardening: Grow More Vegetables in Less Space.” *The Old Farmer’s Almanac*, <https://www.almanac.com/vertical-gardening-grow-more-vegetables-less-space>. Accessed 10 July 2022.
- Eigenbrod, C., Gruda, N. 2015. Urban vegetable for food security in cities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 2015, 35 (2), pp.483-498. ff10.1007/s13593-014-0273-yff. fhal-01284293
- Erdoğan, E., Aliasghari Khabbazi P. 2013. Yapı Yüzeylerinde Bitki Kullanımı, Dikey Bahçeler ve Kent Ekolojisi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 6 (1): 23-27.
- Fischer, S., Grünwasser, S., Winkler, B., Pircher, T., Lambert, C., Hilger, T., Cadisch, G. 2020. Increasing Nutrition Security with Vertical Gardens – Testing Different Systems for Vegetable Production. *Tropentag*, September 9-11, 2020, virtual conference.

- Köksal, N., A. Özkaya, E. Kafkas, S. Yasemin 2017. Süs Bitkisi Olarak Çilek Yetiştiriciliğinde Saksı Boyutlarının Etkisi. Bahçe 46 (Özel Sayı 1): 139–148.
- Masabni, J.G. 2009. Vegetable Gardening in Containers. Produced by AgriLife Communications, E-545 3-09. The Texas A&M System Extension publications can be found on the Web at: <http://AgriLifeBookstore.org>.
- Nwosisi, S., Nandwania D. and S. Chowdhury 2017. Organic vertical gardening for urban communities. Acta Hort. 1189. ISHS 2017.
- Petzke, N., König, B. and Bokelmann, W. 2021. Plant protection in private gardens in Germany: between growing environmental awareness, knowledge and actual behaviour. Eur. J. Hort. Sci. 86(1), 59–68.
- Sarkar, A.N. 2018. Selection Of Plants For Vertical Gardening And Green Roof Farming. International Research Journal of Plant and Crop Sciences, Vol. 4 (3), pp. 132-153.
- Seyidoğlu Akdeniz, N., Zencirkıran, M. 2013. Tasarımda Farklı Bir Yaklaşım: Dikey Bahçeler. V. Süs Bitkileri Kongresi. 06-09 Mayıs Yalova, cilt 1.
- Shema, A. I., Abdulmalik, H. 2022. Urban Vertical Farming as a Path to Healthy and Sustainable Urban Built Environment. A+ArchDesign - Year: 8 Number: 1 - Yıl: 8 Sayı: 1 - 2022 (67 - 89).
- Singh Jat, G., Tomar, B. S., Lyngdoh, Y. A., Saha, P. 2019. Vertical Farming of Leafy Vegetables under Protected Conditions. Skill Development Course on Protected Cultivation of Vegetable Crops.s.119.
- Sun, J., J. Liu, F. Wu, H. Nian 2015. Research on High-efficient Balcony Greening Based on the Concept of Low-carbon Green Buildings. International Conference on Advances in Energy and Environmental Science (ICAEEES 2015).
- Şahin, G., Kendirli, B. 2016. Yeni Bir Zirai İşletme Modeli: Dikey Çiftlikler. International Geography Symposium 13-14 October 2016, Ankara.
- Tapur, T. 2018. Konya İl Merkezinde Bulunan Hobi Bahçeleri. Türk İslam Medeniyeti Akademik Araştırmalar Dergisi, Cilt;13, Sayı:25.
- Utami, S. N. H., and Jayadi, R. (2011). Vertical gardening for vegetables. Acta Hort. 958, 195–202.
- Yaman, Ö. 2020. Sürdürülebilir Yaşam Rehberi. Ekoloji Kitapları. s.136. ISBN: 9786057764294
- Yılmaz, H.2019. Doğunun Zirvesinde Bir Başarı Hikayesi: ATAHobi Bahçesi. Plant Peyzaj ve Süs Bitkiciliği Dergisi, Sayı 31-32.
- Zaręba, A., Krzemińska, A., Kozik, R. 2021. Urban Vertical Farming as an Example of Nature-Based Solutions Supporting a Healthy Society Living in the Urban Environment. Resources 2021, 10, 109.
- Zeybek, O., Arslan, M. 2019. Ekoköylerin Kent Ölçeğinde Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma. ADÜ Ziraat Derg. 2019;16(2):135-141.



BÖLÜM 16

İZMİR KEKİĞİNDEN (ORİGANUM ONİTES L.) UÇUCU YAĞ ELDE ETME METODLARINDAN OLAN (GELENEKSEL VE GC - MS/FID) KARŞILAŞTIRILMASI

Hasan Basri KARAYEL¹

¹ Dumlupınar Üniversitesi, Gediz Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü. Kütahya/TÜRKİYE, kbasri23@hotmail.com

Giriş

Origanum türlerinin kullanımı Paleolitik çağa (MÖ 50 000 – 70 000) kadar uzanır. İlk yazılı kaynaklar Hitit tabletlerinde (MÖ 1600 – 1200) bulunmuştur. *Origanum* türleri geleneksel tıpta çeşitli hastalıkların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye’de yetişen *Origanum* türleri son yıllarda dünya pazarlarında büyük ticari önem kazanmıştır. *Origanum* türleri arasında *Origanum onites* L. yüksek kalite nedeniyle tercih edilmektedir (Altıntaş ve ark., 2013). Lamiaceae (Labiatae) familyasına bağlı olan *Origanum* türleri bakımından Türkiye zengin bir gen merkezine sahiptir. Türkiye’de 22 türe bağlı 32 çeşit *Origanum* cinsi yetişmekte olup 21’i sadece ülkemizde endemiktir. Dünyada bilinen 52 *Origanum* türünün %60’ı Türkiye’de yayılım göstermektedir. Bu da ülkemizin *Origanum* türleri bakımından ne kadar zengin bir gen merkezinin olduğunu göstermektedir (Başer, 2001). Bornova’da deneme tarlasında ekilerek elde edilen bitkilerin, uçucu yağ oranı ortalama %0,9-2,7 arasında olup tek bir bitkide %0,4-5,0 arasında bulunmuştur (Marquard ve ark., 1996). Antalya, Muğla, Aydın, Burdur yörelerinden toplanmış olan *Origanum onites* L. örneklerin uçucu yağ oranı %2,12-3,18 arasında değişim göstermektedir. Uçucu yağın ana bileşenlerinin carvacrol olduğunu ve lokasyonlara göre %30,87-84,62 aralığında değişim göstermiştir (Kaya, 1990). Kekik yağında bulunan Carvacrolun antibakteriyel ve antifungal etkilerinden dolayı yaraları hızla iyileştirdiği ve ağrı kesici özelliğinin de olduğu belirtilmiştir (Sarı ve Oğuz, 2002). Türk kekik olarak bilinen *Origanum onites* L., türü Gastrointestinal bozukluklar, diyabet, yüksek kolesterol, lösemi, bronşit vb. gibi çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde kullanılır. *O. onites*’in geleneksel kullanımı, fitokimyası ve farmakolojik alanlarında araştırılmıştır. Birkaç farklı terpenoid, triterpen sınıfı asitler, fenolik asitler, hidrokinonlar, flavonoidler, hidrokarbonlar, steroller, pigmentler, yağ asitleri, tokoferoller ve inorganik bileşikler esas olarak bu bitkinin toprak üstü kısımlarında tespit edilmiştir. Farmakolojik çalışmalar, çeşitli çözücülerden ve bireysel bileşiklerden elde edilen özütlerin antimikrobiyal, antiviral, antioksidan, böcek öldürücü, antikanser, hepatoprotektif, genotoksik, antidiyabetik, kolinesteraz inhibitörü, anti-inflamatuar, analjezik aktiviteler vb. sergilediğini ortaya koymuştur (Tepe ve ark., 2016). *Origanum onites* aroma verici, tedavi edici ve koruyucu özellikleri nedeniyle önemli tıbbi bitkilerdendir. Baharatlardan kaliteli uçucu yağ elde etmek için kurutma yöntemleri önemlidir. Bu çalışmada, farklı kurutma işlemlerinin uçucu yağ verimi, bileşimi ve antiradikal aktivite üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bitkiler güneş ışığı altında, havalandırılan gölge bir yerde ve laboratuvar tipi etüvde kurutulmuş ve Clevenger tipi aparat ile yağları ekstrakte edilmiştir. carvacrol ve timol, sırasıyla *O. onites*’in uçucu yağlarındaki ana bileşiklerdir. En yüksek yağ verimi ve en yüksek antioksidan akti-

vite değerleri gölgede kurutulmuş *Origanum* türlerinden elde edilmiş, bunu fırında kurutulmuş bitkiler izlemiştir.

O. onites için en düşük uçucu yağ verimi ve en düşük antioksidan aktivite güneşte kurutulmuş bitkilere aittir. uçucu yağ verimi, yağ bileşimi ve antioksidan aktivitesinin kurutma yönteminden büyük ölçüde etkilendiği sonucuna varılmıştır (Özdemir ve ark., 2018). Türkiye'nin kuzeybatısında yetişen *Origanum onites* L. türünden buhar distilasyonu yöntemi ile elde edilen uçucu yağlar, Agilent GC-MSD sistemi kullanılarak analiz edilmiş Uçucu yağın ana bileşeni (%64.3) carvacrol olmuştur. *O. onites* L.'nin uçucu yağının kene istilasını kontrol etmek için makul konsantrasyonlarda kullanılma potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir (Coskun ve ark., 2008). Kekik (*Origanum onites* L.), Türkiye'de yetiştirilen *Origanum* türlerinin yanı sıra doğadan en yaygın olarak toplanan türlerden biridir. Türkiye'den tüm dünyaya en çok ihraç edilen kekik türü *Origanumdur*. Eylül 2000-Ağustos 2001 tarihleri arasında Çukurova ekolojik koşullarında yetiştirilen *Origanum onites* L.'de uçucu yağ içeriğinin mevsimsel, günlük ve aylık değişkenliği incelenmiştir. Dikimden bir yıl sonra, yıl boyunca Pazartesi günleri (saat 08.00, 12.00 ve 16.00) olmak üzere her hafta günde üç kez üst sürgünlerden taze yapraklar toplanmıştır. Uçucu yağın içeriği ve bileşimi, taze yaprak örneklerinde hidrodistilasyon ile analiz edilmiştir. Uçucu yağ içeriği mevsimlere ve günün saatine göre değiştiğini. En yüksek uçucu yağ içeriği (%1.92) çiçeklenme sonrası - tohum oluşum döneminin başında, Haziran ayının ikinci yarısında (40. hafta) öğleden sonraki hasatlarda bulunmuştur. Uçucu yağ bileşimi aylık olarak değişmekte olup, uçucu yağın ana bileşeni olan carvacrolün en yüksek değeri (% 73.65) Mayıs ayında çiçeklenme döneminde elde edilmiştir (Yaldız ve ark., 2005). Dört "kekik" bitki türüne (*Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* L. ve *Satureja thymbra* L.) ait bitkiler, Yunanistan'ın Ikaria adasının doğu kesiminde yer alan 33 bölgeden çiçeklenme döneminde toplanmıştır. Doğu Ege'de Nisan, Mayıs ve Temmuz 2008'de bu çalışma yürütülmüştür. *C. capitatus* ve *O. hirtum* daha çok yüksek rakımlarda, *O. onites* ve *S. thymbra* ise daha alçak rakımlarda gözlenmiştir. Tüm türlerin mekânsal dağılımı bir CBS haritasında tasvir edilmiştir. Dört türün tamamı, daha önceki literatürde bildirilenlerden daha yüksek uçucu yağ konsantrasyonları sergilemiştir. Yani *O. onites* %3-4,3, *S. thymbra* %4-6,5, *C. capitatus* %3,7-5,6 ve *O. hirtum* %5,5-10,0 (v/ w). Carvacrol, tüm türlerin uçucu yağlarının ana bileşenydi, bunu γ -terpinen, p-simen ve karyofillen izledi, timol tespit edilmemiştir. Tüm bileşenler, en düşük varyasyonu gösteren carvacrol ile, dört tür arasında önemli ölçüde farklılık göstermiştir. *O. onites*'te carvacrol içeriği %72.3 ile %89.2 arasında değişmiştir; *S. thymbra*'da %46.5 ve %58.0; *C. capitatus*'ta %82.9 ve %90.9; ve *O. hirtum*'da %84,4 ve %93,8. Uçucu yağ bileşenleri bazında hi-

yerarşik küme analizi uygulanarak, taksonların dört alt gruba ayrılmış iki ana grubu ortaya çıkmıştır. İlk grup *O. onites* ve *S. thymbra*, ikinci grup ise *C. capitatus* ve *O. hirtum*'dan oluşturuyor (Economou ve ark., 2011). Kekik bitkisinin, ana esansiyel yağ bileşikleri olan carvacrol'un yüksek antioksidan ve diğer aktiviteleri nedeniyle geniş mutfak kullanımlarına ve endüstriyel uygulamalara sahiptir. *Origanum onites* ("Türk kekiği", "Ada kekiği" veya "Girit kekiği" olarak bilinir) başta Türkiye ve Yunanistan olmak üzere dar yayılış gösteren bir Doğu Akdeniz türüdür ve kekik ticaretinin önemli bitkilerinden biridir. Dünya çapında. Türkiye anakarasına komşu bir Yunan adası olan Sakız Adası'ndaki türlerin toplam yayılış alanına dağılmış 42 bölgeden toplanan *O. onites* bitkilerinin uçucu yağları incelenmiştir. *O. onites* ile ticari olarak önemli bir başka Doğu Akdeniz kekik bitkisi, yani *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* ("Yunan kekik" olarak bilinir). Chios'tan incelenen *O. onites* bitkilerinin belirlenen uçucu yağ verimi (3.0–7.0 mL/100 g kuru yaprak ve çiçek salkımı) ve carvacrol içeriği (%69,0–92,6) bu tür için bildirilen en yüksek değerler arasındadır. Sakız Adası kekiğinin, çevresel koşullardan etkilenmeyen, yüksek uçucu yağ verimi ve carvacrol içeriği nedeniyle endüstriyel kullanım potansiyeli yüksek değerli bir doğal kaynak olduğu sonucuna varmamızı sağlamıştır.

Ayrıca, sonuçlarımıza ve son literatüre dayanarak, *O. onites*'in *O. vulgare* subsp. *hirtum*, iki taksonun esansiyel yağındaki carvacrol, timol, borneol ve p-simen özellikle borneol nispi içeriğine dayalı olarak, parçalanmış ticari kekik ürünlerinin botanik kimliği sorgulandığında faydalı bir ayırım aracı olmuştur. (Stefanaki ve ark., 2016).

