

Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Akademik Araştırmalar

Editörler

Prof. Dr. İsmet Daşdemir
Prof. Dr. Ali Musa Bozdoğan

Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Akademik Araştırmalar

Editörler

Prof. Dr. İsmet Daşdemir

Prof. Dr. Ali Musa Bozdoğan

İmtiyaz Sahibi
Platanus Publishing®

Editör
Prof. Dr. İsmet Daşdemir & Prof.. Dr. Ali Musa Bozdoğan

Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya
Platanus Yayın Grubu

Birinci Basım
Haziran, 2025

Yayımcı Sertifika No
45813

ISBN
978-625-6634-51-0

©copyright
Bu kitabın yayım hakkı Platanus Publishing'e aittir. Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Adres: Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B, 06480,
Mamak, Ankara, Türkiye.

Telefon: +90 312 390 1 118
web: www.platanuspublishing.com
e-mail: platanuskita@gmail.com



Platanus Publishing®

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1.....	5
Sivas İlinde Yetişen Bazı Endemik	
Tıbbi ve Aromatik Bitkiler	
Yusuf Akgül & Asuman Kaplan Evlice	
BÖLÜM 2.....	33
Hayvan Refahına Etik Yaklaşımların Tarihsel Gelişimi	
Perihan Beyza Darıdere & Elif Rabia Şanlı & Serkan Özkaya	
BÖLÜM 3.....	57
Biyogübreler ve Sürdürülebilir Tarımdaki Rolü	
Birol Taş	
BÖLÜM 4.....	73
Yonca (<i>Medicago sativa</i> L.) Yetiştiriciliği	
Derya Güloğlu	
BÖLÜM 5.....	89
Oxford Nanopore Uzun Okuma Teknolojisi ve Hayvancılıkta Kullanım Potansiyeli	
Özlem Durğun & Selahaddin Kiraz	
BÖLÜM 6.....	103
Marulda (<i>Lactuca sativa</i> L.) <i>Botrytis cinerea</i>'ya Karşı Biyolojik Mücadeleye Alternatif Çevre Dostu Yaklaşımlar	
Nuray Özer & Ömer Ümit Okçu	
BÖLÜM 7.....	119
Farklı Seslerin Bitki Patojeni Funguslar Üzerine Etkileri	
Nuray Özer & Ömer Ümit Okçu & Arda Göksu	
BÖLÜM 8.....	137
Organik Hayvancılık	
Tugay Ayaşan & Esra Kaya & Mervenur Şakacı	

BÖLÜM 9 153

Su Kaynaklarında Mikroplastik Kirliliğine Genel Bakış

Pınar Yıldırım

BÖLÜM 10 165

Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Farklı Ekim Zamanlarının Tane Verimi ve Verimle İlişkili Özellikler Üzerine Etkileri

Muhammed Türkel & Abdullah Öktem

BÖLÜM 11 187

Su Kaynakları Yönetiminde İklim Değişikliğinin Rolü: Havza Temelli Su Ürünleri Yönetimi

Mustafa İlker Sürer & Nilüfer Yazıcı

BÖLÜM 12 195

Hastalık ve Zararlılara Karşı Sebzelerde Aşılı Fide Kullanımının Değerlendirilmesi

Garip Yarşı & Gülay Zulkadir

BÖLÜM 13 205

Akustik Uyarı Cihazlarının (Pinger) Balıkçılıkta Kullanımı

Adnan Tokaç

BÖLÜM 14 213

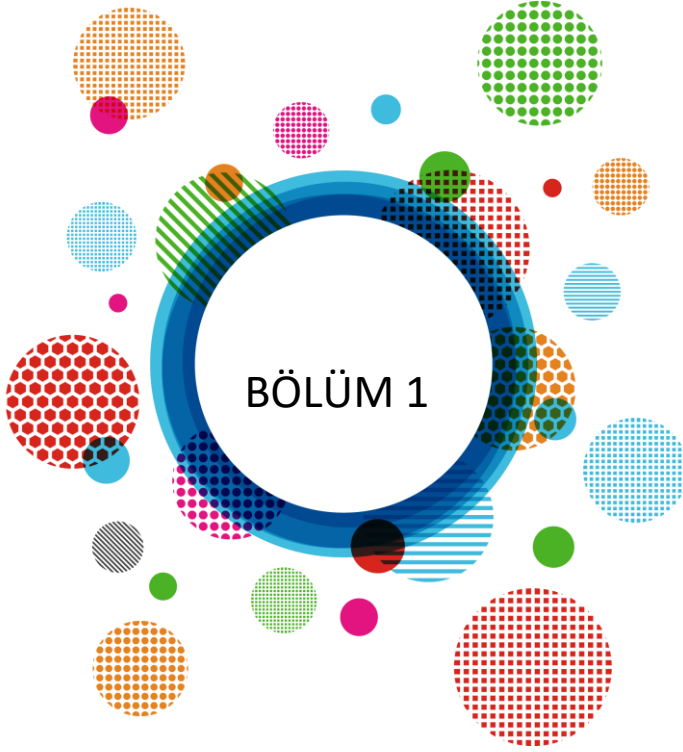
Sürdürülebilir Balık Sağlığında Nanoteknolojiye Dayalı Uygulamalar: Biyosentezlenmiş Nanopartiküllerin Kullanımı

Pınar Yıldırım & Ayşegül Kubilay

BÖLÜM 15 233

Sucul Ekosistemlerde Bozulma Süreçleri ve Sürdürülebilir Koruma Yaklaşımları

Naime Filiz Karadaş



Sivas İlinde Yetişen Bazı Endemik Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

Yusuf Akgül¹ & Asuman Kaplan Evlice²

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sivas, Türkiye.
Orcid ID: 0009-0005-1695-0021

² Doç. Dr., Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi,
Tarla Bitkileri Bölümü, Sivas, Türkiye.

GİRİŞ

Ülkemiz, Avrupa ve Asya kıtalarının kesişim noktasında yer alması ve Akdeniz, İran-Turan fitocoğrafik bölgeleri ile Avrupa-Sibiryası bölgesinin kavşak alanında bulunması sayesinde, farklı vejetasyon tiplerine sahip zengin bir floraya ev sahipliği yapmaktadır. Bu özel coğrafi konumun yanı sıra, topoğrafyanın kısa mesafelerde değişmesi, farklı jeolojik ve jeomorfolojik yapılar, çeşitli toprak ve ana kaya tipleri ile farklı iklim tiplerinin etkisi altında olması, bu topraklarda çok çeşitli bitki türlerinin yetişmesine imkân tanımaktadır. Ülkemiz, zengin bitki çeşitliliği ve benzersiz bitki türleriyle kuzey yarım kürenin önemli bitki alanları arasında yer almaktadır (Özhatay vd., 2003).

Dünya genelinde toplam 422.000 bitki türü bulunmakta olup, bunlardan 52.885 tür, tıbbi ve aromatik özellik taşımaktadır. Tıbbi ve aromatik bitki türü sayısında 4.941 tür ile Çin ilk sırada yer alırken, onu 3.000 türle Hindistan, 2.564 türle Amerika Birleşik Devletleri, 1.800 türle Vietnam, 1.200 türle Malezya ve 1.000 türle Endonezya izlemektedir. Türkiye’de ise bu türlerin sayısı 500 civarındadır (FAO, 2015). Türkiye florası, 10.000’in üzerindeki bitki türüyle Avrupa kıtasının toplam bitki çeşitliliğine (yaklaşık 12.000 tür) oldukça yaklaşmakta ve büyük bir biyolojik çeşitlilik sergilemektedir. Türkiye’deki bitki örtüsünün yaklaşık üçte birini aromatik bitkiler oluştururken, 3.000 civarında bitki türü de endemiktir (Başer, 1997). Türkiye’de her üç bitkiden bir tanesi endemik (bölgeye özgü) olmak üzere, neredeyse 9500 çiçekli bitkilerden ve eğreltiden oluşmuş çok zengin bir bitki türü çeşitliliğini bünyesinde ihtiva eder. Anadolu’da bulunan yaklaşık olarak 9500 bitki türünün 3000’den fazlası endemik türdür. Yani yalnızca Türkiye’ye özgüdür (Acartürk, 1997).

Tıbbi ve aromatik bitkiler; ilaç, gıda, baharat ve kozmetik gibi çeşitli amaçlarla kullanılan ve insanlık tarihi boyunca benzer işlevler için değerlendirildiği bilinen bitki türleridir. Bu bitkilerin bir kısmı doğadan toplanmakta, bir kısmı ise kültüre alınarak tarımsal üretimi gerçekleştirilmektedir. Ancak, özellikle tedavi amaçlı kullanılan bitkilerin önemli bir bölümü doğadan toplanmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin en dikkat çekici ve araştırmalara en fazla konu olan yönü, tedavi edici özellikleridir. Bitkilerle tedavi; geleneksel tedavi, tamamlayıcı tedavi ve doğal tedavi gibi farklı isimlerle, özellikle gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere, dünya genelinde yaygın şekilde uygulanmaktadır. Bitkilerle tedaviye ilişkin ilk kayıtlara M.Ö. 5000’li yıllarda Mezopotamya uygarlığında rastlanmakta olup, bu dönemde yaklaşık 250 bitkisel drog kullanıldığı tespit edilmiştir (Demirezer, 2010).

Ülkemizde aktar raflarında yaklaşık 300 bitki türü satılmakta ve bunlardan 70 ila 100 kadarı ihraç edilmektedir (Başer, 1997). Ülkemizde ticareti yapılan ve tüketilen tıbbi ve aromatik bitkilerin büyük bir kısmı doğadan toplama yoluyla elde edilmekte olup, kültürel yolla üretilen tıbbi ve aromatik bitkiler de vardır.

Türkiye, dünya genelinde kekik ve haşhaş üretiminde ön sıralarda yer almaktadır. Haşhaş ekimi, Birleşmiş Milletler Teşkilatı'nın denetimi altında yürütülmekte olup, yasal ana üretici ülkeler arasında Türkiye, Avustralya, Hindistan, İspanya, Fransa ve Macaristan bulunmaktadır. Özellikle Hindistan ve Türkiye, Birleşmiş Milletler Teşkilatı tarafından geleneksel haşhaş üreticisi ülkeler olarak kabul edilmektedir (TMO, 2015).

Tablo 1’de 2020 ile 2023 yılları arasında Türkiye’de kültürel yolla üretimi yapılan bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin ekiliş alanları ve üretilen miktarları verilmiştir. En geniş ekim alanına sahip ürünler 2020 yılında haşhaş, kimyon ve kekik iken, 2021-2023 yıllarında ise haşhaş ve kekik olmuştur. Üretim miktarları incelendiğinde ise, 2020 ve 2021 yıllarında en fazla üretim sırasıyla kekik, haşhaş ve gül bitkilerinden elde edilmiştir. 2022 yılında kekik, gül ve haşhaş, 2023 yılında ise kekik, gül ve kimyon bitkilerinde en fazla üretim gerçekleşmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye’de yetiştirilen bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin son 4 yıla ait ekim alanları ile üretim miktarları (TÜİK, 2023)

Bitki Adı	2020		2021		2022		2023	
	Ekiliş (da)	Üretim (ton)	Ekiliş (da)	Üretim (ton)	Ekiliş (da)	Üretim (ton)	Ekiliş (da)	Üretim (ton)
Adaçayı	6655	1271	9326	1848	12781	2356	16755	3133
Anason	155317	10716	110712	6936	87616	5878	60244	4521
Çemen	6521	713	7326	816	8903	1044	10746	1313
Çörek otu	33773	3412	83915	6435	108029	10089	53358	5386
Gül (yağlık)	41320	18202	41046	18020	41675	19879	42463	19912
Haşhaş (kapsül)	461252	20542	516721	21037	411591	12240	222549	4922
Kekik	184711	23866	199573	21174	218330	33849	216137	30129
Kimyon	212132	13926	155122	8386	131100	8130	164944	11480
Kişniş	2455	188	2612	253	1571	204	1932	222
Lavanta	22188	3499	35810	6108	47176	7722	52329	9509
Oğul otu (melisa)	284	150	534	266	702	324	650	253
Rezene	22204	4365	13285	2503	11875	2323	8154	1108
Salep	0	0	193	82	262	117	328	131
Sümpürge otu	6860	1788	7174	1911	7072	2060	5355	1405
Şerbetçi otu	3308	1908	3185	1861	1828	1051	1319	758

Sivas ilinin topografyası, batıdan doğuya doğru artan yükseltiyle birlikte genel olarak yayla karakteri sergileyen bir yapı arz etmektedir. Dağlar arasında yer alan vadiler, çukur alanlarda oluşan ovalar ve yüksek düzlükler, ilin başlıca coğrafi özellikleri arasında yer almaktadır. İlin önemli akarsu kaynakları Kızılırmak ve Yeşilirmak’tır. Sivas topraklarında; Kızılırmak havzası bölümünde karasal iklim, Yeşilirmak havzası bölümünde Karadeniz iklimi, Fırat havzası bölümünde ise

Doğu Anadolu iklimi hüküm sürmektedir. Meteorolojik verilere göre, ilde ortalama yıllık yağış miktarı 362,9 mm, ortalama en yüksek sıcaklık 36,1 °C, ortalama en düşük sıcaklık -23,1 °C ve ortalama bağıl nem oranı yaklaşık %59'dur (Anonim, 2006).

Sivas ili, toplam 2.848.767 hektarlık bir yüzölçümüne sahip olup, bu alanın %43'ü tarım arazisi, %42'si çayır ve mera, %12'si orman ve fundalık, %3'ü ise tarım dışı alanlardan oluşmaktadır. İlin topraklarının %65'inin tarıma elverişsiz V-VIII. sınıf arazilerden meydana gelmesi, Sivas'ın tarımsal gelişimini kısıtlayan başlıca faktörlerden biridir. Tarımsal faaliyetler ağırlıklı olarak I-IV. sınıf tarım arazilerinde, yani toplam 986.518 dekar alanda gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2006). Bu durum, ilin tarımsal üretim potansiyelinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Tablo 2'de 2020 ile 2023 yılları arasında Sivas'ta kültürel yolla üretimi yapılan bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin ekilen alan ve üretilen miktarlar belirtilmiştir. Yıllık ekili alan ve üretim miktarları incelendiğinde kimyon üretiminin Sivas'ta ilk sırada olduğu, çemen ise kimyondan sonra en çok üretilen ürün olmuştur.

Tablo 2. Sivas'ta yetiştirilen bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin ekim alanları ile üretim miktarları (TÜİK, 2023)

Bitki Adı	2020		2021		2022		2023	
	Ekiliş (da)	Üretim (ton)	Ekiliş (da)	Üretim (ton)	Ekiliş (da)	Üretim (ton)	Ekiliş (da)	Üretim (ton)
Adaçayı	0	0	22	8	22	8	16	6
Anason	418	42	50	5	52	6	53	6
Çemen	1109	108	1262	118	2079	234	1948	230
Çörek otu	236	23	1066	105	680	67	725	78
Kimyon	3397	284	6838	610	2721	255	3540	343
Lavanta	101	11	214	20	273	23	255	23

SİVAS İLİNDE YETİŞEN BAZI ENDEMİK TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLER

Alıç

Rosaceae familyasına ait olan *Crataegus* genusundaki bitkilerin müşterek adı olan alıç, ılıman iklim bölgelerine uyum sağlamış, büyük ve dikenli çalı veya ağaç formunda olup, yabani meyve cinsidir (Pan vd., 2012). Alıcın dünyada 280'e yakın türü bulunup, Türkiye'de doğal olarak 17 türü ve çok sayıda taksonu dağılım göstermektedir (Bayar ve Deligöz, 2016). Anadolu'da en fazla dağılım gösteren alıç türü *C. monogyna* olup, beraberinde *C. azarolus* ve *C. orientalis* türlerine de çokça rastlanmaktadır. Özellikle, *C. azarolus* türünden iri meyvelilerin yetiştiriciliğinin, yaygınlaştığı bilinmektedir (Çalışkan vd., 2012). Türkiye'de alıç türleri genelde sirke, meyve suyu ve reçel üretiminde kullanılmak üzere ve sofralık tüketim amacıyla yetiştirilmektedir. Alıç, yaprak, meyve ve çiçekleri; triterpen asitler, kardiyotoksinler, oligomerik proantosiyanidinler, steroller, organik asitler ve flavonoidler gibi bileşenler içerir. Yüksek flavonoid ihtiva etmesiyle antioksidan özellik gösterir (Chang vd., 2002). Sivas ilinde endemik olarak yetişen 10 adet alıç türü bulunmaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. Sivas ilinde endemik olarak yetişen alıç türleri

Familiya	Cins	Tür	Türkçe adı
<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus x bornmuelleri</i>	kızlar yemişi
<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus x browicziana</i>	haziran ağacı
<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus christensenii</i>	pek süslülük
<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus heterophylloides</i>	yar yemişeni
<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus peshmenii</i>	peşmen alıcı
<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus rhipidophylla</i> var. <i>kutahyaensis</i>	
<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus tanacetifolia</i>	kotan alıcı
<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus turcicus</i>	türk alıcı
<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus yaltirikii</i>	efe alıcı
<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus x yosgatica</i>	yozgat alıcı

Adaçayı

Latince *salvare*'nin türkçesi kurtulmak ve iyileşmek manasına gelmekte olup, *Salvia* genusu eski zamanlardan bu yana çok farklı amaçlarla kullanılmıştır. Bu genus, dünya genelinde doğadan toplanan ve kültüre alınarak yetiştiriciliği yapılan tıbbi ve aromatik bitki türlerini ihtiva eder. Ülkemizde 92 taksonu bulunan *Salvia L.* türlerinin 47 tanesi endemik olup, bu türlerin çoğunluğu İran-Turan ve Akdeniz fitocoğrafik bölgelerinde yayılım göstermektedir (Güner vd., 2012). İngiliz Farmakopuna göre resmi bir ilaç olarak kabul edilmiş *Salvia officinalis* (tıbbi adaçayı) türü, enternasyonal ticarete önemli bir konuma sahiptir (Topçu, 2006). Tıbbi adaçayı olarak da anılan bu tür, Türkiye'de doğal yayılış göstermemekte, ancak Avrupa'nın orta ve güney bölgeleri ile Balkanların batısında, bilhassa Dalmaçya ve Makedonya'da doğal olarak yayılım göstermektedir (Güner vd., 2012). Türkiye'de adaçayı ihracatının çoğunluğunu

doğadan toplama ile elde edilen büyük çiçekli adaçayı (*S. tomentosa*) ve Anadolu adaçayı (*S. fruticosa*) türleri oluşturur (Karakuş, Baydar ve Erbaş, 2017). *Lamiaceae* (ballıbabagiller) familyasına ait bazı türlerin de üretimi ve ticareti yapılmaktadır. Dünya’da adaçayının uçucu yağı ve drog olarak kullanılan yaprakları, geleneksel veya alternatif tıpta bitkisel ilaç olarak, kozmetik ve parfümeri sanayide ve gıda katkı maddelerinin üretiminde kullanılmaktadır (Elmas ve Elmas, 2021). Sivas ilinde endemik olarak yetişen 58 adet adaçayı türü bulunmaktadır (Tablo 4).