Geleneksel cihazla uçucu yağı elde edebilmek için; tencere içindeki bakır tel soğutucu suyla soğutuluyor. Soğutucu suyun tahliyesi bir hortum yardımı ile yapılıyor. Peki yağı nasıl alacağız oradan? Yağı alacağımız zaman bakır borudan gelen sıvı atık kabına alıyoruz. Yağ atık kabın üzerinde birikiyor soğuyunca yağımızı alıyoruz. Tıbbi ve aromatik bitkilerde uçucu yağların değeri gün geçtikçe daha iyi anlaşılmaya başlanmış. Bitkilerden çok uçucu yağ elde etmekten ziyade kaliteli uçucu yağ elde etmek hedefimiz olmalıdır. Geleneksel olarak geliştirmiş olduğum cihaz hem ucuz hem de kaliteli uçucu yağ elde etmektedir.

MATERYAL VE METOT

Bitki Materyali

Bu araştırma 2015 ve 2016 yıllarında Kütahya ili Çavdarhisar ilçesinde bir üretici tarlasında tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bu çalışmada kullanılan fideler Kütahya Kütaş gıda gurubu tarafında temin edilmiştir. Fidler 2015 yılı Nisan ayının ilk haftasında hazırlanan deneme alanlarına dikilmiştir. Denemelerde 40 x 30 cm dikim mesafeleri kullanılmış, Parsellerin büyüklüğü 0.4x3= 1.2

m²'dir. Her parselde 15 bitki bulunacak şekilde dikim yapılmıştır. Bloklar arası boşluk bir metre olarak belirlenmiştir. Toplam deneme sahası 140.8 m² olarak kurulmuştur. Parsellerde kayıp olan fidelerin yerine yenileri dikilmiştir. Her türe ait parsellerin ortasında yer alan bitkilerden 9'ar adet bitki etiketlenmiş, her iki senede de yapılan gözlem ve ölçümler, bu bitkiler üzerinde yapılmıştır. Dikimden hemen önce dekara yaklaşık 3.5 kg saf azot ve 9 kg saf fosfor olacak şekilde DAP gübresi ile gübrelenmiştir. Daha sonraki aşamalarda herhangi bir gübreleme yapılmamıştır. Denemede 1. yıl tesis yılı olduğu için tek biçim Ekim 2015 ayının ilk haftası yapılmıştır. 2. yıl ise ikişer biçim alınmıştır. İlk hasat tarihi 24.06.2016 tarihinde, ikinci hasat 28.10.2016 tarihinde yapılmıştır. Yabancı ota mücadele elle yapılmıştır. Sulama bitkinin isteği ve bölgenin şartları göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Hasat 10 cm toprak üstünde kesilerek yapılmıştır.

Uçucu Yağ İzolasyonu

Uçucu yağ oranını belirleyebilmek için 20 g kuru bitki numunesinin tartımı alınarak 500 ml'lik cam balona aktarılmıştır. Üzerine yaklaşık 200 ml kadar (örnek miktarına göre değişebilir, yaklaşık 10 kat) saf su eklenip iyice çalkalama işlemi yapılmıştır. Yaklaşık iki saat boyunca hidrodestilasyon işlemine tabi tutularak uçucu yağın elde edilmesi sağlanmıştır. Sistem soğuduktan sonra dereceli kısımda toplanan uçucu yağ ve suyun faz farkından yararlanılarak uçucu yağ miktarı ml cinsinden belirlenmiştir. Daha öncesinden tartımı alınan örnek miktarına (g) göre 100 g örnekte yer alan uçucu yağ oranı (%) olarak hesaplanmıştır (Tabanca ve ark., 2006).

Uçucu Yağ Kompozisyonunun GC-MS ile Belirlenmesi

Uçucu yağ numuneleri 1:100 oranında hekzan ile seyreltildikten sonra Gaz kromatografisi (Agilent 7890A) cihazına enjeksiyon hacmi 1 µl olacak şekilde 40:1 split oranı ile enjekte edilmiştir. Uçucu yağ bileşenlerinin ayrılması için kapiler kolon (HP InnnowaxCapillary; 60.0 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılmıştır. Kolon, sonunda bir ayraç (splitter) yardımıyla FID ve kütle spektrometresi dedektörüne (Agilent 5975C) giden akış 1:1 oranında olacak şekilde ikiye bölünmüştür. Analizde hareketli faz olarak 0.8 ml/dk akış hızına sahip helyum gazı kullanılmıştır. Enjektör sıcaklığı 250°C'de sabit tutulmuştur, kolon sıcaklık programı başlangıçta 60°C'de 10 dakika bekletme, 60°C'den 220°C'ye 4°C/dakika (40 dakika) artarak ve 220°C'de 10 dakika bekletme sonucunda toplamda 60 dakika olacak şekilde oluşturulmuştur. Kütle detektörü için kullanılan tarama aralığı (m/z) 35-450 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı için uygulanan iyonizasyon enerjisi 70 eV'dir. Uçucu yağın bileşenlerinin tanımlamasını yapabilmek için OIL ADAMS, WILEY ve NIST kütüphanelerinin verileri kullanılmıştır (Özek ve ark., 2010).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada incelenen *Origanum onites* L. türünün uçucu yağ oranı ve kompozisyonunun elde etme metodlarına göre değişimi; hidrodestilasyon yöntemiyle elde edilen, uçucu yağ oranı %3,15 (Çizelge 1) olarak, geleneksel cihaz ile yapılan analiz sonucunda, uçucu yağ oranı %0,06 olarak (Çizelge.2.) ölçülmüştür. *Origanum onites* L.'in toprak üstü organlarından hidrodestilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağın analizinde 18 bileşen, geleneksel cihaz ile yapılan analiz sonucunda 9 bileşen tanımlanmıştır. Bu iki yöntemden de bileşenler toplam yağın %100'lük kısmını oluşturmuştur. Hidrodestilasyon yöntemiyle elde edilen, uçucu yağ oranı %3,15 olarak, daha yüksek bulunmuştur. Uçucu yağda ana bileşen (Çizelge 1) olarak, carvacrol %76,11, γ -terpinene %5,80, o-cymene %4,90, linalool %2,25, thymol %0,32 olarak tespit edilmiştir. Geleneksel cihaz ile yapılan analiz sonucunda uçucu yağda ana bileşen (Çizelge 2) olarak, carvacrol %94,00, terpinen-4-ol %1,38, borneol %1,26, thymol %1,17 olarak tespit edilmiştir. Geleneksel cihaz ile elde edilen uçucu yağ oranı az ama daha kalitelidir. Türk *Origanum* türleri arasında endemizm oranı %60'ın üzerindedir ve bu yüksek oran, *Origanumis* Türkiye'nin gen merkezinin olduğunu düşündürmektedir (Baser, 2002). Türkiye, kekik ticaretinde lider ülkedir. Dünyaya ihracatı son yıllarda 8000 tonun üzerine ve 15 milyon ABD Doları'na ulaşmıştır (Baser, 2002). İzmir uçucu yağ oranını ilk yıl %2,36 – %3,11 arasında belirlemiştir (Bayram ve ark.,1999). Göller Yöresinden toplanan İzmir Kekiki örneklerinde uçucu yağ oranını %1,3-3,7 arasında bulmuştur (Baydar ve ark., 2009). İzmir, Muğla ve Antalya yöresinden toplanan *Origanum onites* popülasyonlarında uçucu yağ oranının %2,61 – 5,12 arasında değiştiğini bildirmişlerdir (Ceylan ve ark.,1999). Oflaz ve diğerleri (2002), yağın carvacrol içeriğinin %0.9 ile %80 arasında, timol içeriğinin ise %0.5 ile %21 arasında değiştiğini bildirmiştir. Batı Anadolu'da doğal floradan topladıkları *Origanum onites* popülasyonlarını kültüre almışlar ve uçucu yağ içeriğini ortalama %0.9 – 2.7 arasında saptamışlardır (Marguard ve ark., 1996). *Origanum onites* L. uçucu yağ oranı üzerinde yürüttüğü araştırmada drog yaprakta carvacrol oranını %67,83 olarak belirtmiştir (Kırman,1993). Isparta ekolojik koşullarında kültüre alınan İzmir kekikinde carvacrol oranı % 54,81-72,43 aralığında değişim göstermiştir (Baydar, 2002). Doğal kaynakların korunması ve yüksek standart ve kalitede üretim için kekik ekimine başlanmış ve son yıllarda hızla yayılmıştır. Kekik, Türkiye'de ağırlıklı olarak uçucu yağlar, baharatlar, bitki çayları, halk ilaçları ve içeceklerin üretiminde kullanılmaktadır (Kitiki, 2005).

(Kızıl ve ark., 2008), *O. onites* uçucu yağlarının karvakrol için %42.12 ila %57.0, timol için %13.21 ila %21.88 ve linalool için %8.23 ila %20.28 arasında değiştiğini göstermiştir. (Oflaz ve ark., 2002), kekik

yağının ter-pinen içeriğinin %0.1 - %4.8, p-simen içeriğinin %0.1 - %4.8 ve linalool içeriğinin %0.2 - %90.3 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, kekik otunun doğadan aşırı hasat edilmesi, son yıllarda *Origanum* türlerinin neslinin tükenme tehdidi ile sonuçlanmıştır (Baydar ve ark., 2005). (Yaldız ve ark., 2005) ayrıca γ -terpinen ve linalool'un %2.95 ile %9.43 ve %2.43 ile %17.51 arasında değiştiğini bildirmiştir. Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesinde yetişen *O.onitler*, temel bileşenler olarak timol, p-simen ve γ -terpinen'i takiben karvakrol ile uçucu yağları biyosentezlemiştir. En yüksek carvacrol içeriği (%52.58) çiçeklenme öncesi evrelerde 10:00'dan itibaren, en yüksek timol içeriği ise %23.77 ile çiçeklenme öncesi evrelerde 24:00'den itibaren elde edilmiştir (Toncer ve ark., 2009). Yaygın olarak baharat olarak kullanılan *Origanum onites*, güney ve güneydoğu Yunanistan'da, özellikle friganik ekosistemlerde yabancı olarak yetişir. Bu ekosistemlerin diğer odunsu bitkileri gibi, yaz kuraklığına uyum sağlamak için mevsimsel dimorfizm ile karakterizedir. Yunanistan'daki menzili tanımlanmış ve uçucu yağının özellikleri incelenmiştir. Hem morfolojik hem de kimyasal açıdan oldukça kararlı bir tür gibi görünüyor. İncelenen tüm popülasyonlardan elde edilen uçucu yağdaki yüksek verim ve yüksek carvacrol içeriği, daha fazla kârlı kullanım olasılığını ortaya koymaktadır (Vokou ve ark., 1988). Bitkilerde uçucu yağ bileşimi, ontogenetik ve günlük değişkenlik açısından büyüme bölgesi ve hasat zamanı tarafından belirlenen genetik ve çevresel koşullardan etkilenmiştir. Bu çalışmada, *Origanum onites*'in toprak üstü kısımları üç farklı gelişme evresinde (çiçeklenme öncesi, çiçeklenme sonrası ve çiçeklenme sonrası) ve günün altı farklı zamanında (06:00, 10:00, 12:00, 16:00, 20) hasat edilmiştir. :00 ve 24:00 s). GC-MS ile toplam yirmi altı bileşen tanımlandı, Ana bileşen carvacrol, ardından timol, p-simen ve a-terpinendi. Uçucu yağdaki carvacrol içeriği %24.66 ile %52.58 arasında değişmekte olup, en yüksek carvacrol içeriği çiçeklenme öncesi aşamalarda 10:00'dan itibaren elde edilmiştir, timol içeriği %2.80 ile %23.77 arasında değişmiştir ve en yüksek timol içeriği de 24 saat sonra elde edilmiştir (Toncer ve ark., 2009). *Origanum onites* L.'nin (Lamiaceae) hidrodistilasyonu ile elde edilen uçucu yağ bileşenlerinde, toplam 65 bileşik tespit edildi, bunlardan 49'u (toplam yağın yaklaşık %98'ini temsil ediyor) tamamen tanımlandı. Ana bileşenler carvacrol (%61.7), γ -terpinen (%6.2) ve β -bisabolen (%5.7) idi. Bileşiklerin tanımlanması, alıkonma sürelerine, MS verilerine ve otantik numunelerle karşılaştırmaya dayanıyordu (Ruberto ve ark., 1993).

Çizelge.1. Origanum onites L. türünün Uçucu Yağ Kompozisyonunun GC-MS ile Belirlenmesi

Uçucu Yağ Bileşimi Tayini (%)					Uçucu Yağ oranı %3,15
No	Bileşen adı	Bileşen miktarı (%)	No	Bileşen adı	Bileşen miktarı (%)
1	α -Pinene	0,44±0,020	11	α -Terpineol	0,27±0,01
2	α -Thujene	0,42±0,0208	12	Borneol	1,21±0,01
3	β -Myrcene	1,34±0,0251	13	β -Bisabolene	1,76±0,0152
4	α - Terpinene	1,36±0,0152	14	Carvacrol acetate	0,32±0,0152
5	γ - Terpinene	5,80±0,0251	15	Caryophyllene oxide	0,33±0,02
6	o-Cymene	4,90±0,0251	16	Thymol	0,32±0,01
7	Linalool L	2,25±0,02	17	Tau-cadinol	0,40±0,0208
8	Linalool propanoate	0,37±0,02	18	Carvacrol	76,11±0,0251
9	Terpinen-4-ol	1,69±0,02			
10	β -caryophyllene	0,71±0,0152			

Çizelge.2. Origanum onites L. türünün Uçucu Yağ Kompozisyonunun Geleneksel cihaz ile Belirlenmesi

Uçucu Yağ Bileşimi Tayini (%)					Uçucu Yağ oranı %0,06
No	Bileşen adı	Bileşen miktarı (%)	No	Bileşen adı	Bileşen miktarı (%)
1	Cymene	0,80±0,01	6	Borneol	1,26±0,015
2	1-octen-3-ol	0,22±0,015	7	β -bisabolene	0,16±0,015
3	Linalool	0,56±0,02	8	Thymol	1,17±0,0152
4	Terpinen-4-ol	1,38±0,0152	9	Carvacrol	94,00±0,01
5	α -terpineol	0,45±0,0208			

Geleneksel cihaz ile yapılan analiz sonucunda, uçucu yağ ana bileşenlerinden carvacrol oranı (%94,00) diğer çalışmalarda elde edilen değerlerde yüksek bulunmuştur.

Sonuç

Geleneksel cihaz ile elde edilen uçucu yağ oranı az ama kalitelidir. İzmir kekiğinde GC_MS/FID ile yapılan analizde carvacrol %76,11, thymol %0,32 olarak bulunmuştur, geleneksel cihazla yapılan ölçümlerde ise carvacrol %94,00, thymol %1,17 olarak bulunmuştur. Kekikte çok önemli olan bu iki ana bileşen, geleneksel cihazla elde edildiğinde daha yüksek çıkmıştır. Uçucu yağ ana bileşenleri diğer çalışmalara ve cihazlara göre farklılıklar göstermiştir. Başka bir deyişle; geleneksel sistemle elde edilen uçucu yağ oranı diğer sistemlerden daha az olarak elde ediliyor. Âmâ elde edilen yağ kalitelidir. Bu uçucu yağın kaliteli olduğunu laboratuvar ortamında yaptığımız analizlerle tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- A. Altıntaş, N. Tabanca, E. Tyihák, P. G. Ott, A. M. Móricz, E. Mincsovcics, D. E. Wedge, J. AOAC Int. 2013, 96, 1200.
- Başer, K.H.C; Her Derde Deva Bitki Kekik. Bilim ve Teknik, Mayıs. 2001,74-77.
- Baser KHC, Aromatic biodiversity among the flowering taxa of Turkey. Pure Appl Chem74:527 – 545 (2002).
- Baser KHC, The Turkish *Origanum species*, in *Oregano: The Genera Origanum and Lippia*, ed. by Kintzios SE. CRC Press, Boca Raton, FL(2002). pp. 109 – 117.
- Baydar, H; Isparta koşullarında İzmir kekiğinin (*Origanum onites* L.) verimi ve uçucu yağ kalitesi üzerine araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.2002. 6: 2, 17-24.
- Baydar H, Karadogan T and Ozcelik H, Essential oils of *Origanum, Thymus, Satureja* and *Thym* braspecies growing wild in Lakesregion in Turkey, in 36th International Symposium on Essential Oils, Budapest, Hungary 5 – 7 September (2005).
- Baydar, H; Doğan, T.K; Özçelik, H; Göller Yöresinde Yayılış Gösteren Kekik (*Origanum, Thmus, Satureja ve Thymbra* sp.) Türler'inin Belirlenmesi ve Uçucu Yağ Özelliklerinin Saptanması, Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim 2009, Hatay
- Bayram, E; Green, H; Ceylan, A; Özay, N; İzmir Kekigi (*Origanum Onites* L.)'nde Farklı Biçim Yüksekliğinin Verim Ve Kaliteye Etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım, Adana.1999. 222-226.
- Ceylan, A; Bayram, E; Geren, H; İzmir Kekigi (*Origanum onites* L.) Islahında Geliştirilen Klonların Agronomik Ve Kalite Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Tr. Journal Of Agriculture And Forestry.1999. 23: Ek Sayısı 5, 1163-168.
- Coskun, S., Girisgin, O., Kürkcüoğlu, M., Malyer, H., Girisgin, A. O., Kırımer, N., & Baser, K. H. (2008). Acaricidal efficacy of *Origanum onites* L. essential oil against *Rhipicephalus turanicus* (Ixodidae). Parasitology research, 103(2), 259-261.
- Economou, G., Panagopoulos, G., Tarantilis, P., Kalivas, D., Kotoulas, V., Travlos, I. S., ... & Karamanos, A. (2011). Variability in essential oil content and composition of *Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* (L.) and *Satureja thymbra* L. populations from the Greek island Ikaria. Industrial Crops and Products, 33(1), 236-241.
- Kaya, N; Değişik Yöre Yabani Kekiklerinde (*Origanum Onites* L.) Bazı Kalite Kriterler Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.1990. 27(2):11-24
- Kırman, H; Geliştirilmiş izmir kekiği (*Origanum onites* L.) hatlarının bazı

agronomik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırma. T.C. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. 10.3100.0000.107. Yüksek Lisans Tezi.1993.

- Kitiki A, Status of cultivation and use of Oregano in Turkey, in *Oregano: Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano*, ed. by Padulosi S, Valenzano, Italy, 8 – 12 May. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops No. 14, IPGRI Rome (1997). pp. 122 – 132.
- Kizil, S, A. Ipek, N. Arslan and K. M. Khawar (2008). Effect of different developing stages on some agronomical characteristics and essential oil composition of oregano (*Origanum onites*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 36(1):71-76.
- Marquard, R; Ceylan, A; Bayram, E; Muller, T; Otan, H; Contents And Composition Of Essential Oils Of *Origanum* From Turkish Wild Collections. *Zeitschrift Fur Arznei And Gewurzpflanzen*. 1996, 1:3, 34-137. Germany.
- Ruberto, G., Biondi, D., Meli, R., & Piattelli, M. (1993). Volatile flavour components of Sicilian *Origanum onites* L. *Flavour and fragrance journal*, 8(4), 197-200.
- Sarı, A.O; Oğuz, B; Kekik Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayın No:108 İzmir.2002.
- Stefanaki, A., Cook, C. M., Lanaras, T., & Kokkini, S. (2016). The Oregano plants of Chios Island (Greece): Essential oils of *Origanum onites* L. growing wild in different habitats. *Industrial Crops and Products*, 82, 107-113.
- Oflaz, S., M. Kurkcuoglu and K. H. C. Baser (2002). Pharmacognostic studies on *Origanum onites* ve *Origanum vulgare* Subsp. *Hirtum*. *Proceedings of 14th International Symposium Plant Originated Crude Drugs*, 29-31 May 2002, Eskişehir Publication Date On Web: June 2004 (In Turkish).
- Ozdemir, N., Ozgen, Y., Kiralan, M., Bayrak, A., Arslan, N., & Ramadan, M. F. (2018). Effect of different drying methods on the essential oil yield, composition and antioxidant activity of *Origanum vulgare* L. and *Origanum onites* L. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(2), 820-825.
- Özek T, Tabanca N, Demirci F, Wedge DE, Başer KHC. 2010. Enantiomeric Distribution of Some Linalool Containing Essential Oils and Their Biological Activities. *Rec. Nat. Prod.* 4 (4) :180-192.
- Vokou, D., Kokkini, S., & Bessiere, J. M. (1988). *Origanum onites* (Lamiaceae) in Greece: distribution, volatile oil yield, and composition. *Economic Botany*, 42(3), 407-412.
- Yaldiz, G, N. Sekeroglu., M. Ozgüven, M. Kirpik (2005). Seasonal and diurnal variability of essential oil and its components in *Origanum onites* L. grown in the ecological conditions of Cukurova. *Grasas y Aceites*. 56(4):254-258.

- Tabanca N, Demirci B, Ozek T, Kirimer N, Başer KHC, Bedir E, Ikhlas AK, Wedge DE. 2006. Gaschromatographic massspectrometricanalysis of Essential Oils From Pimpinellas Peciesgathered From Central and Northern-Turkey. *Journal of Chromatography A*, 1117 (2): 194–205.
- Tepe, B., Cakir, A., & Sihoglu Tepe, A. (2016). Medicinal uses, phytochemistry, and pharmacology of *Origanum onites* (L.): A Review. *Chemistry & Biodiversity*, 13(5), 504-520.
- Toncer, O., Karaman, S., KIZIL, S., & Diraz, E. (2009). Changes in essential oil composition of oregano (*Origanum onites* L.) due to diurnal variations at different development stages. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37(2), 177-181.



BÖLÜM 17

MAYDANOZ ÜRETİMİ

Turgay Kabay¹

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Erciş Meslek Yüksekokulu, Van, Türkiye, turgay-kabay@gmail.com, Orcid:<https://orcid.org/0000-0002-3239-0037>

GİRİŞ

Anavatani Akdeniz ülkeleri olan maydanoz (*Petroselinum crispum* Mill. (syn. *P. hortense*)) dünyanın her yerinde üretimi yapılan bir sebzedir. Dünyada birçok çeşidi olan maydanoz iki gruba ayrılmaktadır (Vural ve ark. 2000; Eşiyok 2012).

Petroselinum crispum (Mil.) var. *Neapolitanum* Danert: Yaprakları tüketilen maydanozdur

Yaprakları ince yapılı olandan hafif kalın olan yapıya kadar değişmektedir. Yaprak kenarları, kıvrırcık, düz, geniş, girintisi az veya fazla olan birçok çeşidi mevcuttur.

Düz ve kıvrırcık yapraklı maydanoz çeşitleri mevcuttur, Ülkemizde daha çok düz ve kıvrımlı olan maydanoz çeşidi tercih edilmekte olup üretimi çok yaygındır (Günay 1992; Vural ve ark. 2000; Charles 2012; Eşiyok 2012; Farzaei ve ark 2013; Kubar ve ark. 2020).



Şekil 1: Kıvrımlı maydanoz (Anonim 1, 2022)

Kıvrımlı maydanoz, ülkemizde üretimi yapılan maydanoz türüdür. Ülkemizde en çok Marmara, Ege ve Akdeniz bölgesinde ticari olarak yapılmaktadır. Diğer bölgelerimizde de pazara yönelik ve aile ihtiyacını karşılayacak düzeyde üretimi yapılmaktadır. İtalya maydanozu olarak bilinen çeşitleri de bulunmaktadır (Şekil 1, 2022).



Şekil 2. Kıvrımlı maydanoz (Anonim 1, 2022)

Bu maydanoz daha çok ABD, İtalya ve çevresin de yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemiz nadir olarak görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 3. Geniş yapraklı maydanoz (Anonim 1, 2022)

Koyu yeşil renkli ve geniş yapraklı ve aroması diğer türlerden biraz fazladır. Ülkemizde de rastlanmaktadır (Şekil 3).



Şekil 4. İnce yapraklı maydanoz (Anonim 1, 2022)

İnce yapraklı maydanoz parçalı ve kıvrımlı olup, iklimi ılıman yerlerde daha çok yetişmektedir. Ülkemizde de üretimi yapılmaktadır (Şekil 4).



Şekil 5. Fransa maydanozu (Anonim 1, 2022)

Fransa ve çevresinde üretimi yapılan çeşittir. Kendine özgü aroması vardır Yaprakları ince hafif dalgalı ve kıvrımlı olup hafif koyu renklidir (Şekil 5).



Şekil 6. Çin maydanozu (Anonim 1, 2022)

Çin ve çevresinde daha yoğun üretimi yapılmaktadır. Yaprakları parçalı ve kıvrımlı hafif düz dür. Hafif koyu yeşildir (Şekil 6).



Şekil 7. Düz yapraklı F1 maydanoz çeşidi (Anonim 1, 2022)

Kıvrımlı ve düz yapraklıdır. Verimi yüksek olup hasat edildikçe hızlı çoğalıp büyüyen çeşit olduğu için, uzun süre verim alınır (Şekil 7).



Şekil 8. Kıvrırcık yapraklı maydanoz çeşidi (Anonim 1, 2022)

Kıvrımlı ve kıvrırcık yapraklıdır. Verimi yüksek olup hasat edildikçe hızlı çoğalıp büyüyen çeşit olduğu için, uzun süre verim alınır (Şekil 8).



Şekil 9 Kıvrırcık ve kıvrımlı maydanoz (Anonim 1, 2022)

Yaprakları koyu yeşil kıvrırcık ve kıvrımlıdır. Güney Amerika ile ABD çevresinde görülen çeşittir (Şekil 9).

Petriselinum crispum (Mil.) var. tuberosum Crow: Yaprığı ince ve kıvrımlıdır. Sap kısmı kök kısmına gidildikçe kalınlaşır. Kökü ve yaprağı yenilen maydanozdur (Günay 1992; Vural ve ark. 2000; Charles 2012; Eşiyok 2012; Farzaei ve ark 2013; Kubar ve ark. 2020).

Kök yapısı, havuç' un kök yapısıyla benzerdir. Havuç yumrusu şeklinde biraz daha kalın olup, yumrunun üzerinde ve yumrunun alt sivri kısmında kılcal kökler mevcuttur. Yaprığı da yenilen ancak kökleri daha çok tüketilen maydanoz çeşididir. Amerika Birleşik Devleti ve yakın bölgelerde tüketimi fazladır. Ülkemizde yok denecek kadar azdır (Şekil 10).



Şekil 10 Kök Maydanoz (Anonim 1, 2022)

Ülkemizdeki maydanozlar genellikle, yaprakları düz ve kıvrıkcık, kıvrımlı ile aşırı kıvrıkcık-kıvrımlı çeşitlere kadar çeşitleri mevcuttur. İklimi ılıman olan yerlerdeki türler genellikle ince yapraklı çeşitleri yaygındır. Kıvrım sayısı çeşide göre değişmekle birlikte parçalı şekilde 2 ile 5 parçalı olarak değişmektedir. Maydanoz sapları, başlangıçta ince olup daha sonraki dönemlerde ve çiçek açmaya kadarki döneme gittikçe kalınlaşır. Sapları 20 cm den 100 cm' ye kadar uzamaktadır.

Çiçekleri 5 adet sarı taç yapraklı olup, 5 adet yeşil çanak yapraklar ve şemsiye şeklindeki çiçek sapları ile birlikte yeşilimsi sarı şemsiye şeklinde görülmektedir. Çiçekler erselik çiçek yapısında olup 5 erkek organ ve 1 dişi organ vardır (Günay 1992; Vural ve ark. 2000; Charles 2012; Eşiyok 2012; Farzaei ve ark 2013; Kubar ve ark. 2020).



Şekil 11 Maydanoz çiçeklerinin görüntüsü (Orijinal)

Tohumları çok hafif ve kıvrımlı oval şeklinde olup sarımsı ve yeşilimsi gri veya çizgili tam gri renklere sahiptir. Tohum 1-2 mm genişlik ve 2-4 mm uzunluğundadır. Maydanoz tohumları 20-25 °C sıcaklık ve % 70 nem de 15-20 günde çimlenmeye başlar sıcaklık ve nem düştükçe 25-30 gün' e kadar çimlenme biter (Günay 1992; Vural ve ark. 2000; Charles 2012; Eşiyok 2012; Farzaei ve ark 2013; Kubar ve ark. 2020).



Şekil 12 Maydanoz tohumu (Orijinal)

Maydanoz taze ve kuru tüketim olarak, salata veya yemeklerde çok eski yıllardan beri kullanılmaktadır. Kaynatılarak ve ya sıcak suda bekletilerek suyunun içilmesi halk arasında yaygındır. Özellikle farmakoloji de ve kozmetik sektöründe kullanılması yaygındır.

Maydanoz A, C, K vitamini bakımından çok zengindir, iyi bir anti-oksidadttır. Tıp alanında ve halk arasında birçok rahatsızlığın tedavisinde (gribal enfeksiyon, göz, midde, kalp ve iltihap sökücü) kullanılmaktadır (Anonim 2).