Tablo 4. Sivas ilinde endemik olarak yetişen adaçayı türleri

Familya	Cins	Tür	Türkçe adı
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia nydeggeri</i>	sarı elmacık
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia pilifera</i>	etekli şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia absconditiflora</i>	kara şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia adenocaulon</i>	kızlaryülmesi
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia adenophylla</i>	poruk
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia albimaculata</i>	hoşdudak
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia anatolica</i>	ana şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia aucheri</i> subsp. <i>aucheri</i>	mavi şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia aucheri</i> subsp. <i>canescens</i>	koramaz
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia aytachii</i>	ay şalbası
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia ballsiana</i>	gerger şalbası
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia blepharochlaena</i>	hoş şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia brachyantha</i> subsp. <i>tankutiana</i>	gönül şalbası
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia cadmica</i> var. <i>cadmica</i>	
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia cadmica</i> var. <i>bozkiriensis</i>	
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia caespitosa</i>	kırk şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia cedronella</i>	sarı şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia cerino-pruinosa</i>	çıplak şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia chionantha</i>	kılıç şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia chrysophylla</i>	boz şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia cilicica</i>	narın galabor
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia cyanescens</i>	mor galabor
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia dichroantha</i>	kutnu
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia divaricata</i>	saplı şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia ekimiana</i>	bey şalbası
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia eriophora</i>	yünlü şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia ertekinii</i>	er şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia euphratica</i> var. <i>euphratica</i>	
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia euphratica</i> var. <i>leiocalycina</i>	
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia freyniana</i>	göl şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia halophila</i>	tuz şalbası
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia haussknechtii</i>	öksüz şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia hedgeana</i>	bodur şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia heldreichiana</i>	ayaklı şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia huberi</i>	meryemiye
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia hypargeia</i>	siyahot
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia kronenburgii</i>	van şalbası
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia longipedicellata</i>	duvaklı şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia marashica</i>	maraş adaçayı
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia modesta</i>	yoksul şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia odontochalmys</i>	kulaklı şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia pisdica</i>	benli şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia potentillifolia</i>	sarı poruk
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia pseudeuphratica</i>	keban adaçayı
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia quezelii</i>	limon adaçayı
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia recognita</i>	puslu şalba

<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia reeseana</i>	kır şalbası
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia rosifolia</i>	göl meryemiye
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia sericeotomentosa</i> var. <i>hatayica</i>	
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia sericeotomentosa</i> var. <i>Sericeotomentosa</i>	
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia siirtica</i>	siirt adaçayı
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia smyrnaea</i>	nif şalbası
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia tchihatcheffii</i>	kekik şalbası
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia tigrina</i>	musa adaçayı
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia tobeyi</i>	yayla şalbası
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia vermifolia</i>	ince şalba
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia wiedemannii</i>	sultantacı
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia yosgadensis</i>	bozok şalbası

Anason

Ülkemizde *Apiaceae* (maydonozgiller) familyası 100 genusla temsil edilmektedir. Türkiye’de bu familyaya ait *Pimpinella* L. genusunda 6’sı endemik olmak üzere toplamda 27 tür, 3 tanesi endemik olmak üzere ise toplam beş alttür ve 3 tanesi endemik olan toplam 5 adet varyete bulunmaktadır. Ülkemiz florasında türler, alt türler ve varyeteler dâhil olmak üzere, 10’u endemik olmak üzere toplam 37 takson doğal olarak yayılım göstermektedir (Güner vd., 2012). Anason (*P. anisum* L.), tek yıllık, otsu ve beyaz çiçekli bir bitki türüdür. Bitki boyu yaklaşık 30–50 cm arasında değişmekte olup, çiçekleri şemsiye formundadır. Meyveleri 3–6 mm uzunluğunda ve 1–3 mm genişliğinde olup, ters armut şeklinde, kısa saplı, gri-yeşil veya yeşilimsi-sarı renkte ve tüylü yapıdadır (Orav vd., 2008). Anason bitkisinden elde edilen uçucu yağ asitleri, hafif balgam söktürücü (ekspektoran), idrar arttırıcı (diüretik), gaz giderici (karminatif) gibi kullanım alanlarının yanında spazm çözücü (antispazmodik) ve antiseptik özelliklere sahiptir (Bown, 2001). Ayrıca mide rahatsızlıklarında, astım hastalığında ve nefes darlığında tedavi edici özellik gösterir (Zeybek ve Zeybek, 1994). Anason bitkisinin meyveleri ve elde edilen uçucu yağı, tıbbi olarak kullanımının yanında işlenmiş gıda sektöründe; ekmek, kek, kurabiye, çörek, poğaç ve şeker gibi ürünlerde çokça kullanılmaktadır. Aynı zamanda kozmetik sanayide diş macunu gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca, yoğun aromatik kokulara sahip olan, çeşitli alkollü içeceklerle tat ve koku verme amacıyla belirli miktarlarda katılmaktadır (Hänsel vd., 1999). Sivas ilinde 7 adet endemik anason türü bulunmaktadır (Tablo 5).

Tablo 5. Sivas ilinde endemik olarak yetişen anason türleri

Familya	Cins	Tür	Türkçe adı
<i>Apiaceae</i>	<i>Pimpinella</i>	<i>Pimpinella anisetum</i>	ezeltere
<i>Apiaceae</i>	<i>Pimpinella</i>	<i>Pimpinella anthriscoides</i> var. <i>cruciata</i>	
<i>Apiaceae</i>	<i>Pimpinella</i>	<i>Pimpinella cappadocica</i> var. <i>cappadocica</i>	
<i>Apiaceae</i>	<i>Pimpinella</i>	<i>Pimpinella flabellifolia</i>	yel anasonu
<i>Apiaceae</i>	<i>Pimpinella</i>	<i>Pimpinella isaurica</i> subsp. <i>isaurica</i>	hanifecikotu
<i>Apiaceae</i>	<i>Pimpinella</i>	<i>Pimpinella isaurica</i> subsp. <i>sumbuliana</i>	bey anasonu
<i>Apiaceae</i>	<i>Pimpinella</i>	<i>Pimpinella tunceliana</i>	munzur anasonu

Kekik

Dünya’da *Thymus* genusuna ait tür sayısı yaklaşık 220’dir ve Ülkemizde ise 39 tür (58 takson) bulunmaktadır. *Thymbra* genusunun ise 12 kadar türü olup, Türkiye’de 2 tür (4 takson) bulunmaktadır. *Satureja* genusunun ise 30 kadar türü bulunmaktadır ve Türkiye’de 13 tür (14 takson) mevcuttur. *Origanum* genusuna ait tür sayısıysa 43’tür ve Türkiye’de 23 tür (26 takson) bulunmaktadır. Ayrıca, Türkiye’de *Coridothymus* genusunda tek bir tür mevcuttur. Türkiye’de *Lamiaceae* (ballıbabagiller) ailesine ait türlerin %44,2’si, *Thymus* genusuna ait türlerin %52,6’sı ve *Origanum* genusuna ait türlerin %65,2’si endemiktir. Bu veriler, Türkiye’nin bu genuslar açısından zenginliğini kanıtlamaktadır. Aynı zamanda ülkemizin bu genusların gen merkezi olduğunu da gösterir (Davis, 1988).

İnsanlar eskiden, kuru kekiğin yakıldığında evin kirli havasını temizlediğine ve veba hastalığından koruduğuna inanırlardı. Et yemeklerine tat katmakla beraber ızgara et ürünlerinde de sıkça kullanılır. Ayrıca, astım ve boğmaca benzeri öksürüklü hastalıklarda şifalı olduğu ve spazm çözücü etkisiyle bronşları açtığı da bilinmektedir. I. Dünya Savaşında kekik bitkisinden elde edilen yağın antiseptik özelliğinden faydalanma amacıyla kullanıldığı ve bu özelliği sayesinde kekik yağının ağız içi aftlarında ve dişeti iltihaplarında gargara olarak kullanılabileceği belirtilmektedir. Tıpta ve eczacılıkta, kan dolaşımını düzenleyici, rahatlatıcı, kansızlık, kellik, boğmaca hastalığında, diş ağrılarında, bazı kadın hastalıklarında, uyuz hastalığında, mide rahatsızlıklarında, bel ağrılarında ve romatizmal hastalıklarda kullanılmıştır. Son yıllarda, gıda maddelerinin muhafazasında ve raf ömürlerinin uzatılmasında antimikrobiyal ve antioksidan özelliğinden dolayı bozulmayı ve acılaşmayı önlediği bildirilmiştir. Ayrıca, arılarda hastalık ve zararlılarının kontrolünde de kullanılmaktadır (İlisulu, 1992). Sivas ilinde 18 adet endemik kekik türü bulunmaktadır (Tablo 6).

Tablo 6. Sivas ilinde endemik olarak yetişen kekik türleri

Familya	Cins	Tür	Türkçe adı
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus argaeus</i>	erciyes kekiği
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus artvinicus</i>	çoruh kekiği
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus aznavourii</i>	zarif kekiik
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus bornmuelleri</i>	ulu kekiik
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus brachychilus</i>	mor kekiik
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus canoviridis</i>	dadaş kekiği
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus cappadocicus</i>	taş kekiği
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus cariensis</i>	çam kekiği
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus cherlerioides</i>	kaz kekiği
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus convolutus</i>	eğin kekiği
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus haussknechtii</i>	fırat kekiği
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus leucostomus</i>	ana kekiik
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus pallasicus</i>	boz kekiik
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus pectinatus</i>	sivas kekiği
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus pulvinatus</i>	yer kekiği
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus revolutus</i>	kum kekiği
Lamiaceae	<i>Thymus</i>	<i>Thymus spathulifolius</i>	kaşık kekiği

Çemen

Çemen bitkisi (*Trigonella foenum graecum* L.), baklagiller (*Fabaceae*) ailesine özgü tek yıllık bir bitkidir. Anadolu'da "buy otu" olarak da bilinen bu bitki, dünya üzerinde geniş bir alanda dağılım göstermekle beraber, *Trigonella* genusu daha çok Akdeniz çevresinde yayılım gösterip, 50 kadar tür içermektedir. Bu türlerden 45'i ülkemizde doğal olarak yetişmekte olup, bunlar arasında *Trigonella foenum graecum* L. türünün kültürü gerçekleştirilmektedir (Arslan vd., 1989).

Çemen bitkisi tohumlarının bileşiminde %27 protein, %7-10 yağ, %1 trigonellin alkaloidi, flavonoidler ve azotlu bileşikler bulunur (Akgül, 1993). Bunların yanında, çemen bitkisinin tohumlarında uçucu yağ, fosforlu bileşikler, nikotinamit, kolin ve fitin de vardır (Kızıl ve Arslan, 2003).

Çemen tohumları halk arasında, bağırsak yumuşatıcı, tahriş giderici, balgam söktürücü, gaz giderici olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, ateş düşürücü, bronşit giderici ve kan şekeri düşürücü etkide bulunmasından dolayı şeker hastalığında kullanımı artmaktadır. Çemen tohumlarının tedavi edici özellikte olmasında, trigonellin alkaloidlerinin varlığı önemli bir rol oynamaktadır (Baytop vd., 2003). Sivas ilinde 10 adet endemik çemen türü bulunmaktadır (Tablo 7).

Tablo 7. Sivas ilinde endemik olarak yetişen çemen türleri

Familya	Cins	Tür	Türkçe adı
<i>Fabaceae</i>	<i>Trigonella</i>	<i>Trigonella cassia</i>	halbet
<i>Fabaceae</i>	<i>Trigonella</i>	<i>Trigonella cilicica</i>	toros boyotu
<i>Fabaceae</i>	<i>Trigonella</i>	<i>Trigonella coerulescens subsp. kemerensis</i>	kum çemenotu
<i>Fabaceae</i>	<i>Trigonella</i>	<i>Trigonella isthmocarpa</i>	dil boyotu
<i>Fabaceae</i>	<i>Trigonella</i>	<i>Trigonella kotschy</i>	akboyotu
<i>Fabaceae</i>	<i>Trigonella</i>	<i>Trigonella lycica</i>	yiğit boyotu
<i>Fabaceae</i>	<i>Trigonella</i>	<i>Trigonella macrorrhyncha</i>	boyotu
<i>Fabaceae</i>	<i>Trigonella</i>	<i>Trigonella plicata</i>	koca boyotu
<i>Fabaceae</i>	<i>Trigonella</i>	<i>Trigonella pseudocapitata</i>	kavruk boyotu
<i>Fabaceae</i>	<i>Trigonella</i>	<i>Trigonella velutinoides</i>	karaman boyotu

Çörek Otu

Nigella cinsi, *Ranunculaceae* (Düğünçiçeğigiller) familyasına aittir. Batı Asya, Doğu Akdeniz ülkeleri ve Doğu ve Güney Avrupa kökenlidir. Bu cins, toplamda 20 türü içermektedir ve bunlardan 12 türü ülkemizde bulunmaktadır. Geçmiş yıllardan beri çörek otu tohumları halk arasında tedavi edici özelliği nedeniyle kullanılmakta olup, yaygın olarak bilinen bir baharat bitkisidir (Küçükemre, 2009).

Son yıllarda modern tıpta çörekotu tohumu yağının antitümör, antibakteriyel, kan şekeri düşürücü, yatıştırıcı, sakinleştirici, düz kasları gevşetici ve ağrı kesici etkilerinden dolayı yoğun bir şekilde kullanıldığı bilinmektedir (Nickavar vd., 2003). Sivas ilinde 5 adet endemik çörekotu türü bulunmaktadır (Tablo 8).

Tablo 8. Sivas ilinde endemik olarak yetişen çörekotu türleri

Familya	Cins	Tür	Türkçe adı
<i>Ranunculaceae</i>	<i>Nigella</i>	<i>Nigella arvensis</i> var. <i>anatolica</i>	
<i>Ranunculaceae</i>	<i>Nigella</i>	<i>Nigella arvensis</i> var. <i>oblanceolata</i>	
<i>Ranunculaceae</i>	<i>Nigella</i>	<i>Nigella arvensis</i> var. <i>tauricola</i>	
<i>Ranunculaceae</i>	<i>Nigella</i>	<i>Nigella lancifolia</i>	özge çörekotu
<i>Ranunculaceae</i>	<i>Nigella</i>	<i>Nigella turcica</i>	karaca occanı

Dağ Çayı

Lamiaceae familyasına ait olan *Sideritis* cinsi, subtropikal ve ılıman bölgelerde yaygın olarak bulunan, 20 -75 cm uzunluğunda bir çalıdır. *Sideritis* cinsi en fazla Akdeniz bölgesinde bulunmakla birlikte 150'den fazla türe sahiptir. Türkiye'de *Sideritis* cinsine ait, 46 tür ve 55 takson bulunmaktadır. Bu taksonların 42'si endemik olduğu bilinmektedir (Davis, 1982). Ülkemiz, *Sideritis* cinsinin 2 ana gen merkezinden biri olduğu için endemizm oranı yüksektir (%79.5) (Başer, 2002). Türkiye'de bu bitki genellikle "adaçayı" ve "dağ çayı" olarak bilinir. Dağ çayı halk arasında ağrı kesici, iltihap önleyici, gaz söktürücü, sinir sistemini yatıştırıcı, sakinleştirici, öksürük kesici, spazm giderici ve mide ağrılarını önleyici olarak kullanılmaktadır (Kırimer vd., 1999). Dağ çayının bazı Avrupa ve Balkan ülkelerinde de histeriye ve soğuk algınlığına karşı kullanıldığı bilinmektedir. Son zamanlarda antioksidan etkisinden dolayı bu bitkiye olan talep ve ilgi artmaktadır. Dağ çayından elde edilen metanol ve hexan ekstraktlarının ateş düşürücü etkiye sahip olduğu bilinmektedir (des las Heras vd., 1994). Dağ çayının tıbbi özelliklerinin yanı sıra, bazı *Sideritis* cinsine ait türlerin böcek kaçıracı özelliğine sahip olduğu da tespit edilmiştir (Bondi vd., 2000). Sivas ilinde 40 adet endemik dağ çayı türü bulunmaktadır (Tablo 9).

Tablo 9. Sivas ilinde endemik olarak yetişen dağ çayı türleri

Familiya	Cins	Tür	Türkçe adı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis akmanii</i>	kuyrukçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis albiflora</i>	akçiçekçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis amasiaca</i>	bodurçay
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis arguta</i>	köyçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis argyrea</i>	boz eşekçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis armeniaca</i>	yüzükçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis brevibracteata</i>	hacimemetli çayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis brevidens</i>	gülnar çayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis bilgerana</i>	altınbaş çayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis caesarea</i>	topalçay
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis condensata</i>	kozalıkekik
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis congesta</i>	başakçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis cilicica</i>	kandilçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis dichotoma</i>	çatalçay
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis erythrantha subsp. cedretorum</i>	karlıkçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis erythrantha subsp. erythrantha</i>	morçay
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis galatica</i>	kırçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis germanicopolitana subsp. germanicopolitana</i>	karakurbağa çayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis germanicopolitana subsp. viridis</i>	köseçay
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis gulendamii</i>	hanımçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis hispida</i>	sertçay
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis hololeuca</i>	çalıçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis huber-morathii</i>	şenköy çayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis leptoclada</i>	kızılçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis libanotica subsp. violascens</i>	topuklu çay
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis lycia</i>	kemer çayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis niveotomentosa</i>	duvaklı çay
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis ozturkii</i>	paşaçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis phlomoides</i>	tilkicayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis phrygia</i>	taşlıkçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis pisidica</i>	eldiven çayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis rubriflora</i>	gülçayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis serratifolia</i>	fenekli çayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis sipylea</i>	sipil çayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis stricta</i>	tilkikuyruğu çayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis syriaca subsp. nusairiensis</i>	amanos çayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis tmolea</i>	sivriçay
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis trojana</i>	sarıkız çayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis vulcanica</i>	madençayı
Lamiaceae	<i>Sideritis</i>	<i>Sideritis vuralii</i>	babaçayı

Geven

Baklagiller (*Fabaceae*) ailesinde bulunan geven bitkisi, *Astragalus* genusuna ait bir bitkidir. Asya kıtasında kurak ve yarı kurak alanlarda ve ülkemizin oldukça zengin florası içinde bulunur. Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgemizde 1300-3500 m irtifalarda, İç Ege ve Toros dağlarında ise 1300-2300 m irtifada step, orman ve dağ yamaçlarında dağılım göstermektedir. Geven bitkisi, dağlık alanlarda Ankara, Konya, Çanakkale, Giresun, Elazığ ve Erzurum gibi illerimizde sıkça görülmektedir (Akan vd., 2007). Geven (*Leguminosae*-

Papilionoideae), yaklaşık olarak 2500 türü bulunan ve geniş alanlarda dağılım gösteren bir bitkidir (Maassoumi, 1998). Bazı türleri yastık biçiminde kümeler oluşturup dikenli yapıdadır. Yaprakları tüylü, yaprakçıkları sivri uçlu ve oval yapıdadır. Genelde öbekler halinde beyaz, mor, pembe ya da sarı renkli çiçekleri ve çeşitli yapılarda ve büyüklükte meyvelere (badiç) sahiptir.

Gevenin bağışıklık sistemine olum etki sağladığı bildirilmektedir. Gripe karşı dayanıklılığı artırmakla beraber, hastalığın etki süresini de kısaltır. Çok sayıda geven türü, halk arasında karaciğer koruyucu, antioksidan ve antiviral etkilerinden dolayı kullanılmaktadır. Bu farmakolojik aktivitenin etkinliğinin üç grup kimyasal maddeden kaynaklandığı saptanmıştır: Fenolik bileşikler, polisakkaritler ve saponinler (Rios ve Waterman, 1997). Sivas ilinde 215 adet endemik geven türü bulunmaktadır (Tablo 10).

Tablo 10. Sivas ilinde endemik olarak yetişen geven türleri

Familiya	Cins	Tür	Türkçe adı
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus acicularis</i>	iğne geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus acmonotrichus</i>	çam geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus acmophylloides</i>	bayır geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus adiyamanensis</i>	adiyaman geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus aintabicus</i>	antep geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus akmanii</i>	efe geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus akscheherensis</i>	hoca geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus aladagensis</i>	aladağ geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus albertshoferi</i>	karadağ geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus albicalycinus</i>	akgeven
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus albifolius</i>	süt geven
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus altanii</i>	meşe geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus amoenus</i>	zarif geven
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus angustiflorus</i> subsp. <i>amanus</i>	amanos geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus angustiflorus</i> subsp. <i>anatolicus</i>	ana geven
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus angustifolius</i> subsp. <i>longidens</i>	karın geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus ansinii</i>	bey geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus antalyensis</i>	şişik geven
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus argaeus</i>	erciyes geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus argentophyllus</i>	cerit geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus aydosensis</i>	aydos geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus aytatchii</i>	şah geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus bahcesarayensis</i>	saray geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus baibutensis</i>	eşek geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus bakirdaghensis</i>	bakır geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus balkisensis</i>	belkız geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus barboides</i>	dişlek geven
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus bashkalensis</i>	van geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus baytopianus</i>	baytop geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus beypazaricus</i>	beypazarı geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus bicolor</i> subsp. <i>karpitanus</i>	harput geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus bozakmanii</i>	er geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus cadmicus</i>	baba geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus calvertii</i>	fırat geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus cariensis</i>	kale geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus caudiculatus</i>	sap geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus cedreticola</i>	katran geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus chamardiensis</i>	çamardı geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus chamberlainianus</i>	çember geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus christianus</i> subsp. <i>sintensis</i>	çatal geven
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus chrysochlorus</i>	boncuk geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus cicerellus</i>	kayseri geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus ciloensis</i>	cilo geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus clavatus</i>	çomak geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus columnaris</i>	dik geven
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus commagenicus</i>	nemrut geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus comosoides</i>	hoşap geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus condensatus</i>	sıkgeven
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus consimilis</i>	tire geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus coodei</i>	çubuk geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus crinitus</i>	köse geven
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus cryptocarpus</i>	doğu geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus cymbibracteatus</i>	yastık geven
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus cymbostegius</i>	berit geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus czorochensis</i>	çoruh geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus darendensis</i>	darende geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus davisii</i>	erek geveni
Fabaceae	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus delanensis</i>	delan geveni