Maydanoz bağışıklık sistemini güçlendirmesi nedeniyle dünyada ve ülkemizde yetiştiriciliği daha da artmıştır. Maydanoz üreticilerine ek olarak son yıllarda salgın hastalık nedeniyle, kendi ev ihtiyacını karşılamak amacıyla evlerinin salonunda ve balkonunda saksı veya kasalarda maydanoz üretimi de artmıştır. Maydanoz üreticilerine son yıllarda evlerin salonlarında ve balkonlarında maydanoz üreticileri de eklendiğinde, maydanoz üreticilerinin arttığı görülmektedir. Salon ve balkon sebzeçiliği dediğimiz üretim işletmesi her yıl artmaktadır. Bu işletme şeklinde amaç hobi olarak ailenin ihtiyacını gidermektir. Ticari olarak ise bahçe veya tarla gibi büyük alanlarda yapılan üretimdir. Bu üretimde ise amaç pazarın maydanoz ihtiyacını karşılamaktır.

ÜRETİMİ

Maydanoz, ülkemizin birçok yerinde tarlada, bahçede, meyve ağaçlarının arasında, evlerin salon ve balkonlarında, ticari ve hobi amaçlı olarak üretilmektedir.

Üretim Ortamının Hazırlığı ve Gübreleme

Maydanozun ticari amaçlı üretimi, bir dekar ve daha büyük alanlarda makinalı tarım şeklinde yapılmaktadır. Bu üretim şeklinde, taze maydanoz şeklinde veya tohumluk olarak pazara sunmak, amacıyla üretilmektedir.

Tohum ekiminden önce toprak hazırlığı yapılmaktadır. Tohum ekim yapılacak toprağın özelliğine bağlı olarak dönüme ortalama 3 ton veya ağır yapılı topraklarda ise dönüme 5 ton organik madde olarak yanmış ahır gübresi veya torf atılmalıdır. Çünkü tohum çimlenme ve sağlıklı bitki üretimi ve kök maydanozlarının düzgün bir kök oluşumu için, organik maddenin miktarının iyi olması gereklidir. Ülkemizde çiftlik gübresi temini daha kolay ve ucuz olduğu için tercih edilmektedir. Çiftlik gübresi atıldıktan sonra pullukla karıştırılır. Üç veya beş gün sonra kazayağı ile büyük toprak parçalarını ve taban sertliği kırılmış olur. Daha sonra traktör çapasıyla tarla toprağı düzgün (taban çekme yapılı) hale getirilir. Tohum ekim tarlası kötü değilse ve yabancı ot yok denecek kadar az ise sadece traktör çapasıyla sürülmesi yeterli olmaktadır. Sürüm bittikten sonra yabancı ot ilacı atılır ve kimyasal gübrelerden özellikle tercih, kompoze yani makro ve mikro gübrenin atılmasıdır. Ancak üreticiler dönüme (dekar) 15 - 25 kg di amonyum fosfat (DAP) veya triple süper fosfat (TSP) gübrelerini kullanarak iyi sonuç almaktadır. Gübreleme işleminden sonra maydanoz tohumu ekimi yapılır.

Küçük alanlarda, yani 500 m² den az olan alanlarda ve makinalı tarımın uygulanmadığı ancak el çapa makinası, bel ve küreklerle toprak işleme işlemi yapılmaktadır. Toprak el çapa makinesi veya bel kürekleriyle toprak karıştırılır veya ters yüz edilir. Daha sonra tohum ekimi yapılacak toprak, tırmık ile tohum ekimine hazır hale getirilip gübreleme yapılır.

Evlerin Salon ve Balkonlarında Maydanoz Üretimi

Son yıllarda giderek yaygınlaşan ve salgın hastalıkla birlikte daha da yaygınlaşan ve önemli hale gelen gelen salon ve balkon yetiştiriciliği. Evlerin salonlarında ve balkonlarında üretimi yapılan maydanoz, iki şekilde yapılmaktadır. Topraklı ve topraksız üretim.

Topraklı üretim

Toprak, çiftlik gübresi veya torf gibi organik madde + perlit, pomza veya kum belli oranlarda karıştırılır. En ideal karışım 1:1:1 oranında karıştırılmasıdır. Oluşan bahçe harcı karışımına, kompoze gübrenin uygulanması en iyi sonucu vermektedir. Kompoze gübre firmaların, bazı makro ve mikro besin elementlerini belli oranlarda karıştırmasıdır. Bu nedenle kompoze gübre firmalarının tavsiye ettikleri uygulama doz ve zamanlarına uymak üreticilerin faydasına olacaktır.

Hazırlanan bahçe harcı üretim kasalarına, saksılara veya üretim yapılacak özel yapılara (saklama kabı, üretim havuzu, gibi 10-20 cm derinliğe sahip en az 20-30 cm genişliğe sahip plastik, ahşap veya betondan yapılan yapılar veya kasalar) doldurulur. Bahçe harcının doldurulduğu yapılara tohumların ekimi serpmeye şeklinde veya sıra arası 20-25 cm sıra üzeri 10-15 cm olacak şekilde tohum ekimi, yaklaşık 8 mm - 1 cm derine yapılır. Ekilen tohumlar süzgeçli kova veya su püskürtücülerle sulama yapılır.

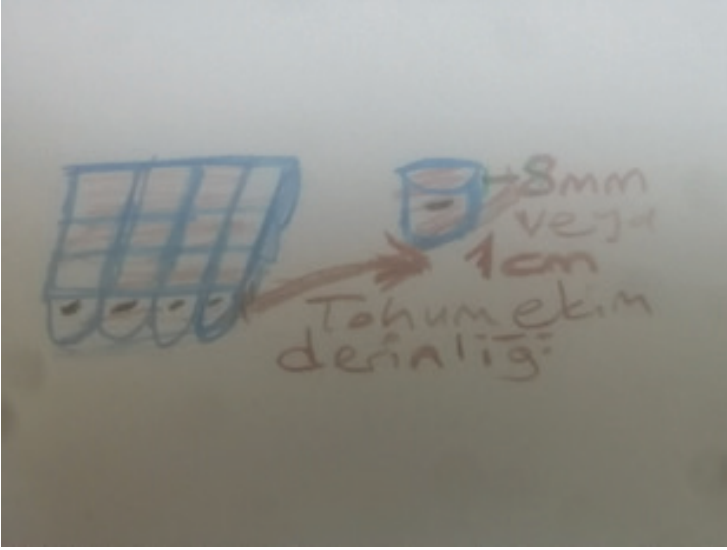
Topraksız üretim

Topraksız sebze üretiminde üretim ortamında toprak bulunmamaktadır. Maydanoz tohumları torf + perlit ortamına veya kaya yünü, cam yünü dediğimiz katı ortama tohum ekimi ile yapılmaktadır. Katı ortamlardan torf + perlit karışımına direk tohum ekimi yapılır veya hazırlanan fideler dikilir. Cam yünü ve kaya yünü gibi ortamlara tohum ekim işlemi yerine, fide dikimi daha iyi sonuç vermektedir. Toprak olmadığı için besin çözeltisi hazırlanarak sulama suyu ile birlikte bitkilere verilir. Besin çözeltisi firmalar tarafından pazara sunulan A ve B çözeltisi kullanıldığı gibi besin çözeltilerini kendi imkanları ile kimyasallardan hesaplama yapılarakta hazırlanır. Besin çözeltisi hazırlamada hesaplama yöntemini genellikle araştırmacılar tercih etmektedir. Üreticiler çoğunlukla tanınan firmalardan hazır besin çözeltisi almaktadır.

Maydanoz Fidesi Üretimi

Maydanoz fidesi, genellikle küçük alanlarda üretim için kullanılır. Maydanoz üretiminde 1 dekarın üzerindeki alanlarda genellikle tohumların direk üretim alanına ekilmesiyle yapılır.

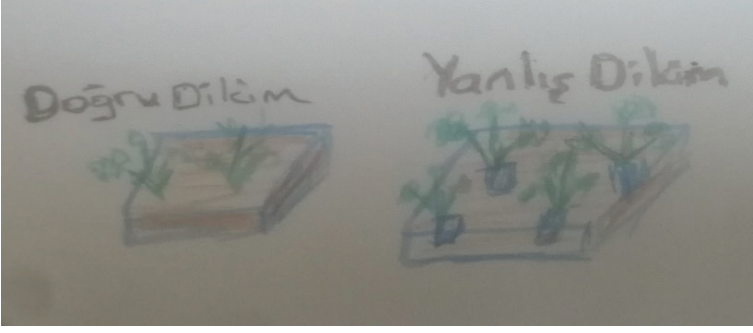
Fide üretiminde genellikle hastalık, zararlı ve yabancı ot önlemlerinin alınması için, torf ve perlit karışımı olan hazır ortamlar kullanılır. Torf ve perlit 2 torf, 1 perlit veya 1:1 oranında torf perlit ortamları karıştırılarak viyollere veya tüplere doldurulur. Harç doldurulan viyol ve tüplere yaklaşık 8 mm - 1 cm derine, 1 veya 2 adet maydanoz tohumu ekilir (Şekil 13). Ekilen tohumlar 35- 45 günde dikime hazır fide haline gelir. Fide ile üretimin asıl amacı, tohum israfını önlemek ve üretim yapılacak alana topraklı fide dikerek sağlıklı bitki üretmektir.



Şekil 13: Viyol ve tüp'e tohum ekimi (Orijinal resim)

Dikime hazır hale gelmiş maydanoz fideleri şekil 14' de ki gibi kök boğazı, toprağın veya dikim yapılacak olan ortamın yüzey hizasında olup, kök kısmının tamamen toprağın veya dikim yapılan ortamın içinde kalacak şekilde fide dikimi yapılır.

Dikim yapılan fidelerin kök boğazı kısmının, toprak veya dikim yapılan ortamın yüzey kısmından üstte kalmamasına dikkat edilmelidir. Kök kısmının belli bir miktarı ile birlikte kök boğazı dikim yapılan ortamın yüzeyinin üstünde kalırsa bu yanlış fide dikimidir. Bu şekil fide dikimlerinde kökler toprağa veya dikim ortamına tam yerleşmediği için düzgün kök oluşumunu sağlayamayacaktır, bu nedenle bu gibi dikilen fideler, sulama suyu veya esen rüzgarlarla devrilerek zarar oluşacaktır. (Şekil 14).



Şekil 14: Maydanoz fidelerinin, doğru ve yanlış dikim şekli (Orijinal resim)



Şekil 15 Dikime hazır haline gelen maydanoz fideleri (Anonim 3, 2022)

Tohum ve Tohum Ekimi

Tohumları çok hafif ve kıvrımlı oval şeklinde olup sarımsı ve yeşilimsi gri veya çizgili tam gri renklere sahiptir. Tohum 1-2 mm genişlik ve 2-4 mm uzunluğundadır. Maydanoz tohumları 20-25 °C sıcaklık ve % 70 nem de 15-20 günde çimlenmeye başlar sıcaklık ve nem düştükçe 25-30 gün' e kadar çimlenme biter (Vural ve ark. 2000; Eşiyok 2012).

Maydanoz üretimi, bir dönüm (dekar) ve üzerinde ki alanlarda, tohumlar serpme veya mibzerle ekilmektedir (Şekil 16). Üreticiler, genelde tohum ekiminde tohum israfını ve düzensiz çıkışları önlemek amacıyla, mibzerle ekimi tercih etmektedir. Tohum ekiminde genellikle sıra arası 20 cm ve sıra üzeri 15-20 cm bitkilerin daha iyi gelişmesine neden olmaktadır.

Serpme maydanoz tohumu ekiminde ise sıra arası ve sıra üzeri mesafe gözetilmeden tohumlar serpilerek ekilir. Bu yöntemde ise dönüme daha fazla tohum harcanmaktadır. Serpilene tohumların çıkışı ise düzensiz olmaktadır.



Şekil 16. Mibzerle tohum ekimi (Anonim 4, 2022)

Küçük alanlar da ise tohum ekimi el mibzeri ile veya serpme tohum ekimi yapılır (şekil 17). Bunun yanında bazı üreticiler ise makine kullanmadan elle serpme yapmaktadır.



Şekil 17 El mibzeri veya tohum ekim makinası (Anonim 5, 2022)



Şekil 18 Serme tohum ekimi yapılmış maydanoz alanı (Orijinal)

Sulama

Maydanoz tohumları ekiminden sonra yağmurlama sulama veya sisleme şeklinde sulama yapılması daha uygundur (Şekil 19). Salma sulama sisteminde ekilen tohumların taşınma veya derine gitme gibi nedenlerden dolayı tohum çıkışlarında düşüşler meydana gelmektedir. Salma sulamanın diğer bir olumsuz tarafı ise su israfı ve toprakta besin elementleri kayıplarına neden olmaktadır.

500 m² den küçük alanlarda, küçük fiskiye sistemiyle yağmurlama veya sisleme şeklinde sulama işlemi yapılır. Bu sulama şekline ek olarak, kasalarda veya saksılarda olduğu gibi süzgeçli hortumlarla yağmurlama sulama yapılmaktadır (Şekil).



Şekil 19. Yağmurlama sulama şekli (Anonim 6, 2022)

Tohumların Çimlenmesi ve Hasat

Maydanoz tohumları 20-25 0C sıcaklık ve % 70 nem de 15-20 günde çimlenmeye başlar sıcaklık ve nem düştükçe 25-30 gün' e kadar çimlenme biter. Maydanoz bitkileri ekimden sonra 80 - 100 gün içinde olgunlaşır ve genellikle yaz mevsiminin ortasında hasat edilir. Maydanoz bitkilerinin uzun bir olgunlaşma seyri vardır. Geç kalındığında önemli tohum kayıpları ortaya çıkar. Tohum kümeleri küçük saplarla ana sapa bağlanarak şemsiye görünümü oluşturur.

Taze yeşil maydanoz hasadı büyük alanlarda makinalı hasat yapılmaktadır. 500 m² den küçük alanlarda el hasat makinalarıyla hasat edilir. Maydanoz taze tüketimde desteler halinde pazara sunulmaktadır. Kurutmalık için baharat, yemekhane, tıbbi bitki, kozmetik şirketlerine ise kasalarda pazara sunulmaktadır.

Tohum hasadında ise tohumların bitki üzerinde tamamen olgunlaşması ve bitkinin kurumması beklendikten sonra toplanmalıdır. Aşırı erken ve aşırı geç tohum hasadında ise tohum kayıpları meydana gelmektedir. Hasat edilen tohumların bir kısmı tohumluk olarak pazara sunulmaktadır.



Şekil 10. Hasat edilen maydanozun desteleme işlemi (Orijinal)

SONUÇ

Yılın her ayında pazarda bulunan maydanoz, taze ve kuru olarak yemeklerde veya bitki çayı olarak tüketimi yaygındır. Konserve, Turşu, baharat işletmelerine, farmakoloji ve kozmetik alanlar gibi birçok alanda maydanoz işlenmektedir.