<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus demirizii</i>	koçhisar geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus densifolius subsp. ayashensis</i>	ayaş gümüğü
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus depressus var. tasheliensis</i>	
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus dipsaceus</i>	kıllı geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus dirmilensis</i>	dirmil geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus distinctissimus</i>	ayrık geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus diyarbakirensis</i>	yitik geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus dumanii</i>	sultan geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus ekicii</i>	han geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus ekimii</i>	celebi geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus elatus</i>	atgeveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus elazigense</i>	elazığ geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus eliasianus</i>	sankamış geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus ermineus</i>	sansar geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus eubrychioides</i>	azgeven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus fallacinus</i>	yalancı geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus flavescens</i>	sarı geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus friederikeanus</i>	ova geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus gaeobotrys</i>	uşak geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus geocyamus</i>	yer geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus germanicopolitanus</i>	çankırı geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus gevashensis</i>	gevaş geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus gigantostegius</i>	koca geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus globosus</i>	top geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus goeznensis</i>	gözne geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus guzelsuensis</i>	kısa geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus gymnaopecias</i>	müküs geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus gymnobolus</i>	cıvıl geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus hakkariensis</i>	esendere geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus hareftae</i>	püs geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus hartvigii</i>	akdağ geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus haussknechtii</i>	ber geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus helbaekii</i>	köy geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus heldreichii</i>	davraz geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus hirsutus</i>	tüylü geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus horasanicus</i>	horasan geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus huber-morathii</i>	murat geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus humillimus</i>	tosya geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus idae</i>	kazdağı geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus imbricatus</i>	yedi geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus isauricus</i>	hadım geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus karamasicus</i>	korumaz geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus karasarensis</i>	derbent geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus kastamonuensis</i>	kastamonu geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus khokhrjakovii</i>	tekgeven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus kirchhoffiae</i>	şırnak geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus kirshehircus</i>	kırşehir geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus kochakii</i>	koçak geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus lamarckii</i>	eğin geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus latistipulatus</i>	sat geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus leporinus var. hirsutus</i>	
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus leporinus var. leporinus</i>	
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus leucomallophorus</i>	filiz geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus leucothrix</i>	aksak geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus lineatus var. bibracteolatus</i>	
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus listoniae</i>	ankara geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus longisubulatus</i>	telgeven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus longivexillatus</i>	uzunkulak
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus lycanicus</i>	konya geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus lycius</i>	bozkırmumu
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus macrouoides</i>	cemre geveni

<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus mahmutlarensis</i>	ece geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus malatyaensis</i>	malatya geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus mardinensis</i>	mardin geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus melanocarpus</i>	karageven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus melanophrurius</i>	bıyık geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus melitenensis</i>	akça geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus mesogitanus</i>	aydın geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus micropterus</i>	serçe geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus microrchis</i>	fethiye geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus mirus</i>	mir geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus mitchellianus</i>	kütahya geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus mugliensis</i>	muğla geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus munzurensis</i>	munzur geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus nabelekii</i>	ılgaz geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus nervulosus</i>	çizgili geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus neurocarpus</i>	çizik geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus nigrifructus</i>	karameyve
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus nigrocalycinus</i>	karaçanak
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus nigropedunculatus</i>	karasap
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus noaeanus</i>	yeni geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus nydeggeri</i>	karaman geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus olurensis</i>	olur geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus ocephalus subsp. stachyophorus</i>	oğul geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus oreites</i>	batı geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus ovabaghensis</i>	bağ geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus ovalis</i>	tuz geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus panduratus</i>	yurt geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus pelliger</i>	tokgeven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus pennatulus</i>	cuni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus pennatus subsp. eriocalyx</i>	fırça geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus pennatus subsp. pennatus</i>	tarak geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus phrygius</i>	yazılı geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus physodes subsp. acikirensis</i>	acıkr geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus pineticola</i>	koru geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus pisidicus</i>	söğüt geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus polemoniicus</i>	bolaman geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus polhillii</i>	erçek geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus pseudocylindraceus</i>	karasu geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus pseudovegetus</i>	bitlis geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus rausianus</i>	gevrek geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus renzii</i>	burdur geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus roseocalycinus</i>	gölçanak
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus roussaeus</i>	birecik geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus sachanewii</i>	çölemerik geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus sakaryaensis</i>	sakarya geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus sarikamishensis</i>	budaklı geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus scabrifolius</i>	gövdesiz geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus scholerianus</i>	sultandağı geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus schottianus</i>	güleik geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus serpentinicola</i>	salda geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus sibthorpius</i>	uludağ geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus sigmoideus</i>	güdük geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus simonii</i>	rengin geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus sorgerae</i>	dedegöl geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus sparsipilis</i>	dağınık geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus spectabilis</i>	göz geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus spitzenbergeri</i>	elmalı geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus stenosemioides</i>	zirve geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus stenosemius</i>	tül geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus stereocalyx</i>	sertçanak
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus stojani</i>	midyat geveni

<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus strictispinis</i>	diri geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus stridii</i>	demirkazık
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus subhanensis</i>	süphan geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus subuliferus</i>	misir geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus suserianus</i>	şehir geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus syringus</i>	leylak geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus talasseus</i>	talas geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus tatlii</i>	erzurum geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus tauricolus</i>	maden geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus thracicus subsp. afyonicus</i>	afyon geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus tmoleus var. bounacanthus</i>	
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus tmoleus var. tmoleus</i>	
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus tokatensis</i>	tokat geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus tournefortii</i>	kenger geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus trabzonicus</i>	trabzon geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus trachytrichus</i>	ispir geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus trichostigma</i>	tuğ geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus tunceliensis</i>	kalan geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus turcicus</i>	türk geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus turkmenensis</i>	hotamış geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus tuus</i>	kayıp geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus uhlwormianus</i>	hatun geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus vaginans</i>	tavşantopuğu
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus vestitus</i>	kılbasan geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus victoriae</i>	taşpınar geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus viridiformis</i>	yaşgeven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus viridissimus</i>	hamsi geven
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus vulnerariae</i>	civcivotu
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus xerophiloides</i>	kurak geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus yildirimlii</i>	gürsöğüt geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus yilmazii</i>	suğla geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus yusufuliensis</i>	yusufuli geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus zahlbruckneri</i>	kubbe geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus zaraensis</i>	zara geveni
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	<i>Astragalus zederbaueri</i>	ermenek geveni

Gül

Dünyaki gülyağı üretimi yaklaşık olarak 4500 kg, konkret üretimi ise yaklaşık 13000 kg civarındadır. Türkiye, dünya gülyağı üretiminin yaklaşık %48'ini, konkret üretiminin ise yaklaşık %39'unu karşılamaktadır (Kıncı, 2005). Gıda sanayinde pudinglerde (maksimum kullanım miktarı %0.002), sakız ve şekerlemede kullanıldığı gibi, likör ve koku verici meyve esanslarında katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Lezzet ve aroma kazandırmak amacıyla kullanılmasının yanı sıra, deterjan ve sabun sanayilerinde, eczacılık alanında ve antiseptik özelliğinden dolayı pomat üretiminde de kullanılmaktadır (Yalçın, 1988). Gülsuyu ise, parfümeri sanayisinde, gül kremi ve tıraş losyonu üretiminde, şuruplarda, tatlılarda, şekerlemelerde ve alkolsüz yapısı nedeniyle çeşitli dini törenlerde kullanılmaktadır. Gül suyu halk arasında, antiseptik özellikleri nedeniyle gözdeki iltihaplanmalarda, diş ağrılarında, bağırsak bozukluklarında ve egzama tedavisinde kullanılmaktadır (Baytop, 1963). Sivas ilinde 2 adet endemik gül türü bulunmaktadır (Tablo 11).

Tablo 11. Sivas ilinde endemik olarak yetişen gül türleri.

Familya	Cins	Tür	Türkçe adı
Rosaceae	Rosa	<i>Rosa pisiformis</i>	algül
Rosaceae	Rosa	<i>Rosa vanheuckermaniana</i> var. <i>barbata</i>	

Haşhaş

Botanik bilimde haşhaş bitkisi *Papaver somniferum* L. olarak sınıflandırılır. *Papaver* cinsi adı Latince kökenlidir. *Somniferum* tür adı Latince somnus "uyku" ve ferre "getiren" kelimesinin birleşiminden oluşmaktadır. Haşhaş bitkisinin kapsülünden elde edilen afyonun narkotik etkisi bulunmaktadır (Charles, 2013).

Haşhaş kelimesi *Papaveraceae* ailesinde birçok tür için kullanılır. Afyon kelimesi ise *Papaveraceae* ailesine ait en faydalı bitki türlerinden olan *P. somniferum*'dan elde edilen, açık alanda kurutulmuş lateks özütü için kullanılmıştır (Labanca vd., 2018).

Günümüz Anadolu topraklarında *Papaver* cinsinden yaklaşık 40 tür bulunsan bile, *P. somniferum* ekonomik açıdan en önemli türdür (Gümüşçü ve Gümüşçü, 1997).

Haşhaş bitkisi, dik gelişen, otsu yapıda, toprak üstündeki kısımları ise koyu yeşil renkli ve tek yıllık bitkidir. 0,3-1 m derinliğe ulaşabilen kazık kök yapısına sahip ve güçsüz yan kökleri vardır (Özgen vd., 2017). Haşhaş bitkisinin yaprağından kapsülüne kadar olan tüm bölümleri değerlendirilmektedir. Haşhaş tohumundan preslenerek üretilen yağ, gıda sektöründe ve mutfakta kullanılmaktadır (Öztaşan vd., 2017). Haşhaş bitkisinin boya ve kozmetik sanayisinde de kullanıldığı bilinmektedir (Yazıcıoğlu ve Karaali, 1983).

Haşhaş bitkisi, tıbbi alanda ilaç terkiplerinde bulunmaktadır. *Papaverin*'in (*Opium*dan elde edilen alkaloid) kodeinin ve morfinin tersine merkezi sinir sistemine değil de bölgedeki çizgisiz kaslar üzerinde etkili olduğu, kas spazmını çözdüğü, düz kasları gevşettiği ve safra kesesinin tıkanıklıklarında kullanılan ilaçların içerisinde bulunduğu bilinmektedir (Arslan vd., 2008). Sivas ilinde 15 adet endemik haşhaş türü bulunmaktadır (Tablo 12).

Tablo 12. Sivas ilinde endemik olarak yetişen haşhaş türleri

Familya	Cins	Tür	Türkçe adı
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver arachnoideum</i>	kukumavotu
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver argemone subsp. davisii</i>	karagöbek
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver clavatum</i>	şıksıki
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver fugax var. platydiscus</i>	
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver guerlekense</i>	arıgülü
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver lateritium subsp. lateritium</i>	potot
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver persicum subsp. fulvum</i>	kaşıklık
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver pilosum subsp. pilosum</i>	kellâle
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver pilosum subsp. glabrisepalum</i>	köselâle
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver pilosum subsp. strictum</i>	dağ gelinciği
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver pilosum subsp. spicatum</i>	hüthütü
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver pilosum subsp. sparsipilosum</i>	sulugöz
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver somniferum var. pullatum</i>	aklıgiderenot
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver triniifolium</i>	titrekızım
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver yıldirimlii</i>	hüddüdü

Kantaron

Kantaron bitkisi, *Hypericum* ailesine ait 500'den fazla türden biridir. Akdeniz bölgesi, *Hypericum* türleri açısından son derece zengin olmasına rağmen, Asya ve Amerika da birçok endemik *Hypericum* türüne ev sahipliği yapmaktadır (Marrelli vd., 2020). Günümüzde, kronik hastalıklar için bitkisel ürünlerin kullanımı popüler hale gelmiştir ve sarı kantaron bitkisi de bu artan kullanım eğiliminin içindedir. Özellikle hafif ve orta derecede depresyonu olan hastaların tedavisinde *H. perforatum* yaygın olarak kullanılmaktadır (Ng vd., 2017). Bu bitki, içerisinde birçok aktif bileşen barındırmakla birlikte, antibakteriyel, antiseptik, nöroprotektif ve cilt rahatsızlıklarını iyileştirmede dermal aktivite ile menopoz semptomlarını azaltıcı aktivite de sergilemektedir. Bu özellikleri literatür çalışmalarıyla detaylı bir şekilde belgelenmiştir. Yaygın olarak kullanılan bu bitkinin ilaç etkileşimleri de önemli bir konudur. Bitkisel preparatları kullanan bireyler genellikle kalp rahatsızlıkları, diyabet ve hiperlipidemi gibi eşlik eden komorbid hastalıklara sahip olabilirler; bu nedenle, bireyler bu konuda uyarılmalı ve etkileşim riski olmayacak şekilde bitkisel preparatlarının kullanımı teşvik edilmelidir (Soleymani vd., 2017). Sivas ilinde 47 adet endemik kantaron türü bulunmaktadır (Tablo 13).

Tablo 13. Sivas ilinde endemik olarak yetişen kantaron türleri

Familiya	Cins	Tür	Türkçe adı
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum adenotrichum</i>	kızılıcıkotu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum albiflorum</i>	akkantaron
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum auriculatum</i>	toros kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum aviculariifolium</i>	mideotu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum bourgaei</i>	cüce kantaron
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum capitatum</i> var. <i>luteum</i>	
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum confertum</i> subsp. <i>confertum</i>	kuzukıran
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum crenulatum</i>	niğde kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum cymbiferum</i>	has kantaron
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum elongatum</i> var. <i>lythrifolium</i>	
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum fissurale</i>	taş kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum havvae</i>	sultan kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum hedgei</i>	bey kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum heterophyllum</i>	yarayaprağı
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum huber-morathii</i>	özge kantaron
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum ichelense</i>	içel kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum imbricatum</i>	anamur kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum kotschyanum</i>	dümbelek kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum laxiflorum</i>	seyrek kantaron
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum leprosum</i>	sivri kantaron
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum lycium</i>	kemer kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum malatyanum</i>	malatya kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum marginatum</i>	ardanuç kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum minutum</i>	minik kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum monadenum</i>	düldül kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum neurocalycinum</i>	yivli kantaron
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum origanifolium</i> var. <i>depilatum</i>	
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum pamphylicum</i>	alara kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum papillare</i>	süslü kantaron
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum peshmenii</i>	şah kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum pseudorepens</i>	yer kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum pumilio</i>	delidağ kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum rupestre</i>	ulaş kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum salsolifolium</i>	urfa kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum salsugineum</i>	tuz kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum saxifragum</i>	korkuteli kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum scabroides</i>	kepirotu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum sechmenii</i>	seçmen kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum sorgerae</i>	zara kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum ternatum</i>	zarif kantaron
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum thymbriifolium</i>	bozkır kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum thymopsis</i>	darende kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum trachyphyllum</i>	kangıranotu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum uniflorum</i>	yalın kantaron
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum uniglandulosum</i>	kemaliye kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum vacciniifolium</i>	mut kantaronu
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum vaccinioides</i>	durı kantaron

Mercan Köşk

Mercan köşk bitkisi, timol benzeri bir koku içerdiği için kekik olarak da anılır. Mercan köşk veya İstanbul kekiği olarak bilinen *Origanum onites* L., ülkemizde bulunan 21 *Origanum* türünden biri olup, ülkemizde ihracatı yapılan önemli ürünler arasındadır (Akgül, 1993). Mercan köşk bitkileri, 65 cm'ye kadar boylanabilen, yarı çalimsı bir bitki olup, sert tüylere sahiptir. Her gövdesinde 10 çift kadar dal bulunur ve bu dalların boyu da 13 cm'ye kadar uzanabilir. Çoğunlukla yamaçlarda, kayalık tepeler ve kireçtaşı üzerinde yetişir ve bazen de gölgeli alanlarda, deniz seviyesinden yaklaşık 1400 m yüksekliklerde de bulunabilir (Davis, 1982). Ülkemizde de yetişen mercan köşk türleri çoğunlukla çeşni, geleneksel ilaç ve baharat olarak kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan mercan köşk türleri arasında *O. onites* L., *O. vulgare* L. ve *O. majorana* L. bulunmaktadır (Baytop, 1984). Mercanköşk, İstanbul kekiği, güveyotu, Ak kekik gibi adlarıyla da bilinen *O. onites* L. bitkisi genellikle kekik olarak tanınır. Antiseptik, antihelmintik, antimikrobiyel, kardiyovasküler, sedatif ve uyarıcı özelliklere sahip olduğundan geniş bir kullanım alanına da sahiptir (Cingi vd., 1991). Sivas ilinde 15 adet endemik mercan köşk türü bulunmaktadır (Tablo 14).

Tablo 14. Sivas ilinde endemik olarak yetişen mercan köşk türleri

Familya	Cins	Tür	Türkçe adı
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum acutidens</i>	zemul
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum amanum</i>	büyük mercan
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum bilgeri</i>	tüylü mercan
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum boissieri</i>	taş mercanı
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum brevidens</i>	kaya mercanı
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum haussknechtii</i>	dağ mercanı
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum husnucan-baseri</i>	hüsnücan
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum hypericifolium</i>	delik mercan
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum leptocladum</i>	bayır mercanı
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum minutiflorum</i>	toka kekik
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum munzureense</i>	munzur mercanı
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum saccatum</i>	tahtacı kekiği
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum sipyleum</i>	mor mercan
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum solymicum</i>	kuz mercanı
Lamiaceae	<i>Origanum</i>	<i>Origanum vogelii</i>	küçük kekik

Meyan

Meyan bitkisi, özellikle ülkemizin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde şerbeti yapılan aynı zamanda doğada sıkça bulunan bir bitkidir. Yaz aylarında kahverengi-sarı veya mavi çiçekler açar ve 40-200 cm uzunluğunda çalı şeklinde büyür. Meyan bitkisinin çiçekleri başağa benzemektedir, yaprakları parçalıdır ve yaprakçıkları 4 -7 çiftlidir. Ülkemizde altı farklı türü bulunan meyan bitkisi özellikle Doğu ve Güney Anadolu bölgelerinde yaygındır. Meyan bitkisinin kökleri silisyum ve magnezyum kaynağıdır. Bileşiminde nişasta, reçine, zambak, gliserin ve şeker bulunmaktadır. Meyan bitkisinin kökü özellikle mide rahatsızlıklarının tedavisinde son derece etkili olduğu bilinmektedir. İçerdiği karbenoksolen sodyum, gliseritenik asit ve degliserin gibi maddeler, ülser tedavisinde kullanılan etken maddelerdir. Özellikle ciltte oluşan aknelerin ve sivilcelerin tedavisinde ve deri hastalıklarında etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca ilaç üretiminde ve tabletlerin şekillendirilmesinde kullanılmaktadır. Köklerinden kaynatılarak düşük basınç altında yoğunlaştırılarak meyan balındaki gliserinin miktarı yüksek olduğu bilinmektedir (Asımgil, 1997; Baytop, 1999). Sivas ilinde 4 adet endemik meyan türü bulunmaktadır (Tablo 15).

Tablo 15. Sivas ilinde endemik olarak yetişen meyan türleri

Familya	Cins	Tür	Türkçe adı
<i>Fabaceae</i>	<i>Glycyrrhiza</i>	<i>Glycyrrhiza asymmetrica</i>	türk meyanı
<i>Fabaceae</i>	<i>Glycyrrhiza</i>	<i>Glycyrrhiza flavescens subsp. antalyensis</i>	antalya meyanı
<i>Fabaceae</i>	<i>Glycyrrhiza</i>	<i>Glycyrrhiza flavescens subsp. flavescens</i>	sarı meyan
<i>Fabaceae</i>	<i>Glycyrrhiza</i>	<i>Glycyrrhiza iconica</i>	konya meyanı

Salep

Orkidaceae ailesine ait olan salep bitkileri, 24 cins ve yaklaşık 90 türle bilinmektedir. Salep orkidelerinin yoğun olarak bulunduğu yerler arasında Güney Akdeniz (Muğla, Antalya, Silifke), Doğu Akdeniz Bölgesi, Güneydoğu Anadolu bölgesi (Adıyaman, Malatya), Kuzey Anadolu (Kastamonu) ve Doğu Anadolu (Van, Muş, Bitlis) yer almaktadır (Sezik, 1967; Baytop ve Sezik, 1968; Sezik, 1984). Ülkemizde bulunan 9 genuse ait 25 orkide türünden salep ürünü elde edilebilmektedir (Kasperek ve Grimm, 1999; Sezik ve Özer, 1983; Sezik ve Baykal, 1991).

Türkiye'nin birçok bölgesinde tabii olarak bulunan salep orkidelerinin, yumru kısımları gıda ve ilaç sanayinde hammadde olarak kullanılabilir. Uzun yıllardan bu yana Anadolu'da var olan orkidelerinden alınan bu droglar, kireçlenme, öksürük, baş ağrısı, sıtma, dizanteri ve yaralar gibi birçok hastalığın

tedavisinde kullanılmamıştır. Salep, daha çok dondurma ve salep yapımında kullanılan bir bitkisel drog olup, salep orkidelerinin yumrularından üretilir. Salep, yumrulu orkidelerden bitkisel drog olarak elde edilmesine rağmen, tüm yumrulu salep cinsleri dondurma ve salep (içecek amaçlı) üretimine uygun değildir. Daha çok *Ophrys*, *Anacamptis*, *Orchis*, *Barlia*, *Serapias*, *Himantaglossum* gibi *Ovoid* gibi yumrulu olan salep cinsleriyle, *Dactylorhiza* gibi parçalı yumruya sahip olan orkidelerin bazı türleri salep üretimi amacıyla kullanılmaktadır. *Platanthera* türlerinden salep üretimi yapıldığı bildirilmiştir (Sezik, 1984). Sivas ilinde 2 adet endemik salep türü bulunmaktadır (Tablo 16).

Tablo 16. Sivas ilinde endemik olarak yetişen salep türleri

Familiya	Cins	Tür	Türkçe adı
<i>Orchidaceae</i>	<i>Orchis</i>	<i>Orchis x fitzii</i>	damartartık
<i>Orchidaceae</i>	<i>x Orchiserapias</i>	<i>x Orchiserapias anatolica</i>	Sağırsalebi

Yüksük Otu

Bitki boyu 30-80 cm boylarında, gövdesi ise silindirik ve dik olan yüksük otu, iki ya da çok yıllık otsu bir bitkidir. Tabanda rozet tipte, yapraklar basit, sapsız, dar ve mızraklı yapıdadır. Gövde üzerinde bulunan yapraklar ise mızraklı yapıda, basit dizilişli ve sapsızdır. Çiçek yapısı ise 13- 25 çiçekten oluşan bir rasemustur. Kaliks derin, korolla kırmızımsı kahverengi renkte, 5 parçalı ve tüpsüdür. Korolla 2 dudaklı yapıda olup, alt dudakta daha büyük ve sarkıktır. Stamenler petallere bağlı dört adet olup iki tanesi kısa iki tanesi uzundur. Ovüller anatrop ve çok sayıdadır. Meyve septisid kapsül olup uç tarafı sivri ve üçgenimsidir (Uysal ve Öztürk, 1991; Dirmenci vd., 2007). Yüksük otunun çiçeklenme dönemi Mayıs-Haziran aylarıdır. Organik maddece çok zengin, fosforca zengin ve kireç açısından fakir topraklarda yetişmektedir (Uysal ve Öztürk, 1991). Çalılık yamaçlarda, uçurumlarda, orman açıklıklarında, kireç taşı, yol kenarlarında, nadasa ve boş bırakılmış tarlalarda yayılış göstermektedir (Davis, 1972). Yüksük otu türünün doğal ortamda tükenme riski yüksek olduğundan Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabına göre zarar görebilir kategorisinde yer almaktadır (Ekim vd., 2000). Ritim bozuklukları ve kalp yetmezliği için kullanılır. İdrar söktürücü ve tümör oluşumunu engelleyici etkiye sahiptir (Duke 2002; Katanić vd., 2017). Sivas ilinde 3 adet endemik yüksük otu türü bulunmaktadır (Tablo 17).

Tablo 17. Sivas ilinde endemik olarak yetişen yüksük otu türleri

Familiya	Cins	Tür	Türkçe adı
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Digitalis</i>	<i>Digitalis davisiana</i>	has yüksükotu
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Digitalis</i>	<i>Digitalis lamarekii</i>	yüksükotu
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Digitalis</i>	<i>Digitalis trojana</i>	kapıdağı yüksükotu

Zambak

Zambak (*Lilium sp.*), *Liliaceae* familyasının önemli bir üyesidir ve soğanlı bitkiler arasında özel bir yere sahiptir. Zambak, 80'den fazla türe sahiptir; bunların 49'u Asya kökenli, 24'ü Kuzey Amerika kökenli ve 10'u Avrasya kökenlidir (Seçmen vd., 1998). Türkiye'de ise Zambakgiller ailesinden doğal olarak yetişen yedi tür bulunmaktadır (İkinci, 2006). Bu türler arasında, tek beyaz çiçekli olan *L. candidum*, çok yıllık otsu bir bitki olup, hoş kokulu çiçekleriyle tanınır ve Mis Zambak olarak da adlandırılır. Ülkemizde oldukça sevilen bir süs bitkisidir. *L. candidum*'un ülkemizdeki doğal yayılışı; Muğla ilinin Milas ilçesinden, Aydın ilinin Söke ilçesine kadar 35 km, Bafa Gölü (Çamiçi gölü) ve çevresi 10-20 km, Güzel Çamlı'nın yukarısı, Rodos, Marmaris'ten Datça'ya, Sarıyer ile Büyükdere arasında, Samsun Dağı'nın kuzey yamacında, İçel (Bolkar Dağı) ve Mardin'de tespit edilmiştir (Davis, 1984).

Zambaklar "yenilebilir süs bitkisi" özelliğine sahiptir ve estetik görünimleri nedeniyle çevre düzenlemelerinde ve kesme çiçek olarak kullanılabilir. Ayrıca çiçekleri reçel yapımında ve hoş kokuları sayesinde kozmetik sektöründe parfüm, kolonya ve çeşitli kremlerin üretiminde de değerlendirilmektedir (Uzun, 1984). Sivas ilinde 2 adet endemik zambak türü bulunmaktadır (Tablo 18).

Tablo 18. Sivas ilinde endemik olarak yetişen zambak türleri.

Familya	Cins	Tür	Türkçe adı
<i>Liliaceae</i>	<i>Lilium</i>	<i>Lilium akkusianum</i>	mis zambak
<i>Liliaceae</i>	<i>Lilium</i>	<i>Lilium ciliatum</i>	kimo

KAYNAKÇA

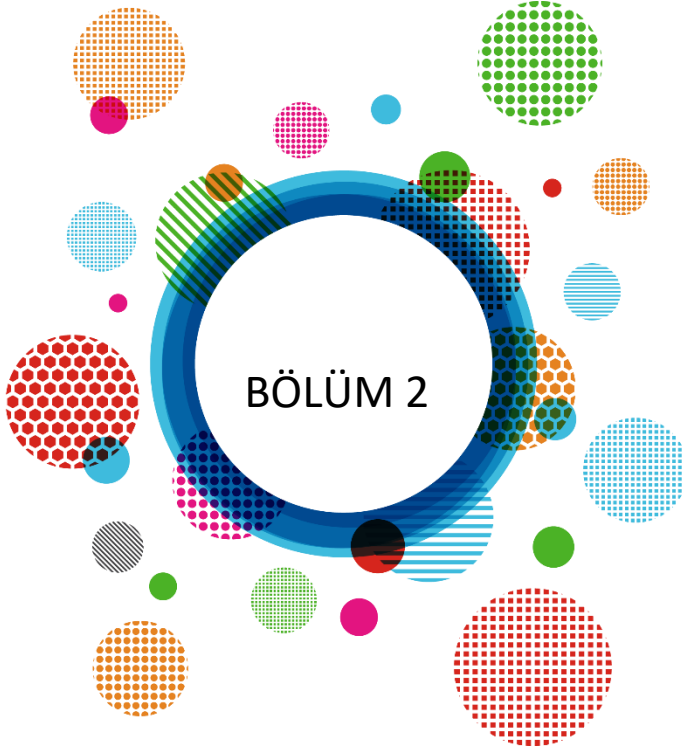
- Acartürk, R. (1997). *Şifalı bitkiler, flora ve sağlığımız*. Ankara: Orman Genel Müdürlüğü Mensupları Yardımlaşma Vakfı Yayınları, No: 1
- Akan, H., Fırat, M., Ekici, M. (2008). *Astragalus bahcesarayensis* (Leguminosae-Papilionoideae), a new species of section *Alopecuroidei* from Turkey. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 156, 439–444
- Akgül, A. (1993). *Baharat bilimi ve teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 15. Ankara
- Anonim, (2006). T.C. Sivas Valiliği, İl Tarım Müdürlüğü. *Sivas tarım ve kırsal kalkınma stratejisi*. Sivas
- Arslan, N., Tekeli, S., Gençtan, T. (1989). Değişik yörelere ait çemenkızı (*Trigonella foenum-graecum* L.) populasyonlarının tohum verimleri. *VIII. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri*
- Arslan, Y., Katar, D., Kayaçetin, F., Subaşı, İ. (2008). Afyon (Opium) alkaloitleri ve önemi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 17(1–2), 1–11
- Asımgil, A. (1997). *Şifalı bitkiler*. Timaş Yayınları. İstanbul
- Başer, K. H. C. (1997). Tıbbi ve aromatik bitkilerin ilaç ve alkollü içki sanayilerinde kullanımı. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, No: 1997–39. İstanbul
- Başer, K. H. C. (2002). Aromatic biodiversity among the flowering plant taxa of Turkey. *Pure and Applied Chemistry*, 74, 527–545
- Bayar, E., Deligöz, A. (2016). Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.) fidanlarının morfolojisi ve kök gelişme potansiyeli üzerinde yetiştirme sıklığının etkisi. *Turkish Journal of Forestry*, 17(1), 7–11. <https://doi.org/10.18182/tjf.45691>
- Baytop, T. (1999). *Türkiye’de bitkiler ile tedavi: Geçmişte ve bugün* (2. baskı). Nobel Tıp Kitapevleri. İstanbul
- Baytop, T., Sezik, E. (1968). Türk salep çeşitleri üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Mecmuası*, 4, 61–68
- Baytop, T. (1963). *Türkiye’nin tıbbi ve zehirli bitkileri*. İstanbul Üniversitesi Yayınları. İstanbul
- Baytop, T. (1984). *Türkiye’de bitkiler ile tedavi* (Yay. No: 3255). İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları. İstanbul
- Bondi, M. L., Bruno, M., Piozzi, F., Başer, K. H. C., Simmonds, S. J. (2000). Diversity and antifeedant activity of diterpenes from Turkish species of *Sideritis*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 28, 299–303
- Bown, D. (2001). *Encyclopedia of herbs and their uses*. London: The Herb Society of America, Darling Kindersley
- Chang, Q., Zuo, Z., Harrison, F., Sing, M., Chow, S. (2002). Qi Chang, PhD, Zhong Zuo, PhD, Francisco Harrison, MD, and Moses Sing Sum Chow, PharmD

- Charles, D. J. (2013). *Antioxidant properties of spices, herbs and other sources*. Springer Science & Business Media. New York
- Cingi, M. I., Kırimer, N., Sarıkardaşoğlu, I., Cingi, C., Başer, K. H. C. (1991). *Origanum onites* ve *O. minutiflorum* uçucu yağının farmakolojik etkileri. In *IX. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı Bildirileri*. Eskişehir
- Çalışkan, O., Gündüz, K., Serçe, S., Toplu, C., Kamiloglu, Ö., Şengül, M., Ercişli, S. (2012). Phytochemical characterization of several hawthorn (*Crataegus* spp.) species sampled from the Eastern Mediterranean region of Turkey. *Pharmacognosy Magazine*, 8(29), 16–21. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.93305>
- Davis, P. H. (1972). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol. 6, pp. 680–687). Edinburgh University Press. Edinburgh
- Davis, P. H. (Ed.). (1982–1988). *Flora of Turkey* (Vols. 7 & 10). Edinburgh University Press. Edinburgh
- Davis, P. H. (Ed.). (1984). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol. 8, pp. 1–632). Edinburgh University Press. Edinburgh
- Davis, P. H. (1982). *Flora of Turkey and East Aegean Islands* (Vol. 7). Edinburgh University Press. Edinburgh
- Demirezer, L. Ö. (2010). Bitkilerin tıpta kullanılması konusundaki sorumluluklarımız. In *Bitkilerle Tedavi Sempozyumu Bildiri Kitabı* (5–6 Haziran 2010, s. 87–88). Zeytinburnu, İstanbul
- Des las Heras, B., Villar, A., Vivas, J. M., Hoult, J. R. (1994). Novel anti-inflammatory plant labdanes: Comparison of in vitro properties with aspirin and indomethacin. *Agents and Actions*, 41(1–2), 114–117
- Dirmenci, T., Satıl, F., Tümen, G. (2007). *Kazdağı Milli Parkı çiçekli bitkileri* (pp. 182–185). Zeytinli Belediyesi, Balıkesir
- Duke, J. A. (2002). *Handbook of medicinal herbs* (2nd ed.). CRC Press
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N. (2000). *Red data book of Turkish plants (Pteridophyta and Spermatophyta)*. Ankara: Foundation for Turkish Nature Conservation and Van Centinennial University Press
- Elmas, S., Elmas, O. (2021). *Salvia fruticosa*'nın (Anadolu adaçayı) terapötik etkileri. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 4(1–2), 114–137
- FAO. (2015). *Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity*. Corporate Document Repository. <http://www.fao.org/docrep/005/aa010e/aa010e02.htm> (Erişim tarihi: 11.11.2015)
- Gümüşçü, A., Gümüşçü, O. (1997). Türkiye'de haşhaş ve haşhaş tarımının coğrafi dağılışı. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, (6), 123–148

- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M. T. (2012). *Türkiye bitkileri listesi (Damarlı bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul
- Hänsel, R., Sticher, O., Steinegger, E. (1999). *Pharmakognosie-phytopharmaze* (6. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag
- İkinci, N. (2006). Türkiye'nin zambak türleri. *Bağbahçe Dergisi*, Nisan 2006
- İlisulu, K. (1992). *İlaç ve baharat bitkileri* (Yayın No: 1256/360). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Ankara
- Karakuş, M., Baydar, H., Erbaş, S. (2017). Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) populasyonundan geliştirilen klonların verim ve uçucu yağ özellikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26, 99–104
- Kasperek, M., Grimm, U. (1999). European trade in Turkish salep with special reference to Germany. *Economic Botany*, 53(4), 396–406
- Katanić, J., Ceylan, R., Matić, S., Boroja, T., Zengin, G., Aktumsek, A., Mihailović, V., Stanić, S. (2017). Novel perspectives on two *Digitalis* species: Phenolic profile, bioactivity, enzyme inhibition, and toxicological evaluation. *South African Journal of Botany*, 109, 50–57
- Kıncı, S. (2005). *Gülyağı eldesinde verim arttırıcı yeni tekniklerin araştırılması* (Yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Isparta
- Kırimer, N., Tabanca, N., Tümen, G., Duman, H. G., Başer, K. H. C. (1999). Composition of essential oil of four endemic *Sideritis* species from Turkey. *Flavour and Fragrance Journal*, 14, 421
- Kızıl, S., Arslan, N. (2003). Bazı çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) hatlarında farklı ekim normlarının verim ve verim özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(4), 395–401
- Küçükemre, D. (2009). *Çörek otunda (Nigella sativa L.) farklı sıra aralıkları ve ekim normunun verim ve kalite üzerine etkileri* (Yüksek lisans tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat
- Labanca, F., Ovesna, J., Milella, L. (2018). *Papaver somniferum* L. taxonomy, uses and new insight in poppy alkaloid pathways. *Phytochemistry Reviews*, 17(6), 853–871
- Maassoumi, A. A. (1998). *Astragalus L. in the world: Check-list*. Jahad-e Sazandgi Research Institute of Forest and Rangeland. Tehran
- Marrelli, M., Statti, G., Conforti, F. (2020). *Hypericum* spp.: An update on the biological activities and metabolic profiles. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 20(1), 66–87
- Ng, Q. X., Venkatanarayanan, N., Ho, C. Y. X. (2017). Clinical use of *Hypericum perforatum* (St John's wort) in depression: A meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, 210, 211–221

- Nickavar, B., Mojab, F., Javidni, K., Amoli, M. A. R. (2003). Chemical composition of the fixed and volatile oils of *Nigella sativa* L. from Iran. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 58(9), 629–632
- Orav, A., Raal, A., Arak, E. (2008). Essential oil composition of *Pimpinella anisum* L. fruits from various European countries. *Natural Product Research*, 22(3), 227–232
- Özgen, Y., Arslan, N., Bayraktar, N. (2017). Türkiye açısından önemli bitki haşhaşın önemi ve tarımı. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, (364), 4–8
- Özhatay, N., Byfield, A., Atay, S. (2003). *Türkiye'nin önemli bitki alanları (Important Plant Areas in Turkey)*. İstanbul: WWF Türkiye
- Öztaşan, N., Demirkan, A. Ç., Coşkun, Ş. (2017). Haşhaş bitkisinin pre ve postnatal dönemde tüketiminin antioksidan etkilerinin araştırılması. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(1), 87–92
- Pan, G., Yu, G., Zhu, C., Qiao, J. (2012). Optimization of ultrasound-assisted extraction (UAE) of flavonoids compounds (FC) from hawthorn seed (HS). *Ultrasonics Sonochemistry*, 19(3), 486–490. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2011.11.006>
- Rios, J. L., Waterman, P. G. (1997). A review of the pharmacology and toxicology of *Astragalus*. *Phytotherapy Research*, 11, 411–418. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1573\(199708\)11:5<411::AID-PTR121>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1573(199708)11:5<411::AID-PTR121>3.0.CO;2-G)
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L., Leblebici, E. (1998). *Tohumlu bitkiler sistematigi* (Kitaplar Serisi No: 110). İzmir: Ege Üniversitesi Fen Fakültesi
- Sezik, E. (1967). *Türkiye'nin salepgilleri, ticari salep çeşitleri ve özellikle Muğla salebi üzerine araştırmalar* (Doktora tezi). İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, İstanbul
- Sezik, E., Özer, B. (1983). Kastamonu salebinin menşei ve Kastamonu civarının orkideleri. *TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Grubu Projesi* (TBAG 424). Ankara
- Sezik, E. (1984). *Türkiye'nin orkideleri*. Sandoz Kültür Yayınları, No: 6. İstanbul
- Sezik, E., Baykal, T. (1991). Maraş salebinin menşei. *TÜBİTAK Doğa-Türkiye Journal of Pharmacy*, 1, 10–16
- Soleymani, S., Bahramsoltani, R., Rahimi, R., Abdollahi, M. (2017). Clinical risks of St John's Wort (*Hypericum perforatum*) co-administration. *Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology*, 13(10), 1047–1062
- TMO (2015). *Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO) Haşhaş Sektör Raporu*. <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hashassektorraporu2015.pdf> (Erişim tarihi: 28.02.2017)
- Topçu, G. (2006). Bioactive triterpenoids from *Salvia* species. *Journal of Natural Products*, 69(3), 482–487
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). (2024). *Resmi istatistik web sitesi*. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 15.05.2024)

- Uysal, İ., Öztürk, M. (1991). *Digitalis trojana* Ivan. Endemik türünün morfolojisi, anatomisi ve ekolojisi. *Anadolu Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 53–61
- Uzun, G. (1984). *Zambak yetiştiriciliği* (Yayın No: 7). TAV Yayınları. Yalova
- Yalçın, S. (1988). Türkiye'de uçucu yağların üretimi ve dış pazarlama imkânları. İGEME Yayınları, 1–8. Ankara
- Yazıcıoğlu, T., Karaali, A. (1983). Türk bitkisel yağların yağ asitleri bileşimi. *TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Yayınları*, 87–92
- Zeybek, N., Zeybek, U. (1994). *Pharmaceutical botany*. Ege University Faculty of Pharmacy Publication No: 1. İzmir



Hayvan Refahına Etik Yaklaşımların Tarihsel Gelişimi

***Perihan Beyza Darıdere¹ & Elif Rabia Şanlı² &
Serkan Özkaya³***

¹ Doktora Öğrencisi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi
ORCID: 0009-0005-2459-3378

² Araştırma Görevlisi Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi
ORCID: 0000-0002-6862-6048

³ Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi
ORCID: 0000-0003-3389-0188

1. GİRİŞ

Bu bölümde, hayvan refahı ile ilgili etik yaklaşımlar derinlemesine tartışılacak ve alandaki güncel gelişmeler ile temel tartışma konuları sistematik olarak değerlendirilecektir. Bölümün temel amacı, hayvan refahı ve etik konularında bilimsel bir perspektif kazandırmak ve bu alandaki farkındalığı artırmaktır. Ayrıca, hayvan refahı kavramının tarihsel gelişimi ve bu alana yönelik yaklaşımların zaman içindeki değişimi de kapsamlı bir şekilde analiz edilecektir.

2. HAYVAN REFAHI KAVRAMI

Hayvan refahı, hayvanların yaşam koşullarının iyileştirilmesi, sağlık durumlarının korunması ve davranışsal gereksinimlerinin karşılanabilmesi için gerekli olan fiziksel ve zihinsel ortamın sağlanmasını ifade etmektedir (OIE, 2008). Bu kavram, yalnızca hayvanların acı, korku ve sıkıntıdan uzak, doğal davranışlarını sergileyebildikleri ve temel biyolojik ihtiyaçlarının karşılandığı bir yaşam sürmelerini değil, aynı zamanda onların duygusal durumlarının da dikkate alınmasını gerektirir (Duncan, 2005). Hayvan refahının sağlanması, etik bir sorumluluk olmasının ötesinde, tarımsal verimlilik ve toplum sağlığı açısından da büyük önem taşımaktadır (Fraser, 2008).

Hayvan refahı çalışmalarında, tüketici tutumları ve ekonomik etkiler önemli bir yer tutmakta; yapılan araştırmalar, refaha duyarlı ürünlere yönelik artan talebin hem ekonomik boyutlarını hem de üretim süreçlerine olan etkilerini ortaya koymaktadır (Makdisi & Marggraf, 2011; Lama vd., 2017). Ayrıca, hayvan refahı standartlarının uygulanması, çiftlik hayvanlarında hastalıkların azalması ve üretim verimliliğinin artması gibi ekonomik faydalar sağlamaktadır (Enting vd., 1997; Bennett vd., 1999).

Bu bağlamda, “beş temel özgürlük” hayvan refahının temelini oluşturmaktadır (Brambell, 1965):

1. Açlık ve susuzluktan özgürlük: Beslenme ve su ihtiyaçlarının yeterli ve kaliteli şekilde karşılanması.
2. Fiziksel rahatsızlıklardan özgürlük: Uygun barınak ve dinlenme koşullarının sağlanması.
3. Acı, yaralanma ve hastalıktan özgürlük: Önleyici tedbirler ve veterinerlik bakımı ile sağlanması.
4. Doğal davranışları sergileyebilme özgürlüğü: Yeterli alan ve uygun çevresel şartların oluşturulması.
5. Korku ve stresten özgürlük: Strese neden olan faktörlerden arındırılmış bir yaşam ortamı.