Salgın hastalıkların dünyada ve ülkemizde yaygınlaşması maydanoz gibi vitamin deposu olan birçok sebzenin tüketilmesini artırmıştır. Bu tüketim artışı da üretimin artışına neden olmaktadır. Özellikle Covid-19 salgın hastalığı nedeniyle eve kapanma sürecinde, insanların evlerinin salon ve balkonlarında kasalar ve saksılarda maydanoz üretimine başlamışlardır. Birçok insan ise parseller satın alıp veya kiralayarak maydanoz üretimini hem ticari hem de ihtiyacını giderme amacıyla üretime başlamışlardır. Bu durum ise maydanoz üreticilerinin giderek artışını sağlamıştır.

Sağlıklı bir yaşam için, iyi beslenme ile oluşan güçlü bir bağışıklık sisteminin önemi insanlar tarafından anlaşılınca, maydanoz gibi birçok sebzenin tüketimini arttırmıştır. Tüketim artışının olmas, Başta maydanoz olmak üzere birçok sebze üretimine de neden olmuştur.

KAYNAKLAR

- Anonim 1 <https://ziraatyapma.blogspot.com/2011/06/kvrml-maydanoz-parsley-italian-flatleaf.html> 15.10.2022
- Anonim 2 <https://www.acibadem.com.tr/hayat/maydanozun-faydalari-nelerdir/#:~:text=%C4%B0%C3%A7eri%C4%9Findeki%20A%2C%20C%2C%20K%20vitaminleriyle,takdirde%20mide%20bulant%C4%B1s%C4%B1na%20iyi%20geliyor.> 15.10.2022
- Anonim 3 <https://www.msxlabs.org/forum/ziraat/196281-maydanoz-yetistiriciligi.html> 16.10.2022
- Anonim 4 <https://www.caseih.com.tr/urunler/hassas-ekim-makineleri/CV-DV-SERISI-HASSAS-EKIM-MAKINELERI> 16.10.2022
- Anonim 5 <https://garmach.com/rosta-rczne-siewniki-do-warzyw-manuel-ekim-makinesi-sor-11-vps271-163-p-139.html?language=tr> 16.10.2022
- Anonim 6 <https://www.oz-tarim.com/orse-yagmurlama-sulama-fiskiyesi-sprink-tarla-sulama-375> 16.10.2022
- Charles, D. J. (2012). Parsley. In *Handbook of Herbs and Spices* (pp. 430-451). Woodhead Publishing.
- Eşiyok, D. (2012). Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği. *Meta Basım Matbaacılık*. Bornova - İzmir.
- Farzaei, M. H., Abbasabadi, Z., Ardekani, M. R. S., Rahimi, R., & Farzaei, F. (2013). Parsley: a review of ethnopharmacology, phytochemistry and biological activities. *Journal of traditional Chinese medicine*, 33(6), 815-826.
- Günay, A. (1992). Genel Sebze Yetiştiriciliği. *Alesta Kitapevi*, Ankara.
- Kuhar, T. P., Hastings, P. D., Hamilton, G. C., VanGessel, M. J., Johnson, G. C., Wyenandt, C. A., & Vuuren, V. M. (2020). 2020-2021 Mid-Atlantic Commercial Vegetable Recommendations.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. (2000). Kültür Sebzeleri. Ege Üniversitesi Basımevi. Bornova-İzmir.



BÖLÜM 18

ATIK MANTAR KOMPOSTUNUN BAHÇE BİTKİLERİ ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARI

Funda ATİLA¹

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir, funda.atala@ahievran.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-1129-1045/ funda.atala@ahievran.edu.tr

1. Giriş

Tarımsal üretim sonucu ortaya çıkan organik atıkların değerlendirilmesi yada ortadan kaldırılması tüm dünyada önemli bir sorundur. Tarımsal atıklar genellikle uygunsuz bir şekilde bertaraf edilir, bu da hem çevreyi hem de halk sağlığını tehdit eder. Diğer taraftan tarım sektöründe yenilenemeyen kaynakların büyük ölçekli kullanımı da, uzun vadeli sürdürülebilirlik için büyük bir endişe kaynağıdır. Sulak olanlarda organik materyalin yüzyıllar boyunca çürümesi ile oluşan torf rezervlerinin hızlı bir şekilde tüketilmesi bu sorunların en önemlilerinden bir tanesidir.

Mantarlar binlerce yıldan beri insanlar tarafından hem yüksek besin içeriği nedeni ile değerli bir besin kaynağı olarak hemde tıbbi özellikleri nedeni ile ilaç olarak kullanılmaktadır. Özellikle 2000’li yılların başından beri tüm dünyada mantar üretiminde hızlı bir artış söz konusudur. Ayrıca dünyadaki mantar üretim miktarı 2018 yılında yaklaşık 12.74 ton iken, 2026 yılında da yaklaşık 20.86 milyon tona ulaşması beklenmektedir (Atallah ve ark., 2021). Beyaz şapkalı mantar (*Agaricus bisporus*), dünyada ticari olarak en fazla yetiştirilen türdür ve dünya mantar üretiminin %40’ını karşılamaktadır. *Pleurotus* spp. (İstiridye mantarı), *Lentinula edodes* (shiitake), *Auricularia* spp. (kulak mantarı) ve *Flammulina velutipes* türleri de üretimi yapılan önemli tıbbi ve yenilebilir mantar türleridir (Royse, 2017). Ülkemizde en fazla üretilen türler *A. bisporus* ve *Pleurotus ostreatus* olup toplam üretim 2020 yılı verilerine göre 55.445 tondur (FAO, 2022).

Ekolojik habitatları ve beslenme şekilleri bakımından, yenilebilir mantarlar birincil ve ikincil ayrıştırıcılar olarak sınıflandırılabilir *Pleurotus* spp., *L. edodes*, *Grifola frondosa* ve *Ganoderma lucidum* gibi birincil ayrıştırıcılar başta saman ve talaş olmak üzere, çeşitli tarımsal atıklar üzerinde büyür ve atık kompostları bu materyallerin yanısıra alçı, kireç gibi inorganik besinleri içerir. Buna karşılık, ikincil ayrıştırıcılar, örneğin *A. bisporus*, birincil ayrıştırıcılar tarafından kısmen parçalanmış olan organik maddeleri parçalamak için toprak ve kompost yığınlarındaki birçok bakteri ve diğer mantarlarla birlikte çalışır. *A. bisporus* atık kompostu tahıl samanı ve gübre (kümes hayvanları ve/veya at gübresini), alçı, torf ve inorganik besinler ve pestisit kalıntılarının kompostlaştırılmış bir karışımından oluşur (Cunha Zied et al., 2020).

Mantar üretimi sonucu oluşan, yetiştirme ortamı olan kullanılan substratların yanı sıra mantar miseli ve mantar kalıntıları içeren tarımsal atık “Atık mantar substratı” (AMS) olarak adlandırılır (Ribas ve ark., 2009). Her kilogram mantar için yaklaşık 5 kg AMS açığa çıkar (Medina ve ark., 2009), buna göre Türkiye’de 2020 yılında ortaya çıkan AMS miktarının yaklaşık 277.000 ton olduğu söylenebilir. Dünya mantar üre-

tim sektörü ise, yıllık 60 milyon tondan fazla AMS üretir (Atallah ve ark, 2021).

Mantar üreten ülkelerdeki en büyük çevre sorunlarından biri, mantar üretimi sonucu büyük miktarlarda ortaya çıkan AMS'nin işlenmesi ve bertarafı olmaya devam etmektedir. AMS, genellikle depolama, araziye yayma, yakma yoluyla bertaraf edilen tarımsal atık olarak işlem görür. Bu, uygunsuz imha, toprak kirliliği ve hava ve su kirliliği gibi çevresel sorunlara neden olabilir (Jiang ve ark., 2017). Mantar hastalıklarının yayılmasının önlenmesi, çevrenin korunması, atık geri dönüşümü, çiftlik ekonomisinin katkı ve mantar endüstrisinin sürdürülebilir gelişimi için AMS'nin daha etkin ve verimli kullanımı talep edilmektedir (Mahari ve ark, 2020).

Mantar yetiştiriciliğinden sonra kalan substratlar, biyoremediasyonda (Corral-Bobadilla ve ark., 2019; Fortin Faubert, ve ark.2021), hayvan yemi olarak (Kwak ve ark, 2008; Kim ve ark., 2012), biyogaz üretiminde (Najafi ve Ardabili, 2018), vermikompost üretiminde (Ruangjanda ve ark., 2022), enzim kaynağı olarak (Lim ve ark., 2013; Rajavat ve ark., 2020) kullanılabilir. Ancak hala ortaya çıkan AMS miktarı kullanılan çok daha fazladır (Sewu ve ark., 2019). Bu nedenle, AMS'nin çevre kirliliği yaratmaması için uygun bir şekilde ve büyük miktarlarda kullanımına yönelik çözüm yollarına ihtiyaç vardır.

Bahçe bitkileri sektörü, yoğun girdi kullanımı olan, hem organik gübre hemde kimyasal gübreye önemli miktarlarda ihtiyaç duyulan bir alandır. Bu çalışmada, organik madde ve besin içeriği yüksek olduğu bilinen AMS'nin bahçe bitkileri sektörünün farklı alanlarında kullanımı ile ilgili literatür taranmış ve derlenmiştir. Ayrıca atık mantar kompostunun özellikleri, bu atıkların kullanımı ile ilgili sorunlar analiz edilmiş ve gelecek için öneriler sunulmuştur.

2. Atık Mantar Kompostunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

AMS'in fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri lokasyona, yetiştirilen mantarın türüne, mantar üretiminde kullanılan yetiştirme ortamının hazırlandığı materyallere, kompostlama işlemi yapılıp yapılmamasına, depolama koşullarına, hakim hava koşullarına ve örtü toprağı kullanılıp kullanılmamasına bağlı olarak değişebilmektedir (Pekşen ve Yamaç, 2016; Velusami ve ark., 2021). Bu nedenle, belirli bir amaç için değerlendirmeden önce her bir AMS'nin bileşimini anlamak çok önemlidir. Tablo 1 ve Tablo 2'de literatür tarafından bildirilen çeşitli AMS'lerin bazı özellikleri verilmiştir.

Genel olarak AMS'lerinin Karbon (C), azot (N), fosfor (P), potasyum (K) ve diğer besin maddelerini içerdiği, yüksek düzeyde organik madde

ve enzim kaynağı olduğu, ayrıca nötre yakın pH'a sahip olduğu, havalandırma kapasitesinin ve su tutma kapasitesinin yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca, AMS'ler, enzim aktiviteleri ve mikrobiyolojik içerikleri sayesinde toprakta ağır metaller, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'ler), pestisitler ve topraktaki diğer çeşitli kirleticilerin neden olduğu kirliliği giderme gibi ek işlemlere sahiptir (Chen ve ark.,2015).

Günümüzde sürdürülebilir ekonomi konsepti, üretimde kullanılacak hammaddelerin doğru doğru seçiminin yanısıra üretim sonucu ortaya çıkan atıkların doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi timeline dayanmaktadır. Fiziksel özellikleri ve besin içeriği nedeniyle AMS, tarım ve bahçecilik sektörlerinde kullanılma potansiyeline sahiptir ve torf gibi yenilenemeyen kaynakların kullanımının azaltılmasına katkıda bulunabilir.

Diğer taraftan AMS, yüksek pH' a sahip olabilir ve tuz ve bazı fitotoksik bileşikleri içerebilir. (Hu ve ark., 2019; Zhou ve ark., 2019; Gonani ve ark, 2011). Wever ve ark. (2004), atık mantar kompostunun tuz içeriğinin çok yüksek olduğunu, eğer atık mantar kompostunun gelecekte büyük çapta yetiştirme ortamı olarak kullanılacaksa, kompostun reçetesini değiştirmek ve kompostun daha az gübre ile kombine edilerek hazırlanması ve kullanılmadan önce su ile yıkanmasını önermişlerdir.

Tablo 1. Farklı mantar türlerine ait atık mantar kompostlarının bazı kimyasal ve lignoselülozik özellikleri

Mantar Türü	Kül (%)	pH	C (%)	N (%)	C:N oranı	Selüloz (%)	Hemiselüloz (%)	Lignin (%)	Referans
<i>Ganoderma lucidum</i>	-	-	41.94-47.46	0.38-1.14	39.25-122.83	-	-	-	Peşşen ve ark. (2011)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	6.3-10.3	4.1-4.5	46.9-47.5	0.86-1.85	32.8-63.4	20.3-23.5	7.7-7.9	5.7-8.4	Atıla (2017)
<i>Hericium erinaceus</i>	2.02-3.32	4.0-5.1	49.5-56.6	0.28-2.03	26-198.4	23.9-37.8	11.8-23.4	5.7-10.9	Atıla (2019a)
<i>Lentinula edodes</i>	5.8-8.5	4.1-5.4	53.1-54.6	0.64-2.73	19.8-82.8	20.4-34.5	4-19	3.6-19.4	Atıla (2019b)
<i>Flammulina velutipes</i>	-	7.62	28.3	1.75	-	-	-	-	Wang ve ark. (2021)
<i>Hypsizygus ulmarius</i>	4.52-6.18	1.29-22.47	45.0-57.3	0.33-1.56	30.4-171.3	22.4-44.9	5.2-15.6	7.4-20.6	Öztürk ve Atıla (2021)

Tablo 2. Farklı mantar türlerine ait atık mantar kompostlarının makro ve mikro element içerikleri

Mantar türü	N (%)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	Fe (g/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Referans
<i>Ganoderma lucidum</i>	0.38-1.14	0.5-3.11	2.83-6.11	4.1-10.1	1.83-7.52	434.2-1844	186.6-799.8	9.6-41.6	-	Peşşen ve ark. (2011)
<i>Agaricus bisporus</i>	2.22	6.8	26.2	89.3	4.81	452.7	320	170	38	(Medina ve ark., 2012)
<i>Hericium americanum</i>	0.26-0.88	0.11-0.30	0.17-0.32	1.85-3.35	0.037-0.127	119.4-330.4	35.4-63.1	51.6-78.8	8.9-12.2	Atıla (2017)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	0.86-1.85	1.77-3.38	2.92-4.0	4.8-5.6	2.36-3.16	589-687	35.0-23.7	15.8-17.8	1.9-7.8	Atıla (2017)

AMS'nin bahçe bitkilerinin üretiminde kullanımı öncesinde, bu olumsuz özelliklerinin azaltılması yada ortadan kaldırılabilmesi için bazı ön işlemlere tabi tutulması gerekebilir. Uygun ön işlemde sonra, kullanılmış mantar substratı, ekonomik açıdan önemli farklı bahçe bitkilerinin yetiştirilmesi için yetiştirme ortamını tamamen veya kısmen ikame edebilir.

3. AMS'nin Bitkisel Üretimde Kullanımından Önce Uygulanabilecek Ön İşlemler

Stabilite ve olgunluk, kompostlanmış materyallerin kalitesini değerlendirmek ve üretimde kullanımına uygun olup olmadığını doğrulamak için kullanılan önemli göstergelerdir. Stabilite, mikrobiyal aktivite oranını ifade eder iken olgunluk, organik maddenin tarımsal kullanıma hazır olduğu kabul edilen biyolojik bozunma derecesi olarak tanımlanır (Gao ve diğerleri, 2010). Olgun kompostların patojenler ve fitotoksik bileşikler gibi bitki gelişimini bozabilecek organizmalar ve/veya maddeler içermemesi beklenir (Insam ve de Bertoldi, 2007). AMS'nin yüksek pH ve tuz içeriğinin yanısıra kararsız ve olgunlaşmamış kompost uygulaması, topraktaki azotu sabitleyebilir ve rizosferde oksijen için rekabet ederek ve toksik maddeler salarak bitki büyümesini kısıtlar (Bernai ve ark., 2009).

AMS'lerin bu olumsuz özelliklerinin ortadan kaldırılması ve etkin bir şekilde yeniden kullanımları için bazı ön işlemler uygulanır. AMS kompostlama bu atıkların geri dönüşümü için hala en yaygın olarak uygulanan yöntemlerden biridir. AMS'lerin kompostlaması, stabilite sağlayabilir ve bu besin açısından zengin olan bu atığı daha da değerli bir ürüne dönüştürebilir (Meng ve ark., 2019). Kompostlama sonunda organik madde azaldıkça toplam çözünür azot, fosfor ve potasyum miktarı artar. Paula ve ark. (2017); AMS'i stabilize etmek amacı ile yürüttükleri bir tür kompostlaştırma yönteminin, AMS'yi üç hafta içinde kararlı bir ürüne dönüştürmede etkili olduğuna dair rapor sunmuşlar ve bu yöntemin AMS kalıntısının kullanımı ile torf ekosistemlerine verilen zararın hafifleterek bahçecilikte torf kullanımını azaltmak için bir alternatif olabileceğini bildirmişlerdir. AMS'nin kompostlanması sürecinde uygun stabilite ve olgunluk değerlendirmeleri yapılarak prosedürün optimize edilmesi gerekir. (Lou ve ark., 2017).

AMS'lerinin kompostlaştırılması sırasında ortama uygun faydalı mikroorganizmalar eklenerek, AMS'nin besin içeriği ve biyolojik aktivitesi artırılabilir (Mohn Hanafi ve ark., 2018). Xu ve ark. (2022), *P. ostreatus* AMS'inin marul fidesi üretiminde kullanılabilirliğini ve ayrıca marul fidesi üretiminde *Bacillus subtilis* BUABN-01 ve *Rhodotorula glutinis* mikroorganizmaları ile aşılansız atık *P. ostreatus* substratı kullanılmasıyla torf ortamı ve bu ajanlar ile aşılansız *P. ostreatus* SMS'ine göre marul taze ağırlığını sırası ile %138.90 ve %57.94 oranlarında artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca bu ajanların sadece bitki büyümesini teşvik etmekle kalmayıp, aynı zamanda faydalı mikroorganizmaları uyardıklarını ve potansiyel patojenik mikroorganizmaların gelişimini engellediklerini bildirmişlerdir.

AMS'ye uygulamabilecek diğer bir ön işlem ise ayrıştırma.

AMS'ler araziye yayılabilir ve bu atık materyalin tuz ve nitrat içeriğinin azaltılmasına izin verecek şekilde bir veya daha fazla yıl hava koşullarına maruz bırakılabilir. K, Mg, sodyum (Na), Ca, Cl, sülfat ve nitrat iyonlarının sızması nedeniyle özellikle AMS yağışa maruz kalırsa tuz içeriği azalacaktır (Uzun, 2004; Danai ve ark., 2012).

Ancak tek başına ayrıştırma yeterli olmayabilir ve yıkama işleminin uygulanması gerekebilir. Yıkama, AMS'nin tuzluluğunu azaltmak için daha iyi bir yöntemdir. Yıkanan AMS'nin, yıkanmayan AMS'den daha az tuzlu olduğu ve mikrobiyal özelliklerin yanı sıra temel elementlerin içeriklerinde önemli bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir (Gonani ve ark. 2011).

4. Atık Mantar Substratlarının Bahçe Bitkileri Üretiminde Kullanımı

AMS'nin ticari bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde kullanımı, bu atıkların çevre dostu bir şekilde bertaraf edilmesine katkıda bulunabilir ve aynı zamanda torf ihtiyacını azaltabilir (Medina ve ark. 2009). Bu atık materyalin bahçe bitkilerinin farklı üretim alanlarındaki kullanım olanakları aşağıdaki bölümde gözden geçirilmiştir.

4.1. Toprağın Organik Madde ve Besin İçeriğini Arttırma

Tarımda mahsul verimi önemli ölçüde kimyasal gübrelerin uygulanmasına bağlıdır. Ancak kimyasal gübre uygulamalarının çevre ve insan sağlığı üzerinde önemli etkileri vardır (Sharma ve Singhvi, 2017). Diğer taraftan biyolojik gübrelerin ve biyolojik kontrol ajanlarının kullanımı hala yavaş sonuç ve pahalı maliyet sorunlarıyla karşı karşıyadır. Bu nedenle, etkili, ekonomik ve yaygın olarak kullanılacak yeni material ve yöntemlere ihtiyaç vardır. Organik gübreler toprak yapısını iyileştirmeleri, topraktaki organizmaların gelişine katkı sağlamaları verim ve kaliteyi olumlu etkileri sebebi ile tarımsal açıdan büyük önem taşırlar. Ahır gübresi, kompost, yeşil gübre vb.. bir çok organik gübre tüm dünyada yaygın olarak kullanılır. Yüksek organik madde ve besin içerikleri, bol miktarda ortaya çıkan bir atık olması ve ekonomik olması gibi olumlu özellikleri sebebi ile AMS'lerinde organik gübre olarak kullanılması, döngüsel bir ekonomide daha fazla kaynak verimliliği sağlamanın bir yoludur ve kimyasal gübre ihtiyacını azaltacaktır. Danai ve ark. (2011), avokado bahçesinde yürüttükleri 3 yıllık bir denemenin sonucunda AMS uygulanan parsellerin verimlerinin, hayvan gübresi uygulanan verimlerinden daha yüksek olduğunu ve AMS'in maliyetinin çok daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle AMS, son yıllarda ya taze olarak ya da kompostlama işleminden sonra toprak ıslahı olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır (Marín-Benito ve ark., 2016).

Tarımsal sürdürülebilirlik, iyi toprak yönetimi ve toprak organik maddenin korunmasını gerektirir ve bunu başarmanın bir yolu, AMS gibi organik ürünleri tarım arazisine dahil ederek geri dönüştürmektir (White ve ark., 2014). AMS toprağın organik madde içeriğini artırır, düşük kütle yoğunluğu sebebi ise toprak havalanma kapasitesini artırır, toprak tekstürünü düzeltir ve toprak ve su erozyonu riskini azaltır. Gonani ve ark. (2011) kumlu-tınlı toprak ortamına %15 ve 25 oranlarında yıkanmış AMS ilavesinin hıyar bitkilerinin büyümesini önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermişlerdir. Polat ve ark. (2009), atık mantar kompostunun açık alanda 6 ay bekletildikten sonra sera topraklarında organik madde kaynağı olarak kullanılabilirliğini ve bu uygulamanın hıyarın gelişimi ve verimliliği üzerinde çok faydalı olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca, AMS taze ağırlık bazında, 8 kg/t toplam N ve 1.5 kg/t toplam P içerir ve bu N'un %20'si ve P'un %100'ü bitki gelişimi için kullanılabilir (Velusami ve ark., 2021), AMS bu özellikleri sayesinde kısmen kimyasal gübrelerin yerini alabilir (Grimm ve Wösten, 2018). Orluchukwu ve Adedokun (2015) ananas üreticilerine inorganik kompoze gübre (15:15:15) yerine AMS kullanımını tavsiye etmişlerdir. Gobbi ve ark. (2015), AMS uygulamasının, kimyasal gübreleme ile karşılaştırılabilir düzeyde verimi yükselttiği, marul ve pırasa verimi üzerinde olumlu etkileri olduğunu ayrıca topraktaki organik maddenin artmasına yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir. *A. bisporus* AMS'nin toprağa eklenmesinden dört ay sonra, toprağın organik C ve N içeriği ve mevcut P içeriği artarken pH ve elektriksel iletkenliği (EC) üzerinde önemli bir değişiklik olmamıştır (Medina ve ark., 2012). Ancak, Stewart ve ark. (1998), Yeni Zelanda'da tatlı mısır, patates ve lahana verimi üzerinde inorganik gübrenin verimi AMS'dan daha fazla arttırdığını ve AMS uygulanan bitkilerin gelişimindeki en büyük sorunun toprak inorganik N eksikliğinden dolayı ortaya çıktığını rapor etmişlerdir.

AMS toprağa ortalama 10 t/ha oranında uygulandığında iyi sonuç alınabilir (Velusami ve ark., 2021). Ancak uygulama miktarları uygulanacak toprak yapısına, toprağın besin içeriğine ve üretimi yapılacak bitki türüne göre değişebilir. Örneğin, açıkta baby ıspanak üretiminde tarlaya 30 t/ha' a kadar AMS uygulamasının ıspanağın verim ve kaliteyi arttırdığı halde, 30 t/ha'dan fazla uygulanan miktar ıspanağın acılığını arttırabilmektedir (Muchena ve ark., 2021). Tarımsal kullanımının yanı sıra AMS, topraksız bahçecilik karışımlarında da kullanılabilir (Zhang ve ark., 2012).

Literatürde taze SMS için ortalama pH 6,6-6,8 (Fidanza ve ark, 2010) depolanan SMS'nin ortalama pH'ı 7,8-8,1'dir. Depolanan SMS'nin yüksek pH'ı, öğütülmüş kireçtaşı yerine asitli topraklarda iyi bir etki ile kullanılabilirliği anlamına gelir ve yine maliyetten tasarruf sağlar (Velusami ve ark., 2021). Mantar üretim odalarından yeni alınmış taze formdaki *Agaricus subrufescens* ve *P. ostreatus* türlerinin AMS'ları açık alanda, serada

ve saksıda marul ve roka üretimi kullanılabilir (Zied ve ark., 2021). Prasad ve ark. (2021), taze *A. bisporus*, *Lentinula edodes* ve *P. ostreatus* AMS'lerinin torfa %15 ve %25 (w/w) oranında eklenmesi ile hazırlanan ortamların ısıtılmayan plastik tünellerde gerçekleştirilen çilek yetiştiriciliğinde olumlu sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir. Ancak bazı bitkiler toprak tuzluluğuna karşı daha hassastır ve toprak tuzluluğu bitki büyümesini etkiler, artan tuzluluk sınırlı büyümeye ve bitki ölümüne bile sebep olabilir. Depolanmış AMS ile daha yüksek EC değerlerine sahip taze AMS, karşılaştırıldığında, taze AMS bazı bitkilerin büyümesi üzerinde daha büyük zararlı etkilere sahip olabilir; bu nedenle taze AMS mutlaka bir önceki bölümde açıklanan ön işlemler uygulandıktan sonra kullanılmalıdır.

4.2. Fide ve Fidan Üretimi

Torf, fide üretiminde ve süs bitkileri üretiminde kullanılan ana substrattır ve aynı zamanda *A. bisporus* mantarı üretiminde örtü toprağı olarak en çok tercih edilen materyaldir. Ancak, torf doğadan toplandığı için yenilenebilir bir yapıya sahip değildir ve aşırı kullanımı gelecekte çevre sorunlarına neden olacaktır (Moxey ve Moran, 2014). Ayrıca, torfun kontrolsüzce tüketiminin, rezervlerin azalmasına ve fiyat artışlarına yol açması kaçınılmazdır. Bu nedenle turbalıkları koruması ve torfun yerini alabilecek yüksek kaliteli ve düşük maliyetli fide substratlarının geliştirilmesi konusu büyük ilgi görmektedir. AMS, genel olarak, organik madde içeriği, su tutma ve havalanma kapasitesi yüksek bir materyaldir. Bu özellikleri AMS'in torfun yerine yada belirli oranlarda torfile karıştırılarak kullanımına olanak sağlayabilir. Kaba limon (*Citrus jambhiri* L.) anacının gelişimi için kum + turba + *A. bisporus* AMS'inin (1:1:1) oranında karıştırılarak hazırlanan ortam önerilmiştir (Khan ve ark, 2006)

< 2 mm'lik boyutlardaki elenmiş AMS, domates fidesi üretiminde gübre eklenmeden kullanılsa bile gübrelenmiş ticari torf ortamına ile aynı başarıyı sağlayabilmektedir (Eudoxie ve Alexander, 2011). Ancak, büyüme ortamı olarak torf ve AMS kombinasyonunun kullanılması, torf ile karşılaştırıldığında pH ve elektrik iletkenliğini artırabilir (Van Tam ve Wang, 2015). Zhou ve ark (2019), taze AMS'inin, biber bitkilerinin kültürü için doğrudan substrat olarak kullanılabileceğini belirtmişler ve ticari torf ile %25 oranında karıştırılması önermişlerdir. Meng ve ark. (2018) ise, AMS kompostunun torfa iyi bir alternatif olduğunu, %100 oranında kullanılabileceği halde, %20 ila %50 oranında turba ile karıştırılarak hazırlanan ortamlarda daha yüksek morfolojik büyüme ve daha düşük *Fusarium* konsantrasyonlarına sahip domates ve biber fideleri elde edildiğini bildirmişlerdir. Medina ve ark (2009) domates (*Lycopersicon esculentum* var. Muchamiel), kabak (*Cucurbita pepo* L. var. Afrodite F1) ve biber (*Capsicum annum* L var. Lamuyo F1) fidesi üretiminde torf ile karışımlarda %75'e kadar AMS kullanılabileceğini rapor etmişlerdir. Van Tam

ve Wang (2015) organik tarımda kış kavunu (*Cucumis melo* L. inodorus) fidesi üretimi için hazırlanacak ortamlarda AMS oranının %80'e kadar çıkabileceğini ancak % 40 oranında kullanılmasının, kış kavunu fidesi performansı için en uygun oran olduğunu ifade etmişlerdir. Liu ve ark (2018), AMS ve torf karışımlarının, marul fidelerinin gelişiminde olumlu etkileri olduğunu ve bu karışımın %50'sinin AMS'dan oluşmasının, marul fideleri için uygun olduğunu rapor etmişlerdir. AMS kullanımı sadece tohum çıkışı üzerinde değil fide kalitesi üzerinde etkili olabilir. Sönmez ve ark. (2017), yürüttükleri çalışmada, sera koşullarında domates fidelerinin üretiminde torf + perlit karışımlarından daha iyi sonuçlar elde edildiği halde, en yüksek besin içeriğine sahip patlıcan fideleri (%30 perlit + %70 SMC) karışımından elde edilmiştir.