Bu ilkeler, hem hayvanların etik muamele görmesini sağlamakta hem de onların doğal ihtiyaçlarına duyulan saygıyı artırmaktadır. Aynı zamanda, hayvan refahına verilen önem, sürdürülebilir gıda sistemlerinin geliştirilmesi için kritik bir rol oynamaktadır (Mellor, 2016).

2.1. Hayvan Refahını Etkileyen Faktörler

- Barınma ve çevresel koşullar, hayvanların refah düzeyini belirleyen başlıca unsurlardandır. Yetersiz alan, kötü havalandırma, uygun olmayan sıcaklık ve nem oranları gibi faktörler, hayvanlarda stres düzeyini artırabilir (Fraser, 2008). Çiftlik hayvanlarının dar alanlarda tutulması, doğal davranışlarını sergilemelerini kısıtlayarak refahlarını olumsuz etkilemektedir (Brambell, 1965).

- Beslenme ve suya erişim, hayvanların fiziksel sağlığı için kritiktir. Yetersiz veya dengesiz beslenme, sağlık sorunlarına yol açarken, temiz ve sürekli suya erişim eksikliği dehidrasyon ve stres gibi sorunlara neden olabilmektedir (Mellor, 2016).

- Sağlık ve veterinerlik hizmetleri, refahın korunmasında temel rol oynamaktadır. Hastalıklar, yaralanmalar ve acı, hayvanların refahını ciddi şekilde azaltmaktadır. Koruyucu veterinerlik hizmetlerinin eksikliği, hayvanların tedavi edilememesi nedeniyle refah düzeylerini düşürebilir (Fraser, 2008).

- Doğal davranışların sergilenmesi, hayvanların doğalarına uygun davranışlarını gösterebilmeleri açısından önemlidir. Hareket özgürlüğü kısıtlanan hayvanlar, davranışsal ve psikolojik sorunlar yaşayabilmektedir (Mellor, 2016).

- İnsan-hayvan etkileşimi de refah üzerinde belirleyici bir unsurdur; kaba muamele, hayvanların korku ve stres seviyesini artırırken, şefkatli bir yaklaşım refah düzeylerini iyileştirmektedir (Hemsworth & Coleman, 2011).

- Stres ve çevresel faktörler, ani sesler, aşırı kalabalık veya diğer hayvanlarla rekabet gibi durumlar, hayvanların psikolojik durumunu olumsuz etkilemektedir. Uzun süreli stres, bağışıklık sisteminin zayıflamasına ve sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Moberg, 2000).

- Taşıma ve nakliye koşulları, hayvanların taşınması sırasında yaşadığı fiziksel rahatsızlıklar ve stres, refahlarını olumsuz etkileyen bir diğer önemli faktördür. Uygun olmayan taşıma koşulları, yaralanma riskini artırmakta ve stres seviyelerini yükseltmektedir (Grandin, 2001).

- Genetik ve üretim amacı, aşırı üretim odaklı genetik seleksiyonun hayvanların doğal yapısını bozabileceğini göstermektedir. Örneğin, hızlı büyüyen tavuklarda kemik problemleri sıkça görülmektedir (Fraser, 2008).

2.2. Hayvan İhtiyaç Endeksi (ANI-35L) Modeli

Hayvan İhtiyaç Endeksi (Animal Needs Index, ANI), hayvanların gereksinimlerinin objektif ve bilimsel bir yöntemle ölçülmesine olanak tanıyan önemli araçlardan biri olarak öne çıkmaktadır (Bartussek, 1999). Avusturya’da 1990’lı yılların başında geliştirilen bu endeks, hayvanların yaşam ortamlarını objektif ve puanlanabilir bir sistemle değerlendirmeyi amaçlamaktadır (Bartussek, 1999). Modelin farklı versiyonları deneysel uygulamalarla zenginleştirilmiş ve “ANI-35L” adıyla, 35 ayrı kriteri içeren ayrıntılı bir form geliştirilmiştir (Bartussek, 2001).

ANI-35L Modeli, hayvanların refah düzeyini beş ana kategori altında toplam 35 alt kriterle değerlendirmekte; her bir kriter, 1 ila 5 veya 1 ila 9 puan arasında derecelendirilerek nihai bir endeks değeri oluşturmaktadır (Tablo 1).

Bu 35 kriter, beş ana kategoride gruplanarak hayvan barınaklarındaki temel unsurları ölçmektedir (Bartussek, 2001):

- Mekânsal koşullar (hareket alanı, yataklık, yem ve su alanları vb.)
- Sosyal koşullar (hayvanların toplu veya bireysel barınması, sosyal etkileşim imkanları)
- Çevresel faktörler (ışık, hava kalitesi, sıcaklık, gürültü seviyesi vb.)
- Uyarılar (hayvanların doğal davranışlarını sergileyebilecekleri donanımlar)
- Yönetim ve bakım uygulamaları (rutin sağlık muayeneleri, beslenme düzeni, stres faktörleri vb.)

Bu puanlama sistemi, barınak koşullarının olumlu ya da olumsuz yönlerinin nesnel olarak ortaya konmasına olanak sağlamaktadır. Alt kriterlerin toplam puanının belirli bir eşik değerin üzerinde olması, işletmenin hayvan refahı açısından yeterli koşulları sağladığı şeklinde yorumlanmaktadır (Hernandez vd., 2022).

Çiftlik hayvanlarının refah düzeyini belirleyen en önemli unsurlardan biri, barınak koşullarının kalitesidir. Hayvanların yaşadığı ortamın fiziksel özellikleri, hem fiziksel hem de psikolojik sağlıkları üzerinde doğrudan etkili olmakta; barınak koşullarının iyileştirilmesi, hayvan refahının artırılması için temel bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Bu çerçevede, yatak alanının genişliği, gezinti alanlarının yeterliliği ve kullanılan yatak malzemesinin kalitesi, hayvan refahının değerlendirilmesinde kritik göstergeler arasında yer almaktadır. Özellikle yatak malzemesinin uygunluğu, hayvanların dinlenme sırasında konforunu artırmakta ve yaralanma riskini azaltmaktadır. Uygun olmayan malzeme ise stres ve rahatsızlığa yol açabilmektedir (Bartussek, 1999). Ayrıca, yeterli gezinti

alanlarının sağlanması, hayvanların doğal davranışlarını sergileyebilmelerine olanak tanıyarak hem fiziksel hem de zihinsel sağlıklarını desteklemektedir (Fraser vd., 1997).

Tablo 1. Örnek Alt Kriterler ve Puanlama Ölçekleri

Alt Kriter	Puanlama Açıklaması	Puan Aralığı (Örnek)
Barınak Alanı (m ² /baş)	< 2 m ² /baş = Düşük puan (1); 2–4 m ² /baş = Orta puan (3); > 4 m ² /baş = Yüksek puan (5)	1–5
Yataklık Kalitesi	Hiç yataklık yok veya yoğun kirlilik = 1; Kuru ve düzenli = 5	1–5
Sosyal Etkileşim (Grup Barınma)	Tekli bölmede uzun süreli izolasyon = 1; Uygun grup boyutu ve sürü dinamiği = 5	1–5
Hava Kalitesi (Amonyak vb.)	Çok yoğun koku/havalandırma yetersiz = 1; İyi havalandırma ve koku sorunu yok = 5	1–5
Veteriner Kontrolleri (Rutin)	Yılda bir veya düzensiz = 1; Belirlenmiş protokol çerçevesinde düzenli (örneğin ayda bir) kontroller = 5	1–5
Doğal Davranış İmkânları (Uyaran)	Hiçbir uyaran bulunamıyor = 1; Çeşitli uyaranlar (oyun alanı, kaşıma fırçası, farklı zemin vb.) = 5	1–5
Stres Belirtileri (Davranışsal)	Sürekli anormal davranış (yalama, kemirme) = 1; Dönemsel veya düşük düzeyde = 3; Hiç gözlenmiyor = 5	1–5

(Kaynak: Bartussek, 2001; Cullinane vd., 2018)

Türkiye’de hayvan refahına ilişkin düzenlemeler, 5199 sayılı Hayvanları Koruma Kanunu ve ilgili yönetmeliklerle belirlenmiş olmakla birlikte, ANI-35L Modeli’ne özgü araştırmalar sınırlı sayıdadır (Çelik, 2020). Yılmaz ve Şahin tarafından süt sığırcılığı işletmelerinde yürütülen bir ön çalışma, ANI-35L’nin barınak koşullarının iyileştirilmesinde etkin bir rehber olabileceğini göstermektedir (Yılmaz ve Şahin, 2021). Endüstriyel hayvancılığın hızlı

büyümesi, hayvan refahına yönelik endişeleri artırmakta; ANI-35L Modeli ise büyük ölçekli endüstriyel tesislerde uygulanması güç olmakla birlikte, bilimsel temelli bir standart sağlama potansiyeli taşımaktadır (Hernandez vd., 2022). Özellikle yüksek hayvan yoğunluğuna sahip tesislerde, barınak alanı ve hava kalitesi gibi kriterler modelin en hassas noktalarını oluşturmaktadır (Bartussek, 2001).

Nörobilim ve davranışsal biyoloji alanındaki güncel yöntemler, hayvanların fizyolojik stres düzeyleri ve duygu durumlarının daha objektif biçimde ölçülmesine olanak tanımaktadır. Bu doğrultuda, ANI-35L Modeli ile biyolojik stres belirteçlerinin (örneğin kortizol seviyeleri) entegre edilmesini amaçlayan yeni protokoller geliştirilmektedir (Hernandez vd., 2022).

3. HAYVAN ETİĞİ VE AHLAKI

Hayvan etiği ve ahlakı, hayvanların ahlaki statüsünü ve insanlarla olan ilişkilerini sorgulayan bir disiplini oluşturmaktadır. Bu alan, özellikle hayvanların acı çekme kapasitesine, bilinç düzeylerine ve ahlaki topluluk içindeki yerlerine odaklanmaktadır. Beauchamp ve Frey, 2011)

3.1. Hayvanların Ahlaki Statüsü

Ahlaki statü, bir varlığın ahlaki toplulukta dikkate alınması gereken bir özne olup olmadığını ifade etmektedir ve bu statüye sahip olmak, o varlığın çıkarlarının ahlaki karar alma süreçlerinde göz önünde bulundurulmasını gerektirmektedir (Singer, 1975). Hayvanların ahlaki statüsü ise, onların acı çekme kapasitesi, bilinç düzeyleri ve insanlarla olan ilişkileri gibi çeşitli faktörler temelinde tartışılmaktadır. Peter Singer (1975), hayvanların ahlaki statüsünü savunurken acı çekme kapasitesini temel kriter olarak öne sürmekte ve bir varlık acı çekebiliyorsa, çıkarlarının ahlaki olarak dikkate alınması gerektiğini belirtmektedir. Bu yaklaşım, tür ayrımcılığı (speciesism) kavramını eleştirerek, hayvanların da ahlaki toplulukta yer alması gerektiğini savunmaktadır, Singer'ın Animal Liberation adlı eseri, hayvan hakları hareketinin temel taşlarından biri olarak, tür ayrımcılığına karşı çıkar ve hayvanların çıkarlarının insanlar kadar dikkate alınmasını savunmaktadır (Singer, 1975).

Buna karşılık Tom Regan (1983), hayvanların yalnızca acı çekme kapasiteleri nedeniyle değil, aynı zamanda "doğal bir yaşamın öznesi" (subject-of-a-life) olmaları nedeniyle ahlaki haklara sahip olduklarını ileri sürmektedir. Regan'a göre, hayvanlar kendi yaşamlarının öznesidir ve bu nedenle araçsallaştırılmaları ahlaken yanlıştır; bu görüş, hayvanların yalnızca insan ihtiyaçlarını karşılamak için var olan araçlar olmadığını, kendi başlarına birer değer taşıdıklarını vurgulamaktadır (Regan, 1983).

Mary Midgley (1983) ise insanların hayvanlara karşı ahlaki sorumluluklarının, insanın doğayla ilişkisini anlaması açısından kritik olduğunu savunmakta ve hayvanlara karşı duyarsızlığın, insanın doğayla bağınyı zayıflatarak çevresel sorunların artmasına yol açabileceğini belirtmektedir. Çevresel etik ile hayvan etiğı arasındaki ilişki de önem taşımaktadır; çevresel etik ekosistemlerin bütünlüğünü ve biyolojik çeşitliliğın korunmasını vurgularken, hayvan etiğı bireysel hayvan refahına odaklanmakta, bu iki yaklaşım zaman zaman çatışsa da insanın doğayla ilişkisini yeniden değerlendirmesi gerektiğı fikrinde birleşmektedir (Callicott, 1980).

Hayvanların ahlaki statüsünü belirlemek için çeşitli kriterler öne sürölmektedir. Bunlar arasında, hayvanların acı çekme ve zevk alma kapasitesine sahip olması (duyarlılık), bilinçli deneyimlere ve öz farkındalığına sahip olmaları ile "doğal bir yaşamın öznesi" olmaları yer almaktadır, özellikle faydacı filozoflar, duyarlılığı ahlaki statünün temel ölçütü olarak kabul etmektedir (Singer, 1975; Regan, 1983; Anonim, 2024).

Son yıllarda, bilimsel ve teknolojik gelişmelerle birlikte hayvanların ahlaki statüsü üzerine yapılan tartışmalar daha da derinleşmiştir. Genetik mühendislik ve CRISPR gibi teknolojiler, hayvanların genetik yapısını değıştirme ve yaşam koşullarını iyileştirme potansiyeli sunarken, bu uygulamaların etik boyutları da tartışma konusu olmaktadır (Mullineaux, 2023). Ayrıca, vahşı hayvanların ahlaki statüsü ve insan müdahalesinin sınırları da önemli bir tartışma alanı oluşturmaktadır; bazı filozoflar insanların vahşı hayvanların acı çekmesini azaltma sorumluluğı olduğunu savunurken, diğerkleri bu tür müdahalelerin ekolojik dengeyi bozabileceğini öne sürmektedir (Johannsen, 2023).

3.2. Hayvan Hakları ve Etik İlkeler

Hayvan hakları, çeşitli etik teorilerle ilişkilendirilmektedir. Bunlar arasında faydacılık, deontoloji ve erdem etiğı gibi yaklaşımlar yer almaktadır (Beauchamp ve Frey, 2011):

- Faydacılık: Peter Singer'ın savunduğı faydacı yaklaşım, bir eylemin ahlaki değerini, o eylemin sonuçlarının toplam mutluluğına katkısına göre değerlendirmektedir. Hayvanların acı çekmesini önlemek, toplam mutluluğı artıracığı için etik bir zorunluluk oluşturmaktadır (Singer, 1975).
- Deontoloji: Tom Regan'ın yaklaşımı, hayvanların ahlaki haklara sahip olduğunu ve bu hakların ihlal edilemez olduğunu savunmaktadır. Bu yaklaşım, hayvanların araçsallaştırılmasını kesin bir şekilde reddetmektedir (Regan, 1983).

- Erdem Etiği: Hayvanlara karşı duyarlılık ve şefkat, insanın ahlaki karakterinin bir parçası olarak görülmektedir; hayvanlara kötü muamele ise insanın ahlaki erdemlerini zayıflatmaktadır (Midgley, 1983)
- Hayvan Deneyleri: Hayvan deneyleri, bilimsel araştırmaların ilerlemesi için önemli bir araç olarak görülmekteyse de, hayvan hakları savunucuları bu uygulamayı etik dışı bulmaktadır. Russell ve Burch (1959) tarafından geliştirilen 3R ilkesi (Replacement, Reduction, Refinement), hayvan deneylerinin daha insancıl bir şekilde yapılmasını teşvik etmektedir (Russell ve Burch, 1959)
- Endüstriyel Hayvancılık: Endüstriyel hayvancılık, hayvanların yaşam koşullarını ciddi şekilde kısıtlamakta ve onların refahını ihlal etmektedir. Hayvan hakları savunucuları, bu sistemin hayvanların yaşam haklarını ihlal ettiğini ve etik dışı olduğunu savunmaktadır (Foer, 2009).
- Eğlence Sektörü: Sirkler, hayvanat bahçeleri ve diğer eğlence sektörlerinde hayvanların kullanımı, onların doğal davranışlarını sergilemelerini engellemekte ve refahlarını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, hayvan hakları savunucuları bu tür uygulamalara karşı çıkmaktadır (Singer, 2009)
- Vahşi Yaşamın Korunması: Hayvan hakları, yalnızca evcil hayvanları veya laboratuvar hayvanlarını değil, aynı zamanda vahşi hayvanları da kapsamaktadır. Habitat kaybı, avlanma ve iklim değişikliği gibi sorunlar, vahşi hayvanların yaşam haklarını tehdit etmektedir (WWF, 2022).

Hayvan hakları hareketi, son yıllarda önemli ilerlemeler kaydetmektedir. Örneğin, AB ülkelerinde kozmetik ürünlerde hayvan deneyleri yasaklanmakta ve birçok ülkede hayvan refahını artırmaya yönelik yasalar çıkarılmaktadır. Ayrıca, veganizm ve bitki bazlı diyetler gibi hayvan dostu yaşam tarzları giderek daha popüler hale gelmektedir (Twine, 2020).

4. HAYVAN REFAHI VE ETİK YAKLAŞIMLARIN TARİHSEL GELİŞİMİ

Hayvan refahı kavramı, insanlık tarihinin erken dönemlerinden itibaren farklı şekillerde ele alınmaktadır. Antik Yunan’da filozoflar, hayvanların ahlaki statüsünü tartışmışlardır. Örneğin, Aristoteles, hayvanların insanlara hizmet etmek için yaratıldığını savunmuş ve onları ahlaki topluluğun dışında bırakmıştır (Animals and Ethics, 2025). Ancak, Stoacı filozoflar ve Pythagoras gibi düşünürler, hayvanların ahlaki olarak dikkate alınması gerektiğini savunmaktadır. Pythagoras, hayvanların ruhlarının insanlarla ortak olduğunu öne sürerek, onlara zarar vermenin ahlaki açıdan yanlış olduğunu belirtmektedir (Franco, 2013).

Orta Çağ’da Hristiyanlık, hayvanların ahlaki statüsü üzerindeki tartışmaları şekillendirmektedir. Aziz Thomas Aquinas, hayvanların insanlara hizmet etmek için yaratıldığını savunmuş ve insanların hayvanları öldürerek ya da kullanarak onlara haksızlık etmiş olmayacağını belirtmiştir. Ancak, onlara gereksiz yere zarar vermenin ahlaki açıdan yanlış olduğunu da ifade etmektedir. Bu dönemde hayvan refahı, daha çok insanın ahlaki erdemleriyle ilişkilendirilmektedir (Animals and Ethics, 2025).

Antik Dönem ve Orta Çağda Hayvan Refahı ve Etik Yaklaşımlar

Antik Yunan toplumlarında hayvanlara yönelik etik düşüncenin temeli, dönemin filozoflarının hayvanların “ruh” veya “akıl” sahibi olup olmadığına dair görüşleriyle şekillenmektedir. Pythagoras (MÖ 6. yüzyıl), ruh göçü (metempsikoz) öğretisiyle hayvanların da insanlar gibi duyarlı varlıklar olduğunu öne sürmekte ve bu nedenle vejetaryen beslenmeyi savunmaktadır (Ryder, 1989). Pythagoras’ın yaklaşımı, hayvanların ahlaki statüsünü insaninkine yakın bir konuma yerleştirerek erken dönem hayvan refahı tartışmaları için önemli bir başlangıç noktası oluşturmaktadır. Buna karşılık, Aristoteles (MÖ 384–322), hayvanların “akıl” (logos) eksikliği sebebiyle insanların altında bir konumda yer aldığını savunmakta; doğadaki hiyerarşik düzende hayvanların insanın kullanımına tahsis edildiğini ileri sürmektedir (Harfeld, 2024). Bu görüş, sonraki dönemlerde hayvanların hukuksal ve etik açıdan daha düşük mertebede değerlendirilmelerine zemin hazırlamaktadır. Antik Roma döneminde hayvanların ahlaki konumu, büyük ölçüde pratik fayda üzerinden değerlendirilmektedir. Roma hukukunda hayvanlar “mülk” statüsünde yer alsa da, “zaruri olmayan acı çektirilmesinin” engellenmesi ve “gereksiz zulmün” cezalandırılması gibi anlayışların da ortaya çıktığına dair metinler bulunmaktadır (Greene, 2021). Bununla birlikte hayvanların korunması, daha çok hayvanın sahip olduğu ekonomik değer ile ilişkili görülmektedir. Örneğin, tarımda kullanılan büyükbaş hayvanların yetkin bakımı (beslenmesi, barınması vb.)

Roma’da çiftlik ekonomisinin bir parçası olarak kabul edildiği için uygulanmakta ve bu da dolaylı bir “refah” anlayışı doğurmaktadır (McBride ve Baugh, 2022).