Benzer şekilde farklı türlere ait AMS'ları biber fidesi (Wiafe-Kwagyanve Odamtten, 2018; Demir, 2017; Demir, 2018), domates fidesi (Wiafe-Kwagyan ve Odamtten, 2018; Eudoxie ve Alexander, 2011; Zhang ve ark., 2012), hıyar fidesi (Zhang ve ark., 2012) sardunya (*Pelargonium peltatum* L.) ve petunya (*Petunia hybrida* Juss) fidesi (Zeljkojic ve ark. (2015) meşe (*Quercus virginiana* ve *Quercus aliena*) fidanı (Li ve ark., 2017) üretimlerinde başarı ile kullanılmışlardır.

4.3. Biyokontrol Ajanı Olarak Kullanımı

Kimyasal gübrenin aşırı kullanımı sorununun yanı sıra, pestisitlerin yoğun kullanımı da tarımsal üretimde önemli sorunlardan biridir. Pestisit kullanımında yaşanan kalıntı problemleri nedeni ile günümüzde bitki hastalıklarına karşı yüksek biyoaktif bileşikler içeren biyogübreye karşı ilgi artmıştır. Günümüzde üretimi yapılan tıbbi ve yenilebilir mantar türlerinin yalnızca besin değeri açısından zengin olmadığı, aynı zamanda güçlü antibakteriyel özelliklere sahip biyoaktif içeriğede sahip oldukları bilinmektedir (Schillaci ve ark., 2013; Morel ve ark., 2021). Mantarın büyümesi sırasında, mantar miselleri lignoselülozik materyalleri parçalamak için yetiştirme substratına, çeşitli biyoaktif bileşikler ve enzimler salgılar. Bu nedenle AMS patojenlere karşı antibakteriyel özelliklere sahip biyolojik olarak aktif bileşikler içerir ve bitki hastalıkları için biyolojik kontrol ajanı ve ayrıca verimsiz ve kirlenmiş toprağın ıslahında biyolojik iyileştirme ajanı olarak değerlendirilme potansiyeline sahiptir. Bitki patojenlerini azaltmada mantar ve bakteriyel enfeksiyonlara karşı antibakteriyel özelliklerden zengin AMS'ının etkinliğini belirlemek için araştırmalar yapılmıştır (Othman ve ark., 2020; Leong ve ark., 2022). Çoğu AMS, biyolojik kontrol ajanları olarak etkinlik gösterir ve toprak iletimi ve bitki patojenleri ile mücadele etmek için doğrudan toprak düzenleyiciler veya AMS özütleri şeklinde kullanılırlar.

A. bisporus AMS'ı, kompostlaştırıldıktan sonra toptağa uygulanırsa toprağın besin içeriğini arttırmasının yanısıra biber verim ve kalitesini arttırır, uygulama yapılan alanlarda hastalık ve zararlı bulaşması azalır (Ahlawat ve ark, 2007). Kwak ve ark. (2015) tarafından yürütülen bir çalışmada, *H. erinaceus* AMS'ının su ekstraktlarının, antibakteriyel aktivite gösterdiği, bitki büyümesini teşvik ve savunma geni indüksiyonunu içeren çoklu etkiler yoluyla domates bakteriyel solgunluğunu inhibe etme potansiyeline sahip olduğu rapor edilmiştir. *P. ostreatus* ve *L. edodes* AMS'larının *Escherichia coli*, *Salmonella tiphymorium*, *Staphylococcus aureus* ve *Micrococcus luteus*'a karşı antimikrobiyal aktivite göstermektedir (Zepeda-Bastida ve ark., 2016). Nane (*Mentha piperita* L.) gibi tıbbi bitkiler eklenen *P. ostreatus* AMS'ının özütleri patojenik bakteri *Staphylococcus epidermidis*'e karşı önemli bir antibakteriyel aktivite sergilemiştir (Martínez ve ark., 2015). Hıyar (*Cucumis sativus*) fidesi üretiminde, *F. velutipes*, *L. edodes* *P. ostreatus* AMS'larının kullanımı hıyar *Fusarium* solgunluğunu etkili bir şekilde bastırabilir ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC) popülasyonunu azaltabilir (Wang ve ark.; 2020).

4.4 Bitki Biyoaktif İçeriğini Arttırılması

Biyokontrol ajanları olmanın yanı sıra, AMS, vitaminler ve polifenolik bileşikler gibi meyve ve sebzelerde sağlığa faydalı ikincil metabolitlerin birikimini artırma potansiyeline de sahiptir.

Vahid Afagh ve ark. (2015), yetiştirme ortamına % 10-15 oranında AMS eklenmesinin Alman papatyasının (*Matricaria Recutita* L.) bitki büyümesini, çiçek verimini, temel makro besin alımını ve çözünür şeker içeriğini ve ayrıca uçucu yağ yüzdelerini önemli ölçüde arttırdığını ortaya koymuşlardır. *Trichoderma harzianum* ile biyolojik olarak zenginleştirilmiş AMS'ı domatesin doğal antioksidan içeriği ve besinsel değerini arttırmıştır. (Singh ve diğerleri, 2018). Chen ve ark.(2020), *Pleurotus eryngii* AMS'ına mısır tanesi ve %10 dut tozu eklenerek hazırlanan yetiştirme ortamında *Inonotus obliquus* mantarının betulinik asit içeriği, polisakarit içeriği ve DPPH radikal süpürme potansiyelinin arttığını, şapkalarda ağır metal birikimini ise çarpıcı biçimde azaldığı bildirmişlerdir. Roy ve ark. (2015), yıkanmış *A. bisporus* AMS'ı ve taze *P. ostreatus* AMS'ı uyguladıkları biber (*Capsicum annuum* L) meyvelerinin protein içeriğinin 2.5 kat arttığını aynı zamanda karotenoid içeriklerinde de önemli bir artış gözlediklerini bildirmişlerdir.

4.5. Mantar Üretiminde Kullanımı

AMS, mantar yetiştiriciliğinin lignoselülozik yan ürünüdür ve mantar üretim sürecinde yetiştirme substratlarının bozunma oranı mantar türüne göre değişmekle beraber yalnızca %40-%80 civarındadır (Estrada ve ark., 2009). Bu nedenle AMS'larının uygun işlemlerden geçirildikten ve eğer

gerekli ise ek tarımsal atıkların eklenmesinden sonra yeniden mantar yetiştirme substratı olarak kullanımını mümkündür. Bu maliyetlerden önemli oranda tasarruf etme imkanı sağladığı gibi çevresel açıdan da katkı sağlar.

Birçok çalışma, AMS'ının %100 taze ham maddelerden yapılan yetiştirme ortamına kıyasla verimi olumsuz etkilemeden aynı veya farklı mantar türlerinin yetiştirilmesi için yeni substrat olarak geri dönüştürülebileceğini göstermiştir. Ancak mantar üretim sürecinde hastalık ve zararlılar nedeni ile önemli zararlanmalar ortaya çıktı ise bu süreç sonunda ortaya çıkan AMS'ının, yeni bir mantar üretim döngüsünde kullanılması uygun değildir.

Özellikle, ikincil ayrıştırıcı türleri üretimi sonucu ortaya çıkan AMS'ları, birincil ayrıştırıcı mantarların yetiştirilmesinde kullanılabilir. Stamets (2011), *L. edodes* üretimi sonucu ortaya çıkan AMS'ının sterilize edildikten sonra, *G. frondosa*, *P. eryngii* ve *P. ostreatus*'un üretimi için kullanılabilceğini, bu üretimlerden sonra ortaya çıkacak AMS'nin ise *Coprinus comatus* ve *Stropharia rugosoannulata* mantarlarının üretiminde kullanılabilceğini öne sürmüştür. *Volvariella volvaceae* mantarının üretiminde pamuk atığı yerine *A. bisporus* AMS'ı kullanımı ile tatmin edici sonuçlar elde edilebilir (Poppe, 2000). Pratikte de Çin'in bazı eyaletlerinde yetiştiricilerin *V. volvaceae* mantarının üretiminde *A. bisporus* AMS'ı yaygın olarak kullanılmaktadır (Fan ve Lu, 2005). Ashrafi ve ark. (2017), AMS'ının tekbaşına yada kum ile (3:1) oranında karıştırılarak *Calocybe indica* üretiminde öryü materyali olarak kullanılabilceğini rapor etmiştir. *A. brasiliensis* AMS'ının *P. ostreatus*, *Agrocybe cylindracea*, *Stropharia rugosoannulata* ve *Hericium erinaceus* mantarlarını üretiminde (Jasinska ve Smolna, 2020) *Pholiota nameko*, *Hypsizygos marmoreus*, ve *H. erinaceus* AMS'larının *P. ostreatus* üretiminde (Lisiecka ve ark., 2021) kullanılabilceğine dair sonuçlar literatürde mevcuttur. Örtü toprağındaki yüksek tuz içeriğı, mantar miselyumunun büyümesini, primordia ve olgun şapka oluşumunu etkileyerek nihai verimde önemli bir azalmaya neden olabilir (Hayes 1981), ancak yıkama işleminin uygulanması bu sorunu çözebilir. Ayrıca, Sharma ve Lyons (1999) metal katyonları ve diğer fraksiyonları uzaklaştırmak için AMS'ının şelatlayıcı maddelerle muamele edilmesinin AMS'in olumsuz özelliklerini ortadan kaldıracağını bildirmişlerdir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu derlemede, AMS'larının fiziksel ve kimyasal özellikleri, kullanımını öncesinde tavsiye edilen ön işlemler ve bahçe bitkileri sektöründeki kullanım alanları gözden geçirilmiştir. Tarım-orman atıkları ve bazı tarımsal sanayi atıkları kullanımı ile bu atıkların değerlendirilmesi ve ortadan kaldırılmasına, sonuçta da bu atıklardan mantar gibi çok değerli bir

protein ve besin kaynağı elde edilmesine olanak sağlayan mantar yetiştiriciliği sektörünün atığı olan AMS'ının da tarımsal alanda değerlendirilebilecek potansiyele sahip olduğu bir çok çalışma ile ortaya konmuştur. Bu durum, atık minimizasyonu ve kaynakların en verimli şekilde değerlendirilmesini hedefleyen çevresel ve ekonomik uygulamalar açısından mantar yetiştirme sektörünün büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, bu alanda yapılmış çalışmalar henüz yeterli düzeyde değildir.

Gelecekteki araştırmalar, gerçekten çevre dostu ve ekonomik olarak uygulanabilir olan AMS kullanımının bahçe bitkileri üretiminin farklı alanlarına entegre edilmesine ve bu alanda iyileştirmelerin nasıl sağlanabileceği konusuna odaklanmalıdır. AMS geri dönüşümünün çevresel etkisini ve ekonomik fizibilitesinin değerlendirilmesi ve yapılacak farklı ve değişik ölçeklerdeki çalışmalar, AMS'lerin kullanımında standartların ve kılavuzların oluşturulmasına büyük katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahlawat, O. P., Gupta, P., Kumar, S., Sharma, D. K., & Ahlawat, K. (2010). Bioremediation of fungicides by spent mushroom substrate and its associated microflora. *Indian Journal of Microbiology*, 50(4), 390-395.
- Ahlawat, O. P., Sagar, M. P., Raj, D., Rani, C. I., Gupta, P., & Vijay, B. (2007). Effect of spent mushroom substrate on yield and quality of capsicum. *Indian Journal of Horticulture*, 64(4), 430-434.
- Atallah, E., Zeaiter, J., Ahmad, M. N., Leahy, J. J., & Kwapinski, W. (2021). Hydrothermal carbonization of spent mushroom compost waste compared against torrefaction and pyrolysis. *Fuel Processing Technology*, 216, 106795.
- Atila, F. (2017). Biodegradation of different agro-industrial wastes through the cultivation of *pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fr) Kummer.
- Atila, F., Tüzel, Y., Faz Cano, A., & Fernandez, J. A. (2017). Effect of different lignocellulosic wastes on *Hericium americanum* yield and nutritional characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(2), 606-612.
- Atila, F. (2019a). Lignocellulosic and proximate based compositional changes in substrates during cultivation of *Hericium erinaceus* mushroom. *Scientia Horticulturae*, 258, 108779.
- Atila, F. (2019). Compositional changes in lignocellulosic content of some agro-wastes during the production cycle of shiitake mushroom. *Scientia horticulturae*, 245, 263-268
- Bernai, M. P., Paredes, C., Sanchez-Monedero, M. A., & Cegarra, J. (1998). Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Bioresource Technology*, 63(1), 91-99.
- Chen, M., Xu, P., Zeng, G., Yang, C., Huang, D., & Zhang, J. (2015). Bioremediation of soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons, petroleum, pesticides, chlorophenols and heavy metals by composting: applications, microbes and future research needs. *Biotechnology Advances*, 33(6), 745-755.
- Chen, H. J., Chen, Y. S., Liu, S. L., Liou, B. K., & Chen, C. S. (2020). The increase of bioactive ingredients by solid state fermentation of *Inonotus obliquus* with spent substrate. *Waste and Biomass Valorization*, 11(12), 6725-6739.
- Corral-Bobadilla, M., González-Marcos, A., Vergara-González, E. P., & Alba-Eliás, F. (2019). Bioremediation of waste water to remove heavy metals using the spent mushroom substrate of *Agaricus bisporus*. *Water*, 11(3), 454.
- Cunha Zied, D., Sánchez, J. E., Noble, R., & Pardo-Giménez, A. (2020). Use of spent mushroom substrate in new mushroom crops to promote the transition towards a circular economy. *Agronomy*, 10(9), 1239.

- Danai, O., Cohen, H., Ezov, N., Yehieli, N., & Levanon, D. (2012). Recycling of spent mushroom substrate (SMS) in avocado orchards. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 2, 1165-1170.
- Demir, H. (2017). The effects of spent mushroom compost on growth and nutrient contents of pepper seedlings. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(2), 91-96.
- Eudoxie, G. D., & Alexander, I. A. (2011). Spent mushroom substrate as a transplant media replacement for commercial peat in tomato seedling production. *Journal of Agricultural Science*, 3(4), 41.
- FAO (2022). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Erişim tarihi 20.07.2022
- Fan, G. Q., & Lu, X. F. (2005). Key techniques of using spent mushroom compost to cultivate *Volvariella volvacea* continuously. *Edible Fungi China*, 2, 29-30.
- Fortin Faubert, M., Hijri, M., & Labrecque, M. (2021). Short rotation intensive culture of willow, spent mushroom substrate and ramial chipped wood for bioremediation of a contaminated site used for land farming activities of a former petrochemical plant. *Plants*, 10(3), 520.
- Gobbi, V., Bonato, S., Nicoletto, C., & Zanin, G. (2015, April). Spent mushroom substrate as organic fertilizer: vegetable organic trials. In *III International Symposium on Organic Matter Management and Compost Use in Horticulture 1146* (pp. 49-56).
- Gonani, Z., Riahi, H., & Sharifi, K. (2011). Impact of using leached spent mushroom compost as a partial growing media for horticultural plants. *Journal of Plant Nutrition*, 34(3), 337-344.
- Grimm, D., & Wösten, H. A. (2018). Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(18), 7795-7803.
- Hu, T., Wang, X., Zhen, L., Gu, J., Zhang, K., Wang, Q., ... & Zhao, W. (2019). Effects of inoculating with lignocellulose-degrading consortium on cellulose-degrading genes and fungal community during co-composting of spent mushroom substrate with swine manure. *Bioresource Technology*, 291, 121876.
- Jasinska, A. & Smolna, M. (2020). Influence of *Agaricus brasiliensis* (Wesser) spent mushroom substrate supplemented with AD digestate on the growth of mycelium of several species of edible and medicinal mushrooms. In *Nauka dla Srodowiska; Dawidowicz, L., Cłapa, T., Eds.; Wydawnictwo Naukowe GSP: Zgorzelec, Poland, Volume IV*
- Jiang, H., Zhang, M., Chen, J., Li, S., Shao, Y., Yang, J., & Li, J. (2017). Characteristics of bio-oil produced by the pyrolysis of mixed oil shale semi-coke and spent mushroom substrate. *Fuel*, 200, 218-224.
- Khan, M. M., Khan, M. A., Abbas, M., Jaskani, M. J., Ali, M. A., & Abbas, H. (2006). Evaluation of potting media for the production of rough lemon

nursery stock. *Pakistan Journal of Botany*, 38(3), 623.

- Kim, Y. I., Lee, Y. H., Kim, K. H., Oh, Y. K., Moon, Y. H., & Kwak, W. S. (2012). Effects of supplementing microbially-fermented spent mushroom substrates on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers (a field study). *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(11), 1575.
- Kwak, W. S., Jung, S. H., & Kim, Y. I. (2008). Broiler litter supplementation improves storage and feed-nutritional value of sawdust-based spent mushroom substrate. *Bioresource Technology*, 99(8), 2947-2955.
- Kwak, A. M., Min, K. J., Lee, S. Y., & Kang, H. W. (2015). Water extract from spent mushroom substrate of *Hericium erinaceus* suppresses bacterial wilt disease of tomato. *Mycobiology*, 43(3), 311-318.
- Wiafe-Kwagyan, M., & Odamtten, G. T. (2018). Use of *Pleurotus eous* strain P-31 spent mushroom compost (SMC) as soil conditioner on the growth and yield performance of *Capsicum annum* L. and *Solanum lycopersicon* L. seedlings under greenhouse conditions in Ghana. *Tropical Life Sciences Research*, 29(1), 173.
- Leong, Y. K., Ma, T. W., Chang, J. S., & Yang, F. C. (2022). Recent advances and future directions on the valorization of spent mushroom substrate (SMS): A review. *Bioresource Technology*, 344, 126157.
- Li, Q., Deng, M., & Coombes, A. J. (2017). Evaluation of Spent Mushroom Compost as a Container Medium for Production of Seedlings of Two Oak Species. *Nature Environment & Pollution Technology*, 16(2).
- Lisiecka, J., Prasad, R., & Jasinska, A. (2021). The Utilisation of *Pholiota nameko*, *Hypsizygus marmoreus*, and *Hericium erinaceus* Spent Mushroom Substrates in *Pleurotus ostreatus* Cultivation. *Horticulturae*, 7(10), 396.
- Lim, S. H., Lee, Y. H., & Kang, H. W. (2013). Efficient recovery of lignocellulolytic enzymes of spent mushroom compost from oyster mushrooms, *Pleurotus* spp., and potential use in dye decolorization. *Mycobiology*, 41(4), 214-220.
- Liu, C. J., Duan, Y. L., Jin, R. Z., Han, Y. Y., Hao, J. H., & Fan, S. X. (2018, August). Spent mushroom substrates as component of growing media for lettuce seedlings. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 185, No. 1, p. 012016). IOP Publishing.
- Lou, Z., Sun, Y., Zhou, X., Baig, S. A., Hu, B., & Xu, X. (2017). Composition variability of spent mushroom substrates during continuous cultivation, composting process and their effects on mineral nitrogen transformation in soil. *Geoderma*, 307, 30-37.
- Mahari, W. A. W., Peng, W., Nam, W. L., Yang, H., Lee, X. Y., Lee, Y. K., ... & Lam, S. S. (2020). A review on valorization of oyster mushroom and waste generated in the mushroom cultivation industry. *Journal of Hazardous Materials*, 400, 123156.

- Marín-Benito, J. M., Sánchez-Martín, M. J., & Rodríguez-Cruz, M. S. (2016). Impact of spent mushroom substrates on the fate of pesticides in soil, and their use for preventing and/or controlling soil and water contamination: A review. *Toxics*, 4(3), 17.
- Martínez, M. A., Ramírez, D. O., Simental, S. S., Perez, N. R., Mayo, M. M., & Zepeda-Bastida, A. (2015). Antibacterial activity of spent substrate of mushroom *Pleurotus ostreatus* enriched with herbs. *Journal of Agricultural Science*, 7(11), 225.
- Medina, E., Paredes, C., Pérez-Murcia, M. D., Bustamante, M. A., & Moral, R. (2009). Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. *Bioresource Technology*, 100(18), 4227-4232.
- Medina, E., Paredes, C., Bustamante, M.A., Moral, R. and MorenoCaselles, J. 2012. Relationships between soil physico-chemical, chemical and biological properties in a soil amended with spent mushroom substrate. *Geoderma*. 173–174: 152–161.
- Meng, X., Liu, B., Zhang, H., Wu, J., Yuan, X., & Cui, Z. (2019). Co-composting of the biogas residues and spent mushroom substrate: Physicochemical properties and maturity assessment. *Bioresource Technology*, 276, 281-287.
- Mohd Hanafi, F. H., Rezanía, S., Mat Taib, S., Md Din, M. F., Yamauchi, M., Sakamoto, M., ... & Ebrahimi, S. S. (2018). Environmentally sustainable applications of agro-based spent mushroom substrate (SMS): an overview. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 20(3), 1383-1396.
- Morel, S., Vitou, M., Masnou, A., Jumas-Bilak, E., Rapior, S., & Licznar-Fajardo, P. (2021). Antibacterial activity of wild mushrooms from France. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 23(1).
- Moxey, A., & Moran, D. (2014). UK peatland restoration: Some economic arithmetic. *Science of the Total Environment*, 484, 114-120.
- Muchena, F. B., Pisa, C., Mutetwa, M., Govera, C., & Ngezimana, W. (2021). Effect of spent button mushroom substrate on yield and quality of baby spinach (*Spinacia oleracea*). *International Journal of Agronomy*, 2021.
- Najafi, B., & Ardabili, S. F. (2018). Application of ANFIS, ANN, and logistic methods in estimating biogas production from spent mushroom compost (SMC). *Resources, Conservation and Recycling*, 133, 169-178.
- Orluchukwu, J., & Adedokun, O. (2015). Response of growth and yield of pineapple (*Ananas comosus*) on spent mushroom substrates and inorganic fertilizer in South-South, Nigeria. *International Journal of Plant & Soil Science*, 8(6), 1-5.
- Öztürk, C., & Atila, F. (2021). Changes in lignocellulosic fractions of growing substrates during the cultivation of *Hypsizygus ulmarius* mushroom and

- its effects on mushroom productivity. *Scientia Horticulturae*, 288, 110403.
- Pekşen, A., & Yamaç, M. (2016). Atık mantar kompostu/substratının kullanım alanları-1: özellikleri ve önemi. *Mantar Dergisi*, 7(1), 49-60.
- Pekşen A, Yakupoğlu G, Yakupoğlu T, Gülser C, Öztürk E & Özdemir N (2011). Changes in chemical compositions of substrates before and after *Ganoderma lucidum* cultivation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27: 637-642.
- Paula, F. S., Tatti, E., Abram, F., Wilson, J., & O'Flaherty, V. (2017). Stabilisation of spent mushroom substrate for application as a plant growth-promoting organic amendment. *Journal of Environmental Management*, 196, 476-486.
- Polat, E., Uzun, H. I., Topçuoğlu, B., Önal, K., Onus, A. N., & Karaca, M. (2009). Effects of spent mushroom compost on quality and productivity of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in greenhouses. *African Journal of Biotechnology*, 8(2).
- Poppe J (2000) Use of the agricultural waste materials in the cultivation of mushrooms. *Mushroom Sci* 15:3–23
- Prasad, R., Lisiecka, J., Antala, M., & Rastogi, A. (2021). Influence of different spent mushroom substrates on yield, morphological and photosynthetic parameters of strawberry (*Fragaria× ananassa* Duch.). *Agronomy*, 11(10), 2086.
- Rajavat, A. S., Rai, S., Pandiyan, K., Kushwaha, P., Choudhary, P., Kumar, M., ... & Saxena, A. K. (2020). Sustainable use of the spent mushroom substrate of *Pleurotus florida* for production of lignocellulolytic enzymes. *Journal of basic microbiology*, 60(2), 173-184.
- Ribas, L. C. C., De Mendonça, M. M., Camellini, C. M., & Soares, C. H. L. (2009). Use of spent mushroom substrates from *Agaricus subrufescens* (syn. *A. blazei*, *A. brasiliensis*) and *Lentinula edodes* productions in the enrichment of a soil-based potting media for lettuce (*Lactuca sativa*) cultivation: Growth promotion and soil bioremediation. *Bioresource technology*, 100(20), 4750-4757.
- Royse, D. J., Baars, J., & Tan, Q. (2017). Current overview of mushroom production in the world. *Edible and medicinal mushrooms: technology and applications*, 5-13.
- Ruangjanda, S., Iwai, C. B., Greff, B., Chang, S. W., & Ravindran, B. (2022). Valorization of spent mushroom substrate in combination with agro-residues to improve the nutrient and phytohormone contents of vermicompost. *Environmental Research*, 214, 113771.
- Schillaci, D., Arizza, V., Gargano, M. L., & Venturella, G. (2013). Antibacterial activity of mediterranean oyster mushrooms, species of genus *Pleurotus* (higher basidiomycetes). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 15(6).

- Sewu, D. D., Jung, H., Kim, S. S., Lee, D. S., & Woo, S. H. (2019). Decolorization of cationic and anionic dye-laden wastewater by steam-activated biochar produced at an industrial-scale from spent mushroom substrate. *Biore-source Technology*, 277, 77-86.
- Sharma, N., & Singhvi, R. (2017). Effects of chemical fertilizers and pesticides on human health and environment: a review. *International Journal of Agriculture, Environment And Biotechnology*, 10(6), 675-680.
- Sharma, H. S. S., Furlan, A., & Lyons, G. (1999). Comparative assessment of chelated spent mushroom substrates as casing material for the production of *Agaricus bisporus*. *Applied microbiology and biotechnology*, 52(3), 366-372.
- Singh, U. B., Malviya, D., Khan, W., Singh, S., Karthikeyan, N., Imran, M., ... & Oh, J. W. (2018). Earthworm grazed-Trichoderma harzianum biofortified spent mushroom substrates modulate accumulation of natural antioxidants and bio-fortification of mineral nutrients in tomato. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1017.
- Sönmez, İ. (2017). Atık mantar kompostunun domates fidelerinin gelişimi ve besin içerikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(1), 59-63.
- Stewart, D. P. C., Cameron, K. C., & Cornforth, I. S. (1998). Effects of spent mushroom substrate on soil chemical conditions and plant growth in an intensive horticultural system: a comparison with inorganic fertiliser. *Soil Research*, 36(2), 185-198.
- Uzun, I. (2004). Use of spent mushroom compost in sustainable fruit production. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12, 157-165.
- Vahid Afagh, H., Saadatmand, S., Riahi, H., & Khavari-Nejad, R. A. (2019). Influence of spent mushroom compost (SMC) as an organic fertilizer on nutrient, growth, yield, and essential oil composition of German chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(5), 538-548.
- Van Tam, N., & Wang, C. H. (2015). Use of spent mushroom substrate and manure compost for honeydew melon seedlings. *Journal of Plant Growth Regulation*, 34(2), 417-424.
- Velusami, B., Jordan, S. N., Curran, T. P., & Grogan, H. (2021). Fertiliser characteristics of stored spent mushroom substrate as a sustainable source of nutrients and organic matter for tillage, grassland and agricultural soils. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*.
- Wang, H. W., Xu, M., Cai, X. Y., Feng, T., & Xu, W. L. (2020). Application of spent mushroom substrate suppresses Fusarium wilt in cucumber and alters the composition of the microbial community of the cucumber rhizosphere. *European Journal of Soil Biology*, 101, 103245.
- Wang, H. W., Xu, M., Cai, X. Y., & Tian, F. (2021). Evaluation of soil microbial

communities and enzyme activities in cucumber continuous cropping soil treated with spent mushroom (*Flammulina velutipes*) substrate. *Journal of Soils and Sediments*, 21(8), 2938-2951.

Wever, G., Van Der Burg, A. M. M., & Straatsma, G. (2004). Potential of adapted mushroom compost as a growing medium in horticulture. In *International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics 697*, pp. 171-177.

White, P.J., Crawford, J.W., Alvarez, M.C.D. and Moreno, R.G. 2014. Soil management for sustainable agriculture. *Applied and Environmental Soil Science* 2014: 1–2.

Williams, B. C., McMullan, J. T., & McCahey, S. (2001). An initial assessment of spent mushroom compost as a potential energy feedstock. *Bioresource Technology*, 79(3), 227-230.

Xu, S. Y., Wei, J. K., Xue, F. Y., Li, W. C., Guan, T. K., Hu, B. Y., ... & Zhang, G. Q. (2022). Microbial inoculation influences microbial communities and physicochemical properties during lettuce seedling using composted spent mushroom substrate. *Applied Soil Ecology*, 174, 104418.

Zhang, R. H., Zeng-Qiang, D. U. A. N., & Zhi-Guo, L. I. (2012). Use of spent mushroom substrate as growing media for tomato and cucumber seedlings. *Pedosphere*, 22(3), 333-342.

Zepeda–Bastida, A., Ojeda-Ramirez, D., Soto-Simental, S., Rivero-Perez, N., & Ayala-Martínez, M. (2016). Comparison of antibacterial activity of the spent substrate of *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes*. *Journal of Agricultural Science*, 8(4), 43-49.