Antik Mısır, Hint veya Zerdüştlük gibi geleneklerde hayvan refahı ve etiğe dair anlamlı izler görülmekteyse de (bkz. Jainizm, Budizm, Hinduizm), bu incelemenin odak noktası Greko-Romen dünyasıdır. Ancak Orta Doğu ve Doğu Akdeniz toplumlarının ticarî ve kültürel etkileşimi, hayvanlarla ilgili pratiklerin ve normatif yönergelerin şekillenmesinde büyük rol oynamaktadır (Szűcs vd., 2012). Orta Çağ boyunca hayvanlara yönelik yaklaşım, büyük ölçüde Hristiyan teolojisinin etkisiyle şekillenmektedir. İncil’in Tekvin (Genesis) kısmındaki “insanın dünyaya ve hayvanlara hükmetmesi” ifadesi, hayvanların insan yararına kullanımını meşrulaştırıcı bir temel olarak görülmektedir. Augustinus (354–430) ve Thomas Aquinas (1225–1274) gibi düşünürler, hayvanlara zalimce davranmanın ahlaki açıdan kötü olduğunu belirtmekte, ancak gerekçeyi çoğunlukla “insanın ruhsal bozulmasından kaçınma” şeklinde insan-merkezli sebeplere dayandırmaktadır (McBride ve Baugh, 2022; Harfeld, 2024). Thomas Aquinas, Aristotelesçi hiyerarşik kurguyu benimsese de (hayvanları “aklı olmayan canlılar” olarak sınıflandırmakta), gereksiz yere onlara zulüm edilmesini kınamaktadır. Bu yaklaşım, hayvana yönelen fiilin aslında “insanın ruhunu bozması” üzerinden okunmakta; dolayısıyla hayvanın kendi değeri değil, insanın manevi/etik durumu merkez olarak kabul edilmektedir (Fraser, 1999). Tüm bunlara rağmen, Orta Çağ’da tarım, avcılık ve deneysel amaçlarla hayvan kullanımının belli kurallara bağlı kılındığı örnekler de mevcuttur (McEwen vd., 2014). Manastır topluluklarının hayvan yetiştirme uygulamalarında diğer yöntemlere kıyasla daha şefkatli yaklaşımlar sergilediğine dair tarihi kanıtlar bulunmaktadır (Dawkins, 1988).

Orta Çağ’da İslam coğrafyasında hayvanların korunması ve refahı, hem Kur'an-ı Kerim’de hem de Hz. Muhammed’in (s.a.v.) hadislerinde vurgulanan önemli bir konu olmaktadır. Kur'an’da, hayvanların Allah’ın yarattığı canlılar olarak saygı gösterilmesi gerektiği ifade edilmektedir (En’am, 6:38). İslam hukukunda hayvanlara eziyet edilmesi yasaklanmakta, onlara iyi muamele edilmesi gerektiği belirtilmektedir (Babayiğit, 2022). İslam hukukunda, hayvanların korunması ve refahı üzerine çeşitli fıkıh kitaplarında düzenlemeler yapılmakta ve Ebû Hanîfe gibi önemli İslam âlimleri, hayvanlara zarar verilmemesi gerektiğini vurgulamaktadır (Görgülü, 2022). Ayrıca, hayvanların kesimi sırasında onlara acı çektirilmemesi gerektiği de İslam hukukunda öngörülen bir prensip olmaktadır (Yılmaz, 2018). İslam’ın bu temel öğretileri, günümüzde hayvan hakları konusunda modern hukuk sistemlerine de yansımaktadır. Avrupa Birliği’nin hayvan refahı ile ilgili düzenlemeleri, İslam’ın hayvanlara yönelik etik değerleriyle paralellik göstermektedir (El Maaroufi, 2019). Veterinerlik biliminin İslam dünyasında gelişimi, hayvanların sağlık ve

refahının gözetilmesi açısından önemli bir katkı sağlamaktadır (Szűcs vd., 2012). Yahudi hukukunda Tza’ar Ba’alei Chayim ilkesi, hayvanlara gereksiz acı çektirmenin yasak olduğunu belirtmektedir. Orta Çağ Yahudi âlimleri, bu ilkenin pratik uygulamasını tartışmakta, hayvan kesimi (şehita) esnasında acının asgariye indirilmesi gibi kurallar geliştirmektedir (Fraser, 1999).

Orta Çağ’da çeşitli krallık fermanları veya kilise kararlarıyla, özellikle at, sığır veya çiftlik hayvanları gibi ekonomik değeri yüksek canlıların zarar görmesini engelleyecek koruyucu tedbirler alınmaktadır. Bu kararlar bazen doğrudan hayvanın refahından ziyade sahibinin mülkiyet hakkını korumayı amaçlasa da, dolaylı olarak hayvana yarar sağlamaktadır (McBride ve Baugh, 2022). Sonuç olarak, dönemin içinde bulunduğu sosyo-ekonomik ve dinî çerçeve, hayvan hak ve refahının belli ölçülerde gündeme gelmesine zemin hazırlamaktadır (Harfeld, 2024). Antik ve Orta Çağ’da hayvan refahına yönelik düşünceler, günümüz bakış açılarıyla kıyaslandığında çoğunlukla insan-merkezli veya faydacı bir boyuta sahip görünse de, “acı”nın veya “gereksiz eziyet”in kınandığı, en azından tartışmaya açıldığı örnekler de azımsanmayacak düzeydedir (Duncan, 2004; McBride ve Baugh, 2022). Özellikle Antik Yunan felsefesinde, Pythagoras’ın ruh göçü savı ve bazı Stoacı düşüncelerdeki “doğaya uygun yaşama” ilkesi, hayvanların duyarlılığına dikkat çeken erken örneklerdir. Orta Çağ boyunca dinî metinlerin yorumlanmasıyla şekillenen “hayvana şefkat” fikri, sistematik bir hukukun veya yönetmeliklerin hazırlanmasına zemin teşkil etmektedir (Fraser, 1999). Yakın dönem hayvan refahı literatürü incelendiğinde (Bride ve Baugh, 2022), Antik ve Orta Çağ metinlerinin hayvan-odaklı yaklaşımlara kısmen ilham verdiği gözlemlenmektedir. Modern hayvan refahı kavramı “biyolojik işlevsellik”, “duygusal durum” ve “doğal yaşam tarzı” gibi farklı boyutları bir arada ele almaktadır (Fraser, 1999; Duncan, 2004). Tarihsel süreçteki bu çok boyutlu yaklaşımın kökleri, bir yanda Pythagoras ve Theophrastos’un merhamet anlayışına, diğer yanda Orta Çağ’daki dinî yasak ve yükümlülüklerle dayanmaktadır. Sonuç olarak, Antik Dönem ve Orta Çağ’da farklı din, felsefe ve hukuk sistemleri, hayvanların refahını kimi zaman dolaylı, kimi zaman da doğrudan gözetmekte; böylece günümüzdeki kapsamlı hayvan refahı söylemine önemli bir tarihi temel kazandırmaktadır (McBride ve Baugh, 2022; Harfeld, 2024).

4.1. Yeniçağ ve Sanayi Devrimi Sonrası Dönemde Hayvan Refahı ve Etik Yaklaşımlar

Yeniçağ’dan (15.–18. yüzyıllar) Sanayi Devrimi sonrası döneme (18. yüzyılın sonları ve devamı) uzanan süreçte hayvan refahı ve hayvanlara yönelik etik yaklaşımlar, toplumların ekonomik, kültürel ve düşünsel dönüşümleriyle şekillenmektedir. Bu dönemlerde hayvanların toplumdaki rolü, insan merkezli (antroposentrik) bir bakış açısıyla değerlendirilmekte, ancak zamanla

hayvanların duyarlılığı ve refahı üzerine daha kapsayıcı yaklaşımlar gelişmektedir (Çelik, 2020).

Hayvan hakları alanında bilinen ilk yasal düzenleme, 1635 yılında İrlanda’da yürürlüğe girmiştir. Bu düzenleme ile kuyruk sabanı kullanımı ve yün elde etmek amacıyla canlı hayvanların derilerinin yüzülmesi yasaklanmıştır (Ryder, 2000). 18. yüzyılda ise Jean-Jacques Rousseau, Voltaire ve Jeremy Bentham gibi filozoflar, hayvanların etik statüsünü ilk kez felsefi olarak tartışmaya açmışlardır. Bentham, hayvanların insanlar gibi konuşma ve akıl yürütme yeteneklerinden yoksun olduklarını kabul etmekle birlikte, onların da insanlar gibi acı çekebildiklerini vurgulamıştır. Bentham’a göre, bir insana acı çektirmek ne kadar ahlaka aykırı ise, hayvanlara acı çektirmek de aynı derecede etik dışıdır (Bentham, 1789/2007).

Yeniçağ boyunca Batı dünyasında hayvanlara yönelik yaklaşımlar, büyük ölçüde dini düşünce ve Aristotelesçi felsefenin etkisi altındadır. Hristiyanlık, insanın hayvanlar üzerindeki üstünlüğünü vurgularken, hayvanların ruhsuz varlıklar olduğu görüşü yaygın olmaktadır (Johnson, 2013). Bu dönemde Descartes gibi filozoflar, hayvanları “makine benzeri varlıklar” olarak nitelendirmekte ve onların acı çekme kapasitesini sorgulamaktadır (Marchant-Forde, 2015). Ancak İslam dünyasında, hayvanlara yönelik daha merhametli bir yaklaşımın izleri görülmektedir. Örneğin, İslam hukukunda hayvanlara kötü muamele yasaklanmakta ve hayvanların hakları korunmaya çalışılmaktadır (Aydın, 2019). Yeniçağ’ın sonlarına doğru doğa bilimlerindeki gelişmeler, hayvanların biyolojik ve davranışsal özelliklerini daha yakından incelemeyi mümkün kılmaktadır. Ancak bu dönemde hayvanlar üzerinde yapılan deneyler, etik açıdan tartışmalı bir alan yaratmaktadır ve Türkçe literatürde de bu dönemde hayvanların bilimsel deneylerde kullanımına dair etik tartışmaların sınırlı olduğu, ancak Osmanlı İmparatorluğu’nda hayvanlara yönelik merhamet anlayışının yaygın olduğu belirtilmektedir (Küçük, 2018).

Sanayi Devrimi, hayvanların tarım ve ulaşımında kullanımını yeniden tanımlamakta, mekanizasyonun artmasıyla hayvanların iş gücü olarak kullanımı azalmaktadır. Ancak bu dönemde et ve süt üretiminde kitleselleşme, hayvanların daha yoğun ve kısıtlı koşullarda yetiştirilmesine yol açmaktadır (Allen, 2022). Türkiye’de de benzer bir süreç, özellikle Cumhuriyet döneminde tarım ve hayvancılık politikalarının modernleşmesiyle yaşanmaktadır. Hayvanların üretim süreçlerindeki rolü, ekonomik verimlilik odaklı bir yaklaşımla ele alınmaktadır (Çelik, 2020). 19. yüzyılda hayvan refahı kavramı, Batı’da hukuki düzenlemelerle şekillenmeye başlamaktadır. Örneğin, 1822’de İngiltere’de hayvanlara kötü muameleyi yasaklayan ilk yasa olan Martin Yasası yürürlüğe girmiştir (Muiño vd., 2024), Bill Burns, eşeğine kötü muameleden yargılanmış

ve tarihe hayvanlara kötü muameleden hüküm giyen ilk insan olarak geçmiştir (Resim 1).

Resim 1: "Martin Yasası gereği yargılanan Bill Burns", Ressam: Charles Hunt, 1835 (Anonim. (2025)).



Yoğun hayvancılık sistemleri, hayvan refahı açısından ciddi sorunlar yaratmaktadır. Özellikle kapalı alanlarda yetiştirilen hayvanların doğal davranışlarını sergileyememesi, etik tartışmaları beraberinde getirmektedir (Hernandez vd., 2022). Türkiye’de de endüstriyel hayvancılık uygulamaları, hayvan refahı açısından eleştirilmekte ve alternatif üretim modelleri tartışılmaktadır (Çelik, 2020).

Günümüzde hayvan refahı, sadece hukuki bir mesele değil, aynı zamanda toplumsal bir bilinç meselesi olarak ele alınmaktadır. Türkiye’de hayvan hakları savunucuları ve sivil toplum kuruluşları, hayvan refahını artırmaya yönelik farkındalık kampanyaları düzenlemektedir (Yılmaz ve Şahin, 2021). Ayrıca, İslam dünyasında hayvan refahına yönelik etik yaklaşımlar, dini değerlerle modern hayvan hakları anlayışını birleştiren bir çerçeve sunmaktadır (Aydın, 2019).

4.2. Türkiye’de Hayvan Refahının ve Hayvanları Koruma Kanununun Tarihsel Gelişimi

Hayvan refahı ve hayvan hakları, 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren uluslararası bağlamda önem kazanan bir alan hâline gelmektedir (Osmanagaoglu ve Sanal, 2009).

Osmanlı döneminde, hayvan refahı anlayışı dini ve insani bir görev olarak algılanmakta ve bu bağlamda vakıf geleneği öne çıkmaktadır. Özellikle kent merkezlerinde sahipsiz hayvanların beslenmesi ve korunması amacıyla kurulan vakıflar, güvercin, kedi ve köpek gibi sokak hayvanlarına hizmet etmektedir. Bununla birlikte Türk kültüründe güvercinlik ve kuş evleri, hayvan refahını gözeterek kuşların doğal yaşam alanlarını destekleme ve koruma amacı taşımaktadır (Resim 2). Bu yaklaşım, dönemin koşulları içinde hayvan refahının toplumsal bir sorumluluk olarak görüldüğünü göstermektedir (Osmanagaoglu ve Sanal, 2009).

Resim 2: Osmanlı Döneminde ‘Kuş Evleri’ (Özçakı, 2021)



Osmanlı İmparatorluğu döneminde yürürlükte olan İstanbul Belediyesi Kanunnamesi’nde, hayvanların refahını korumaya yönelik çeşitli düzenlemeler

yer almaktadır. Örneğin, hasta veya tırnağı bakımsız olan hayvanların çalıştırılmaması gerektiği, hayvanların fazla yük taşımaya zorlanmaması ve ihtiyaçlarının sahipleri tarafından karşılanması gerektiği belirtilmektedir. Bu düzenlemeler, Türk toplumunun hayvanları koruma yaklaşımını ve hayvan refahının kültürel temellerini yansıtmaktadır (Osmanagaoglu ve Sanal, 2009).

Erken Cumhuriyet döneminde ise hayvan refahına yönelik özel bir kanun bulunmamakla birlikte, çeşitli belediye talimatnameleri ve İhtisab Kanunu gibi düzenlemelerde hayvanların sağlığı ve güvenliğiyle ilgili bazı maddeler yer almaktadır. Örneğin, Bursa İhtisab Kanunu, nabantların hayvanlara bilinçli zarar vermesini engelleyici hükümler içermektedir (Osmanagaoglu ve Sanal, 2009). Bununla birlikte 1927 yılında İstanbul’da ilk hayvan hastanesi Fatih semtinde açılmıştır (Resim 3)

Resim 3: 1927 İstanbul’da İlk Hayvan Hastanesi’nin Fatih’te açılışı, belediye başkanı Muhittin bey açılışı yaparken (Cumhuriyet 25/4/1927; Çalışır, 2022)



Türkiye’de modern anlamda kapsamlı bir “Hayvanları Koruma Kanunu” hazırlanmasına yönelik çalışmaların temeli 1990’lı yıllarda atılmaktadır. Toplumsal farkındalığın artması, sivil toplum kuruluşlarının güçlenmesi ve Avrupa Birliği uyum sürecinin etkisiyle, 5199 sayılı Kanun 2004 yılında yürürlüğe girmiştir (Anonim, 2009). Kanunun 6. maddesinin 4. fıkrasında, hayvanların korunmasına ilişkin çeşitli kurallar belirlenmiş; özellikle sahipsiz hayvanların kısırlaştırılması ve alındıkları ortama geri bırakılması öngörülmüştür (Tablo 2). Ayrıca, deney hayvanları, hayvanların ticari amaçla kullanımı ve ilgili yönetmeliklerin düzenlenmesi konularında Tarım ve Orman Bakanlığına çeşitli yetkiler verilmiştir (Osmanagaoglu ve Sanal, 2009).

Tablo 2. 5199 Sayılı Kanun'da Önemli Güncellemeler

Yıl	Düzenleme/Yasa Değişikliği	Önemli İçerik ve Sonuçlar
2004	5199 sayılı Hayvanları Koruma Kanunu'nun kabulü	Temel tanımlar, sahipsiz hayvanlar için kısırlaştırma-temel bakım uygulamaları
2019	Yeni "Hayvan Hakları" yasa taslağına ilişkin çalışma	Hayvanların "eşya" olmaktan çıkarılıp "canlı" varsayılması yönünde kamuoyu baskısı
2021	7332 sayılı Kanun'la değişiklik	Hayvanlara yönelik şiddetin kabahat olmaktan çıkarılıp suç sayılmasına dair hükümler
2022	Mikroçip zorunluluğu	Evcil hayvanların kimliklendirilmesi, sahipsiz bırakma durumunda cezai yaptırımlar
2024	Sahipsiz hayvanlarla ilgili genişletilmiş düzenleme	Belediyelere daha geniş yetki ve yükümlülük, barınakların kapasite sorunları tartışması

(Kaynak: Anonim, 2009; Çankaya vd., 2024; WellBeing International, 2024)

5199 sayılı Kanun'un hazırlanmasında AB'nin hayvan refahı standartlarının etkili olduğu vurgulanmaktadır. Özellikle, AB'nin 1998 tarihli Hayvan Refahı Stratejisi'nin Türkiye'deki yasal düzenlemelere ilham kaynağı olduğu belirtilmektedir (Çankaya vd., 2024)

5199 sayılı Kanun, ilk hâliyle hayvanların "mal" statüsünden çıkarılarak "can" olarak görülmesini hukuken tam olarak sağlayamasa da, 2021 ve 2024 yıllarında yapılan değişikliklerle bu yönde önemli adımlar atılmaktadır. Örneğin, 2021 yılında yapılan değişikliklerle hayvanların hukuki statüsü güçlendirilmiş ve hayvanlara yönelik şiddet eylemleri kabahatler kanunundan çıkarılarak ceza kanunu kapsamına alınmıştır. (WellBeing International, 2024). Ancak, mevzuatın uygulanmasında yeterli denetimin sağlanamaması ve uygulamada hâlâ ciddi eksiklikler bulunması sıklıkla eleştiri konusu olmaktadır (Güler, 2022). Yerel yönetimlerin kapasite yetersizliği, finansal kaynakların sınırlılığı ve denetim mekanizmalarının zayıflığı, Türkiye'de hayvan refahı politikalarının etkin bir şekilde uygulanmasını engellemektedir (Çankaya vd., 2024). Bu nedenle, hayvan refahı politikalarının geliştirilmesi için yerel yönetimlerin kapasitelerinin artırılması, sivil toplum kuruluşlarının daha etkin bir şekilde sürece dâhil edilmesi ve uluslararası standartların daha sıkı bir şekilde uygulanması gerekmektedir (Çankaya vd., 2024).

5. MODERN HAYVAN REFAHI VE ETİK YAKLAŞIMLAR

Modern hayvan refahı standartları, hayvanların yaşam kalitesini artırmayı amaçlayan etik, bilimsel ve hukuki yaklaşımların bütünleşik bir şekilde ele alınmasıyla şekillenmektedir. Bu standartlar, özellikle Avrupa Birliği (AB), Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve diğer gelişmiş ülkelerdeki yasal düzenlemelerle somutlaşmakta ve uluslararası kuruluşların rehberliğinde küresel ölçekte yaygınlaşmaktadır (Francione, 2013; Brels, 2023). AB, hayvan refahı konusunda en kapsamlı düzenlemelere sahip bölgelerden biri olup, 1998 tarihli Hayvan Refahı Stratejisi ve 2009 yılında yürürlüğe giren Lizbon Antlaşması ile hayvanları “hissedebilen varlıklar” olarak tanımlamış ve hayvan refahını AB politikalarının ayrılmaz bir parçası hâline getirmiştir (Anonim, 2023). AB mevzuatı, özellikle çiftlik hayvanlarının yaşam koşullarını iyileştirmeye odaklanmakta; örneğin 1999/74/EC sayılı Direktif ile yumurta tavuklarının kafes sistemlerinde tutulmasına sınırlamalar getirilmiş ve alternatif barınma sistemleri teşvik edilmiştir (Anonim, 2023).

ABD’de ise hayvan refahı düzenlemeleri, 1966 yılında kabul edilen Hayvan Refahı Yasası (Animal Welfare Act, AWA) ile başlamış olup laboratuvar hayvanları, evcil hayvanlar ve ticari olarak kullanılan hayvanların refahını korumayı hedeflemektedir (USDA-APHIS, 2024). Ancak, ABD’deki düzenlemeler AB’ye kıyasla daha sınırlıdır ve çiftlik hayvanları çoğunlukla AWA kapsamı dışında bırakılmaktadır (Francione, 2013). Son yıllarda eyalet düzeyinde yapılan düzenlemeler, çiftlik hayvanlarının yaşam koşullarının iyileştirilmesine yönelik önemli adımlar atılmasını sağlamaktadır (Rodriguez Ferrere, 2022).

Küresel düzeyde ise Birleşmiş Milletler (BM) ve Dünya Hayvan Sağlığı Örgütü (WOAH/OIE), hayvan refahı standartlarının benimsenmesi ve yaygınlaştırılması için çalışmalar yürütmektedir. WOAH tarafından geliştirilen “Hayvan Refahı Kılavuzu”, hayvanların taşınması, kesimi ve barınması gibi konularda uluslararası standartlar sunmakta ve ülkeler arası uyumun sağlanmasına katkıda bulunmaktadır (Brels, 2023; OIE, 2022).

Hayvan refahı kanunlarının uygulanmasında çeşitli zorluklar yaşandığı görülmektedir. Rodriguez Ferrere (2022), “uygulama boşluğu” (enforcement gap) kavramı ile, yasal düzenlemelerin etkin bir şekilde hayata geçirilememesinin hayvanların refahını olumsuz etkilediğini vurgulamaktadır. Bu sorunlar arasında denetim eksikliği, toplumsal farkındalık yetersizliği ve bazı hayvan türlerinin veya durumların düzenlemelerin dışında bırakılmasıyla ortaya çıkan yasal boşluklar öne çıkmaktadır (Rodriguez Ferrere, 2022). Hayvan refahı standartlarının geliştirilmesi ve uygulanmasında ise uluslararası işbirliği, bilimsel araştırmaların desteklenmesi ve eğitim programlarının yaygınlaştırılması büyük

önem taşımaktadır. Standartların küresel düzeyde uyumlu hâle getirilmesi, politikaların etkinliğini artırmakta; bilimsel araştırmaların politika yapım süreçlerine entegre edilmesi ise daha sürdürülebilir ve etkili çözümler sunmaktadır (Rodriguez Ferrere, 2022; Brels, 2023). Yasal düzenlemeler, geniş kapsamlı bir etik anlayışı yansıttığı ölçüde uluslararası platformda kabul görmekte; ancak uygulamada en önemli sorunlar arasında denetim eksikliği ve yaptırımların caydırıcılığının yetersizliği yer almaktadır (Fraser, 2021). Ayrıca, uluslararası ticaret bağlamında Dünya Ticaret Örgütü (WTO), hayvan refahı standartlarının “ticari engel” olarak değerlendirilmemesi ve küresel rekabet koşullarıyla uyumlu hâle getirilmesi için ilkeler geliştirmektedir (Fraser, 2021).

Hayvan refahı standartları ve kanunları, modern toplumlarda yalnızca etik kaygılarla değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal gereksinimlerle de şekillenmektedir. Bu alandaki temel dayanak, 1965 tarihli Brambell Raporu’nda ortaya konulan ve hayvanların beş temel özgürlüğünün korunmasını öngören ilkelerdir (Brambell, 1965). Bu özgürlüklerin çeşitli ülke mevzuatlarına yansımaları, hayvan refahı standartlarının yasal temelini oluştururken, WOAİ gibi uluslararası kuruluşlar da küresel ölçekte rehber ilkeler sunmaktadır (OİE, 2022). AB, 2010/63/EU ve 2007/43/EC gibi düzenlemelerle hem çiftlik hayvanlarının yaşam koşullarını iyileştirmeyi hem de bilimsel araştırmalarda kullanılan hayvanların deney süreçlerini sıkı denetim altına almayı hedeflemektedir (Anonim, 2023).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, hayvan refahı standartlarının güncellenmesi ve uygulanmasının hem etik hem de ekonomik boyutlarını vurgulamaktadır. Küresel ölçekte refah standartlarının yükselmesi, tüketici taleplerindeki değişim ve hayvan kaynaklı ürünlerin “etik üretim” yaklaşımıyla pazarlanmasıyla yakından ilişkilidir (Buller ve Roe, 2014). Yüksek refah standartlarının benimsenmesi, kısa vadede üretim maliyetlerini artırabilmekle birlikte, uzun vadede veteriner masraflarının azalmasına ve ürün kalitesinin yükselmesine katkı sağlamaktadır (Kehlbacher vd., 2012; Allen vd., 2022).

Laboratuvar hayvanları açısından, AB’nin 2010/63/EU sayılı Direktifi, 3R ilkesi ile hayvan deneylerinin daha insancıl hâle getirilmesini ve alternatif test yöntemlerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Anonim, 2023). Bu yaklaşım, yeni ilaç ve tıbbi cihaz araştırmalarında hayvan kullanımını en aza indirirken, bilimsel geçerliliğin artmasına ve araştırma maliyetlerinin azalmasına da olanak tanımaktadır (Gawor vd., 2021). Öte yandan, küresel sağlık krizleri ve pandemiler, hayvan deneyleri mevzuatının esnetilmesi ve acil aşı/ilaç geliştirme süreçlerinin hızlandırılması gerekliliğini gündeme getirmekte, bu alandaki yasal standartların bilimsel gerekliliklerle dengelenmesi gerektiğini göstermektedir (Rowan ve Knight, 2021).

Güncel akademik araştırmalar, hayvan refahı standartlarının yalnızca hayvanların ahlaki statüsünü korumakla kalmayıp, çevresel sürdürülebilirliği de desteklediğini ortaya koymaktadır. Hayvanların yaşam koşullarının iyileştirilmesi, daha az yoğun üretim sistemlerine ve organik yöntemlere yönelmeyi teşvik ederek sera gazı emisyonlarının ve çevre kirliliğinin azaltılmasına katkı sağlayabilmektedir (Springmann vd., 2018). Ayrıca, yüksek refah standartlarına uygun şekilde yetiştirilen hayvanlardan elde edilen ürünlerin, tüketiciler nezdinde daha yüksek bir algı değerı oluşturduğu belirtilmektedir (Allen vd., 2022). Bu nedenle, hayvan refahı ile ilgili yasal düzenlemeler ve standartlar, hem kamu sağlığı hem de ekonomik rekabet gücü açısından ülkelerin dikkatle takip ettiği bir alan hâline gelmektedir (Sert ve Uzmay, 2017).

KAYNAKLAR

1. Allen, S., Green, T., & Black, H. (2022). Welfare-driven measures and their economic impact on livestock farming: A systematic review. *Animals*, 12(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ani12010001>
2. Animals and Ethics. (n.d.). Internet Encyclopedia of Philosophy: A Peer-Reviewed Academic Resource. <http://www.iep.utm.edu/anim-eth/> (Son erişim tarihi: 18 Ocak 2025)
3. Anonim. (2009). Türkiye’de Hayvanları Koruma Kanunu’nun tarihsel gelişimi. *HAYTAP*. <https://www.haytap.org/> (Son erişim tarihi: 18 Ocak 2025)
4. Anonim. (2023). Animal welfare in the European Union. *European Commission*. <https://ec.europa.eu/> (Son erişim tarihi: 18 Ocak 2025)
5. Anonim. (2024). Hayvan bilinci. *Stanford Felsefe Ansiklopedisi* (Yaz 2024 Baskısı, E. N.Zalta&U.Nodelman,Eds.).<https://plato.stanford.edu/archives/sum2024/entries/consciousness-animal/> (Son erişim tarihi: 25 Nisan 2025)
6. Anonim. (2025). Dünyada ve Türkiye’de hayvan haklarının kısa bir tarihi. <https://tamadres.com/blog/yazi/dunyada-ve-turkiyede-hayvan-haklarinin-kisa-bir-tarihcesi>. (Son erişim tarihi: 25 Nisan 2025)
7. Aydın, H. (2019). İslam ve hayvan hakları: Teorik ve pratik yaklaşımlar. İstanbul: İSAM Yayınları.
8. Babayiğit, Y. (2022). Hayvan Refahı: Din ve İnanç Özgürlüğüne Getirilen Yeni Bir Sınırlandırma. *Diyanet Vakfı Yayınları*.
9. Bartussek, H. (1999). A review of the animal needs index (ANI) for the assessment of animals’ well-being in the housing systems for Austrian proprietary products and legislation. *Livestock Production Science*, 61(2–3), 179–192.
10. Bartussek, H. (2001). An updated animal needs index for cattle: ANI 35 L/2000. In *Proceedings of the 5th NAHWOA Workshop*, Rødding, Denmark (pp. 10–17). Network for Animal Health and Welfare in Organic Agriculture.
11. Beauchamp, T. L., & Frey, R. G. (Eds.). (2011). *The Oxford handbook of animal ethics*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195371963.001.0001>
12. Bennett, R. M., Christiansen, K., & Clifton-Hadley, R. S. (1999). Estimating the costs associated with endemic diseases of dairy cattle. *Journal of Dairy Research*, 66(4), 455–459.
13. Bentham, J. (2007). An Introduction to the Principles of Morals and Legislation (Original work published 1789). Dover Publications.
14. Brels, S. (2023). Transforming our world? Strengthening animal rights and animal welfare law through the United Nations. *Third World Quarterly*, 44(5), 893–910. <https://doi.org/10.1177/00471178231193299>

15. Buller, H., & Roe, E. (2014). Modifying and commodifying farm animal welfare: The economisation of layer chickens. *Journal of Rural Studies*, 33, 141–149. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2013.01.005>
16. Callicott, J. B. (1980). Animal liberation: A triangular affair. *Environmental Ethics*, 2(4), 311–338. <https://doi.org/10.5840/enviroethics19802427..>
17. Çalışır, M. F. (2022). Hayvan hakları kronolojisi. *Hayvan Hakları Tarihi ve Türkiye*.
18. Çankaya, H., Ekiz, C., & Şahin, N. (2024). Türkiye’de hayvanların korunması politikası. *Fiscaoeconomia*, 8(2), 825–861. <https://doi.org/10.25295/fsecon.1434116>
19. Çelik, S. (2020). Türkiye’de hayvan refahı ve hayvan hakları: Hukuki ve etik bir değerlendirme. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 67(2), 123–135.
20. Cullinane, M., Buckley, C., & Moloney, A. (2018). Assessing welfare in organic and conventional dairy herds: A comparison of Animal Needs Index (ANI) scores. *Animal Welfare*, 27(4), 375–384.
21. Dawkins, M. S. (1988). Behavioural deprivation: A central problem in animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 20, 209–225. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(88\)90047-7](https://doi.org/10.1016/0168-1591(88)90047-7)
22. Duncan, I. J. H. (2004). A concept of welfare based on feelings. In G. J. Benson & B. E. Rollin (Eds.), *The well-being of farm animals: Challenges and solutions* (pp. 85–102). Blackwell Publishing.
23. Duncan, I. J. H. (2005). Science-based assessment of animal welfare: Farm animals. *Revista Científica y Técnica*, 24(2), 483–492.
24. El Maaroufi, A. (2019). İslam’da Hayvan Etiği. *Perspektif*.
25. Enting, H., Kooij, D., Dijkhuizen, A. A., Huirne, R. B. M., & Noordhuizen-Stassen, E. N. (1997). Economic losses due to clinical lameness in dairy cattle. *Livestock Production Science*, 49(3), 259–267.
26. Foer, J. S. (2009). *Eating animals*. Little, Brown and Company.
27. Franco, N. H. (2013). Animal experiments in biomedical research: A historical perspective. *Animals*, 3(1), 238–273. <https://doi.org/10.3390/ani3010238>
28. Francione, G. L. (2013). Animal rights and animal welfare. *Rutgers Law Review*, 48(3), 397–398.
29. Fraser, D. (2008). *Understanding animal welfare: The science in its cultural context*. Wiley-Blackwell.
30. Fraser, D., Weary, D. M., Pajor, E. A., & Milligan, B. N. (1997). A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. *Animal Welfare*, 6(3), 187–205.
31. Gawor, J., Indrani, R., & Morgan, S. (2021). Reviewing the implementation of 3Rs in biomedical research: Policy, practice, and economic feasibility.

32. Görgülü, Ü. (2022). İslam Hukukunda Hayvan Hakları ve Hayvanlara Karşı Sorumluluklarımız.
33. Grandin, T. (2001). *Livestock handling and transport*. CABI Publishing.
34. Greene, T. (2021). Property or companions? Roman conceptions of animals in transitional periods. *Journal of Ancient Law*, 12(2), 45–62.
35. Güler, B. (2022). Türkiye’de hayvan hakları ve hayvan refahı: Yasal düzenlemelerin analizi. *İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 65(3), 123–146.
36. Harfeld, J. L. (2024). The history of animal welfare and its connection to ethics. In *EurSafe2024 Proceedings* (pp. 193–198). Wageningen Academic. https://doi.org/10.1163/9789004715509_032
37. Hemsworth, P. H., & Coleman, G. J. (2011). *Human-livestock interactions: The stockperson and the productivity and welfare of intensively farmed animals*. CAB International.
38. Hernandez, E., Llonch, P., & Turner, P. V. (2022). Applied animal ethics in industrial food animal production: Exploring the role of the veterinarian. *Animals (Basel)*, 12(6), 678.
39. Johannsen, K. (2023). Wild animal ethics: The moral and political problem of wild animal suffering. *Animal Welfare*, 32, e20. <https://doi.org/10.1017/awf.2023.12>
40. Johnson, J. (2013). Vulnerable subjects? The case of nonhuman animals in experimentation. *Journal of Bioethical Inquiry*, 10(4), 497–504.
41. Kehlbacher, A., Bennett, R., & Balcombe, K. (2012). Measuring the consumer benefits of improving farm animal welfare to inform welfare labelling. *Food Policy*, 37(6), 627–633. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.07.002>
42. Küçük, B. (2018). Osmanlı’da hayvan hakları ve vakıf sistemi. *Osmanlı Araştırmaları Dergisi*, 52(1), 45–67.
43. Lama, G. C. M., Estevez-Moreno, L. X., Sepulveda, W. S., Estradachavero, M. C., Rayas-Amor, A. A., Villarroel, M., & Maria, G. A. (2017). Mexican consumers' perceptions and attitudes towards farm animal welfare and willingness to pay for welfare-friendly meat products. *Meat Science*, 125, 106–113.
44. Makdisi, F., & Marggraf, R. (2011). Consumer willingness-to-pay for farm animal welfare in Germany: The case of broiler. *Journal or Publisher Name*, Volume(Issue), page range.
45. Marchant-Forde, J. N. (2015). The science of animal behavior and welfare: Challenges, opportunities, and global perspective. *Frontiers in Veterinary Science*, 2, 16.

46. McBride, E. A., & Baugh, S. (2022). Animal welfare in context: Historical, scientific, ethical, moral and one welfare perspectives. In T. Potthast & S. Meisch (Eds.), *Human/Animal Relationships in Transformation* (pp. 119–147). Springer Nature.
47. McEwen, F. S., Moffitt, T. E., & Arseneault, L. (2014). Is childhood cruelty to animals a marker for physical maltreatment in a prospective cohort study of children? *Child Abuse & Neglect*, 38(3), 533–543.
48. Mellor, D. J. (2016). Updating animal welfare thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living.” *Animals*, 6(3), 21. <https://doi.org/10.3390/ani6030021>
49. Midgley, M. (1983). *Animals and why they matter*. University of Georgia Press.
50. Moberg, G. P. (2000). Biological responses to stress: Implications for animal welfare. In G. P. Moberg & J. A. Mench (Eds.), *The biology of animal stress* (pp. 1–21). CABI Publishing.
51. Muiño, R., Martínez, E. N., Hernández, J., Benedito, J. L., & Castillo, C. (2024). Editorial: New challenges in animal welfare, volume II. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1520099. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1520099>
52. Mullineaux, E. (2023). *Wild animal ethics: A review of interventions*. Cambridge University Press.
53. Olsson, I. A. S. (2023). Animal ethics in theory and practice: Revisiting the 3Rs. *Laboratory Animals*, 57(2), 97–108.
54. Osmanagaoglu, Ş., & Sanal, Ş. Ö. (2009). Türkiye’de Hayvanları Koruma Kanununun tarihsel gelişimi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(3), 389–394.
55. Özçakı, M. (2021). Türk Kültüründe Güvercinlik ve Kuş Evleri ve Günümüze Yansımaları. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 10(2), 238–261.
56. Regan, T. (1983). *The case for animal rights*. University of California Press.
57. Rodriguez Ferrere, M. B. (2022). Animal welfare underenforcement as a rule of law problem. *Animals*, 12(11), 1411. <https://doi.org/10.3390/ani12111411>
58. Rowan, A. N., & Knight, A. (2021). The future of humane research—beyond the 3Rs. *Animals*, 11(3), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ani11030927>
59. Russell, W. M. S., & Burch, R. L. (1959). *The principles of humane experimental technique*. Methuen.
60. Ryder, R. D. (1989). *Animal revolution: Changing attitudes towards speciesism*. Basil Blackwell.
61. Ryder, R. D. (2000). *Animal Revolution: Changing Attitudes Towards Speciesism* (2nd ed.). Berg.
62. Sert, H., & Uzmay, A. (2017). Dünya’da hayvan refahı uygulamalarının ekonomik ve sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(4), 263–276. <https://doi.org/10.30803/adusobed.353373>

63. Singer, P. (1975). *Animal liberation: A new ethics for our treatment of animals*. HarperCollins.
64. Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., & Tilman, D. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728), 519–525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
65. Szűcs, E., Geers, R., Jezierski, T., Sossidou, E. N., & Broom, D. M. (2012). Animal welfare in different human cultures, traditions and religious faiths. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(11), 1499–1506. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.r.02>
66. Twine, R. (2020). *Veganism and the climate crisis*. *Sustainability*, 12(16), 6290. <https://doi.org/10.3390/su12166290>
67. WellBeing International. (2024). Turkey's new law on homeless dogs: Controversial measures and capacity challenges. <https://wellbeingintl.org/>. (Son erişim tarihi: 18 Ocak, 2025).
68. WWF. (2022). *Living Planet Report 2022: Building a nature-positive society*. Gland, Switzerland: WWF International.
69. Yılmaz, F. (2018). Ekolojik Denge Bağlamında Hz. Peygamber'in Sünneti ile Hayvan Refahı.



Biyogübreler ve Sürdürülebilir Tarımdaki Rolü

Birol Taş¹

¹ Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fak. Tarla Bit. Blm.

Giriş

İnsan ırkının evriminden bu yana tarım, insan nesilleri için hayatta kalmanın birincil aracı olup, dünya nüfusunun önemli bir kısmının geçimini sağladığı ürünleri üreten bir sektördür (Hervé ve ark., 2016; Kaur ve ark., 2018). Ancak bu sektör, gerek dünya genelinde hükümetlerin uyguladığı yanlış tarım politikaları nedeniyle, üretimi sağlayan temel unsur olan çiftçileri mağdur etmesi yüzünden, gerek tarım harici diğer sektörlerle devlet desteğinin daha çok yapılması nedeniyle ve gerekse değişen radikal iklim koşulları nedeniyle, artan bu talepleri karşılamakta güçlük çekmektedir. Artan bu talepleri karşılamak için en kısa sürede, tarımda sürdürülebilirliği teşvik etmek ve bu konuda planlar ve protokoller oluşturulması gerekmektedir (Bhardwaj ve ark. 2014; Singh ve ark. 2014).

Geleneksel tarımsal üretimler ve sürdürülebilirlik sadece çiftçi aileleri ve yerel köy toplulukları için geçerlidir. Çünkü bu gruplar sadece evsel düzeyde gıda ve yem üretimi ile ilgilenmektedir (Jehangir ve ark., 2017; Pandey, 2018). Yenilikçi teknolojilerin ortaya çıkmasıyla birlikte, birim alan başına düşen tarımsal üretim miktarı artmakta ve bunun sürdürülebilir olması içinde, üretim yaparken çevreyi korumaya ve daha çok bilinçlenmeye yönelik duygusal kavramların geliştirilmesi gerekmektedir (Barragán-Ocaña & Del-Valle-Rivera, 2016). Sürdürülebilir tarım modelinde insanlar, üretim yaptıkları her alanda verimi artırmak için çalışırken, çevreyi korumaya daha fazla önem vermekte ve tarımsal uygulama metodolojisinde çevreye uyumlu teknikleri kullanmaya gayret etmeleri gerekmektedir. . Bunu için çeşitli hormonlar, doğal gübreler ve hatta gübrelemeye yönelik yenilikçi yaklaşımlar kullanılmalıdır (Campos ve ark. 2019; Umesha ve ark. 2018a). Sentetik kimyasalların daha fazla uygulanmasıyla verim artırılabilir de, sentetik gübrelerin aşırı dozda kullanılmasının, yıllar içerisinde biyomagnifikasyonu ve ekolojik çeşitliliği azaltacağı artık bilinmektedir (Uosif ve ark., 2014). Bu da çevresel sürdürülebilirliği tehlikeye atacaktır. Dolayısıyla, gelecek neslin ihtiyaçlarından ödün vermeden, şu an mevcut olan nesil yani bu yazıyı okuyan bizler, çevre dostu ürünler ve çevreye duyarlı teknolojiler kullanarak tarım sektöründe sürdürülebilirliği sağlayabiliriz (Calabi-Floody ve ark. 2018; Umesha ve ark. 2018b; Wang ve ark. 2015).

Biyogübreler, sürdürülebilir tarım yapmamıza yardımcı olan ürünlerden biridir. Biyo-gübreler, esas olarak tohumlara ve fidelere vb. uygulamak için kullanılan yetkin fosfat çözündürücü suşların, N₂-fiks eden veya selüloolitik mikroorganizmaların canlı veya gizli hücrelerinin birleşimidir (Agarwal et al., 2018; García-Fraile et al., 2015). Atmosferik azotu parçalayarak ve kullanılabilir ürünlere dönüştürerek toprak verimliliğinin artırılmasında önemli bir rol

oyunlar. Ayrıca, gerekli hormonları ve antimetabolitleri üreterek kök büyümesini teşvik ederler ve toprak mineralizasyonuna ve besin ayrışmasına yardımcı olurlar (Kumar et al., 2017). Ekonomiktirler ve sentetik gübrelere takviye olarak kullanılabilirler. Bakteriler, mantarlar ve mavi-yeşil algler gibi mikroorganizmalar biyogübrelerin ana bileşenleri olarak kullanılmaktadır. Raf ömürlerini arttırmak için, bunlar turba ve linyit tozu gibi malzemelerle karıştırılabilirler (Agarwal ve ark.2018).

Biyogübrelerin kullanılması, marjinal ve küçük çiftçiler için kimyasal gübrelere kıyasla çok daha ekonomik, çevre dostu, verimli ve üretken olduğunu kanıtlamaktadır. Yetiştiricileri biyogübre kullanımına iten başlıca iki neden vardır:

- Biyogübre kullanımının mahsul verimliliğini arttırmada öncü bir rol oynaması
- Kimyasal gübre kullanımının artması nedeniyle toprak dokusundaki hasarın artarak değişik çevre sorunlarına yol açması

Bu iki nedenden ötürü yetiştiriciler, özellikle toprağın bozulan fauna ve flora yapısını yeniden sağlayabilmek için son yıllarda biyogübrelere yönelmeye başlamışlardır. Özellikle sürdürülebilir tarımda biyogübre kullanımı neredeyse zorunludur.

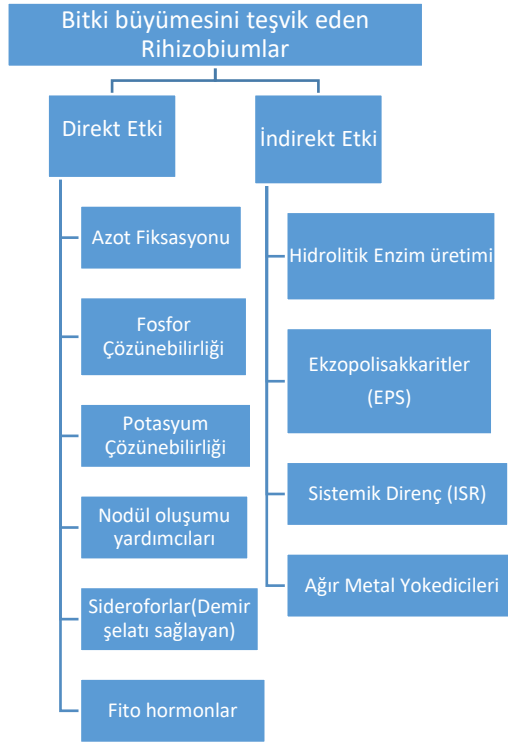
Biyogübrelerin sürdürülebilir tarım alanındaki hizmetleri farklı kategorilerde gruplandırılmaktadır (Kumar ve ark., 2017). Bunlar çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Biyogübrelerin Sınıflandırılması

Biyogübreler		Örnekler
Azot Fikse Edenler		<i>Frankia</i> , <i>Anabaena</i> , <i>Rhizobium</i> (symbiyotik), <i>Azotobacter</i> , <i>Klostridium</i> (Serbest yaşayan), <i>Azospirillum</i> (simbiyotik ile ilişkili)
Fosfor Hareketini Sağlayanlar		<i>Glomus p.</i> <i>Gigaspora sp.</i> <i>Scutellasporea sp.</i> ve <i>Sclerocystis sp.</i> (arbusküler mikoriza), <i>R. Solani</i> , <i>Laccaria sp.</i> , <i>Boletus sp.</i> , <i>Pisolithus sp.</i> , ve <i>Amanita sp.</i> (Ektomikoriza),
Fosforu Çözenler		<i>Bacillus circulans</i> , <i>B. megaterium</i> var. <i>phosphaticum</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>P. striata</i> (bakteri), <i>Aspergillus awamori</i> , <i>Penicillium sp.</i> (Fungus)
Mikrobesin Sağlayanlar	Elementi	<i>Bacillus sp.</i>
Rhizobacteria		<i>P. fluorescens</i>

Biyogübreler Nasıl  alışır?

Bitki büyümesini teşvik eden bakteriler (BBTB-PGPB) ticari ölçekte biyogübre olarak adlandırılır (Calvo ve ark., 2014). Bitki büyümesini teşvik eden bakteriler, bitki büyümesinde ve toprak verimliliğinin korunmasına doğrudan ve dolaylı etki olmak üzere iki şekilde etki edenler (şekil 1). Doğrudan etki de, bakteriler bitki büyümesini doğrudan düzenleyen oksin, sitokinin ve gibberellin gibi önemli hormonları üretebilir ve sağlayabilirler. Bu bakteriler ayrıca azot (N) ve fosfor (P) gibi temel elementleri sağlayarak ve potasyum (K) alımını artırarak bitkilere yardımcı da olurlar. Ekzopolisakkaritler, alglar, mantarlar ve bakteriler gibi canlı organizmalar tarafından çevresel faktörlerden korunmak için üretilen benzersiz polimerlerdir. Dolaylı etkide ise, bitki büyümesini teşvik eden bakteriler, ayrıca bitki patojenlerinin zararlı etkilerine karşı koruma sağlamak için, dolaylı olarak bitkilerin büyümesini desteklerler (Gamalero ve ark., 2009). Azot (N₂) fiksasyonu, bitki büyümesini teşvik eden bakteriler tarafından bitkilerde büyümenin teşvik edilmesinin en iyi çalışılmış doğrudan yoludur. Azot, bitkiler için temel besin elementleri kategorisine aittir. şimdi bu etkileri daha detaylı olarak açıklayalım:



Şekil 1. Bitki büyümesini teşvik eden Rhizobiumların Direkt ve İndirekt Etkileri

1. Doğrudan Etki:

Atmosferde dinitrojen (N_2) olarak %78 oranında azot bulunmasına rağmen, bitkiler bu formdaki azotu alıp kullanamazlar. Azotun bitkiler tarafından kullanılabilir formları (PAF'lar), çoğunlukla mikroorganizmalar tarafından biyolojik azot fiksasyonu (BNF) yoluyla üretilen amonyak ve nitratlardır. Bitkiler nitrat ve amonyağı asimilasyon yolları, yani sırasıyla amonyum asimilasyonu ve nitrat asimilasyonu yoluyla asimile edebilir (Tairo & Ndakidemi, 2013). Azot bağlayıcı mikroorganizmalar (diazotroflar olarak da adlandırılır), atmosferik azot üzerinde etkili olan ve onu amonyağa dönüştüren dinitrojenaz olarak bilinen benzersiz bir enzim kompleksine sahiptir (Smith ve ark., 2013). Diazotroflar serbest olarak yaşayabildikleri gibi simbiyotik olarakta yaşayabilirler. Simbiyotik kategori, *Leguminosae*'ye ait bitkilerle simbiyoz paylaşan *Rhizobiaceae* üyelerini içerir (Ahemad & Khan, 2012a, 2012b, 2012c, 2012d).

Rhizobia olarak adlandırılan simbiyotik azot bağlayıcı rizobakteriler, örneğin *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Azorhizobium* ve *Mesorhizobium*, *Rhizobiaceae* (Alphaproteobacteria) ailesine aittir. Konukçularının (baklagiller)

köklerini enfekte ederek onlarla simbiyotik bir ilişki kurarlar. Bu ilişkiyi kurmak için konukçu ve simbiyont arasında karmaşık bir kimyasal sinyal etkileşimi gereklidir ve bu da kök nodül oluşumuyla sonuçlanır. Rhizobia hücre içinde bir simbiyont olarak bulunur (Allito ve ark., 2015). Aynı zamanda, simbiyotik olmayan azot fikse eden rizobakteriler, legüminli olmayan bitkilerle zorunlu olmayan bir ilişki kurar (Verma ve ark., 2010). Tüm diazotroflar, kofaktörü Fe (demir) olan dinitrojenaz redüktaz ve kofaktörleri Fe ve Mo (molibden) olan dinitrojenazdan oluşan karmaşık bir molibden-demir dinitrojenaz sistemi ile azot fiksasyonu yapar (Smith ve ark., 2013). Bununla birlikte, *Azotobakter vinelandii* gibi birçok serbest yaşayan bakteri, molibden tükenmesine yanıt olarak demir-demir veya vanadyum-demir kofaktörleri içerir. Ferredoksin, dinitrojenaz redüktazı azaltır, bu da dinitrojenazı azaltır, ardından dinitrojenin (N₂) amonyağa (NH₃) indirgenmesi gerçekleşir (Santi ve ark. 2013). Gerek serbest yaşayan ve gerekse simbiyotik azot fiksatorlerinde bulunan azot fiksasyonundan sorumlu genler *Nif genleri* olarak adlandırılır (Black ve ark., 2012). Nif genleri, yapısal ve düzenleyici genler olmak üzere iki türden oluşur. Yapısal genler Fe proteini aktivasyonundan sorumlu olup, Fe-Mo kofaktörünün biyosentezi düzenlerler. Düzenleyici genler ise enzim işlevselliği ve sentezinden sorumludurlar (Ahemad & Kibret, 2014). Baklagillerde kök nodüllerinin gelişim süreci, azot fiksasyonu ile ilişkili önemli bir özellik olup köklerin bakteriyel enfeksiyonu takiben, kök kortikal hücrelerinin farklılaşmasını içerir. Farklılaşmış hücreler daha sonra azot fikse eden kök nodüllerine farklılaşırlar (Suzaki ve ark., 2015).

Nodüllerin düzgün oluşumu için bakterilerin enfeksiyonu epidermiste ve korteks nodülünün organogenezinde (Suzaki ve Kawaguchi, 2014) iyi bir şekilde senkronize edilmelidir. Rhizobia tarafından üretilen nod faktörleri, rhizobium ve konukçu bitkiler arasındaki simbiyotik ilişkiyi kimyasal olarak başlatan lipokotoligosakkaritlerdir. *Rhizobium spp.* ile enfeksiyondan sonra bitkinin etilen miktarının arttığı ve böylece daha fazla rizobiyal hastalığı ve nodül gelişimini engellediği bildirilmiştir (Abeles ve ark., 2012). Bunu da bazı rizobiyal suşların, etilenin biyosentez yolundaki ana düzenleyici enzim olan 1-aminosiklopropan-1-karboksilat (ACC) sentaz enziminin işlevini engelleyen “rizobitoksin” i sentezleyerek kısıtladıkları görülmüştür. Rizobitoksin nedeniyle etilen üretiminin sınırlanması sonucunda, konukçu bitki köklerinde oluşan nodül sayısında artış olur ve bu durum simbiyozu geliştirir (Vijayan ve ark., 2013). Bazı rizobiyal suşlar ACC deaminaz enzimini üreterek etilen konsantrasyonunu azaltır, bu da ACC'nin bir kısmını etilene dönüşmeden önce parçalar. Bu etilen azalması nodül oluşumunun ve bitki biyokütlesinin %25-40 oranında artmasına neden olur (Zahir ve ark., 2011). Tarladaki rizobiyal suşların yaklaşık %10'u doğal olarak ACC deaminazına sahiptir. Bu nedenle ACC deaminazı olmayan Rhizobia suşları tarafından oluşturulan nodül sayısı, genetik mühendisliği yoluyla, transformasyon yoluyla artırılabilir (Glick, 2014). Aynı yaklaşım, *Rhizobium*

leguminosarum bv. *viciae*'den ACC deaminaz geni ile dönüştürülen ve bu enzimden yoksun *Sinorhizobium meliloti* suşunda da kullanılmıştır. Bu dönüşümün, kontrol yabancı suşa kıyasla nodül sayısını yaklaşık %35 ve yoncanın biyokütlesini %40 gibi önemli bir oranda artırdığı bildirilmiştir (Glick, 2012, 2015).

Bitkiyle ilişkili mikroflora tarafından üretilen ve sağlanan fitohormonlar, endojen hormon seviyelerini modüle ederek, konakçı bitkide büyüme ve gelişmeyi uyarabilir (Gray, 2004; Van Loon, 2007). Oksinler (indol-3-asetik asit), gibberellinler (GA'lar) ve sitokininler, ilişkili canlılar tarafından üretilen en önemli bitki büyüme düzenleyicileri arasındadır. Farklı bitkilerin rizosferik canlılarının %80'inin ikincil metabolitleri olarak oksin sentezlediği bildirilmektedir (Ahemad & Khan, 2011). Bunu triptofana bağımlı ve triptofandan bağımsız yollarla yaparlar. Triptofana bağımlı üç oksin sentez yolu aşağıda belirtilmiştir:

(i) *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*'da bulunan indol-3-pirüvik asit (IPyA) yolu ve *Azospirillum*

(ii) Bazı patojenik bakterilerde bulunan indol-3-asetamid (IAM) yolu, örneğin *Pseudomonas syringae* ve *Agrobacterium tumefaciens* gibi

(iii) *Bacillus megaterium* ve *Bacillus licheniformis* gibi türlerde bulunan triptamin yolu

Rizobakteriyel kaynaklı IAA, patogeneze veya fitostimülasyonun birincil nedensel molekülü olarak kabul edilmiştir (Ahemad & Khan, 2012b; Mahanty ve ark., 2017) IAA'ya ek olarak, sitokinin modülasyonunun fitostimülasyonda rol oynadığı bildirilmiştir. Örneğin, *Arabidopsis thaliana* ve *Proteus vulgaris*'te fide büyümesinin *Bacillus megaterium* tarafından sitokinin sentezi yoluyla artırıldığı bildirilmiştir (Ortiz-Castro ve ark., 2008). *Azospirillum*, *Bacillus*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, vb. gibi çeşitli bakteri cinsleri iyi karakterize edilmiş sitokinin üreten türleri içerir. Sitokinin ve etilenin yanı sıra, gibberellin (GA) üretimi de bitki ile ilişkili bakteri ve mantarlarda gözlemlenmiştir. GA üreten bakteriler, tohum çimlenme oranını artırmak için kullanılsa da Bakteriyel GA'nın kesin işlevi anlaşılamamıştır (Goswami ve ark., 2016).

2. Dolaylı Etki

Yukarıda belirtildiği gibi bitki büyümesini teşvik eden bakteriler, örneğin patojenik mantarların veya bakterilerin bitki büyümesi ve gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltarak, ilişkili oldukları bitkilerin büyümesini dolaylı olarak da destekleyebilir. Bilim insanları bitki büyümesini teşvik eden bakteriler'in

kimyasal fungusitlere karşı çevre dostu bir alternatif olarak kullanılmasını da teşvik etmektedir. Bunlar:

- ***Antibiyotikler***

Bitki büyümesini teşvik eden bakteriler, patojenlere (çoğunlukla mantarlar) karşı etkili antibiyotikler üreterek bitkileri birçok patojen saldırısından korur. Farklı koşullar altında farklı antibiyotikler üretirler ve birçoğu ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu antibiyotik üreten suşlardan bazıları da ticarileştirilmiştir. Bilim insanları ayrıca bu antibiyotik üreten bitki büyümesini teşvik eden bakteri suşlarını laboratuvar koşullarında antibiyotik üretecek şekilde modifiye etmişlerdir (Devine ve ark., 2017).

- ***Hücre Duvarını Parçalayan Enzimler***

Bazı bitkiler, mantar hücre duvarındaki kitini hidrolize eden kitinaz gibi hücre duvarının parçalanmasında rol oynayan enzimler üreterek kendilerini patojenik mantarlara karşı savunurlar. Benzer şekilde, bazı bakteriler (biyokontrol ajanı olarak kullanılan) selülaazlar, kitinazlar, glukanaazlar, lipazlar ve proteazlar gibi birçok patojenik mantarın hücre duvarını bozabilen enzimler üretir (Kim ve ark., 2015). Bu nedenle, PGPB'ler mantar hastalıklarını kontrol eder ve verim kaybını önlerler. Bu durumda umut verici ve çevre dostu bir yoldur.

- ***Hidrojen Siyanür***

Rhizobium, *Pseudomonas* ve *Bacillus* gibi birçok PGPB, birçok hastalığı kontrol etmek için hidrojen siyanür üretir. Düşük hidrojen siyanür seviyeleri, mantar patojenlerinin bitkilere saldırmasına izin vermez ve bitkilerin hastalıklara karşı direncini artırır. Hidrojen siyanür, sitokrom-c oksidaz ve diğer metabolitlerini inhibe ederek çalışır. Bazı bakteriler ayrıca fungal patojenlere karşı sinerjik olarak hareket eden ve dirençli patojenik mantarların gelişimini önleyen antibiyotikler ve HCN üretir (Olanrewaju ve ark. , 2017; Ramette ve ark., 2006).

Çevresel Streslerin Azaltılmasında Biyogübrelenin Rolü

Bitkiler, herhangi bir anda anormal fizyoloji olarak görülen ve normal metabolizmayı kesintiye uğratan çok sayıda stres faktörüne (abiyotik ve biyotik) karşı savunmasızdırlar. Stres sırasında bitkiler, yüksek derecede hem serbest radikalleri hem de radikal olmayan molekülleri içeren reaktif oksijen türlerini (ROS) oluştururlar. Bu aşırı ROS molekülleri hücresel lipitlere, dolayısıyla hücrelere zarar verir ve metabolik bozukluklara ve yaşlanmada değişikliklere neden olur. Bitki büyümesini teşvik eden çeşitli rizobakterilerin (PGPR) bitkilerin stresi hafifletmesine yardımcı olduğu bilinmektedir. Örneğin, rizobakteriler kuraklık stresi altında sitoplazmik ozmolariteyi glisin betain,

prolin, ektoin ve trehaloz gibi çeşitli ozmolitleri üreterek korurlar. Glisin betain üretimi bitkilerin kuraklık, don ve tuzluluk streslerini aynı anda tolere etmesine yardımcı olur.

Pseudomonas alcaligenes, *P. aureofaciens*, *P. aurantiaca* ve *P. chlororaphis* tuzlu kurak topraklardaki olumsuz koşullara dayanmak için hormonlara sahiptirler (Verma ve ark., 2017; Yadav ve ark. 2018).

Forchetti ve arkadaşları (2010) kuraklığa toleranslı endofitik bakteri suşları olan *Bacillus pumilus* ve *Achromobacter xylosoxidans*'ın salisilik asit ürettiğini göstermiştir. Liu ve arkadaşları (2013) da bir sitokinin üreticisi olan *Bacillus subtilis*'in, kuraklık stresine karşı toleransı artırdığını bildirmiştir. Benzer şekilde, rizobakteriyel suşlarla aşılama, su stresi koşulları altında ayçiçeğinin büyüme parametrelerini geliştirmiştir. Timmusk ve arkadaşları (2014) buğdayın kuraklık stresi altında biyokütlesinin PGPB ile muamele edilmişlerde, edilmemiş bitkilere göre %78 daha fazla artırmıştır.

Sıcaklık stresinde ise, bu etkene maruz kalan bitkilerin sıcaklığın etkilerini hafifleten sitokin maddesini üreten PGPB, kök rizosfer bölgesinden izole edilmiştir (Arkhipova ve ark., 2007).

Salatalık bitkilerinin *P. fluorescens*, *P. extremorientalis*, *Stenotrophomonas rhizophila* ve *Serratia plymuthica* gibi bakterilerle inokülasyonu, kuru ağırlığı kontrole kıyasla, %62'ye kadar artırmıştır. Büyüme ve tuz toleransındaki iyileşmenin tuzlu ortamda IAA üretiminden kaynaklandığı bildirilmiştir. Ayrıca, kontrollü koşullar altında salatalığın meyve verimi de artırılmıştır (Egamberdieva, 2011).

Biyogübre Kullanımını Sınırlayan Bazı Faktörler

- **Numunelerin test edilmesine ilişkin düzenleyici işlemlerin ve tesislerin eksikliği:** Biyogübre kullanımının önündeki potansiyel kısıtlamalardan biri, biyogübre numunelerinin test edilmesi için kurumlar tarafından sağlanan imkânların azlığıdır. Ayrıca, bu konuda hükümetlerin bu konuya destek vermemeleridir.

- **Kimyasal pestisitlere karşı, çevre dostu alternatif olan bu alana katılım:** Biyogübreleme de gelecekteki araştırmalar, sorunlarla yüzleşmek için mevcut seçeneklere odaklanmalı ve küresel ekonomilerde endüstri için verimlilik ve müteakip ürün tedarikinde ilerleme sağlayan çevre dostu uygulamaların geliştirilmesi için geçerli çerçeveler önermelidir. Ayrıca, uygulamalarının teknik testleri, dünya çapında güvenli kullanımlarını doğrulamalıdır.

- **Biyo-gübrelerin yeterince yaygınlaşmaması ve çiftçiler tarafından düşük düzeyde kabul görmesi:** Biyogübrelerin yararları konusunda çiftçiler bilgilendirilmediği için, çiftçilerin biyogübreye olan güveni maalesef çok az.

Çiftçinin arazisinde kimyasal gübre ile mukayeseli uygulatılarak yapılacak çalışmalarla bu güven arttırılabilir.

KAYNAKLAR

- Abeles, FB., Morgan, PW., Saltveit Jr, ME. (2012). [Ethylene in plant biology](#), AP Academic Press Inc. 1250 Sixty Avenue San Diego California
- Agarwal, P., Gupta, R., & Gill, I. K. (2018). Importance of biofertilizers in agriculture biotechnology. *Annals of Biological Research*, 9(3), 1–3.
- Ahemad, M., & Khan, M. S. (2011). Effects of insecticides on plant-growth-promoting activities of phosphate solubilizing rhizobacterium *Klebsiella* sp. strain PS19. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100(1), 51–56. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp> . 2011.02.004
- Ahemad, M., & Khan, M. S. (2012a). Effects of pesticides on plant growth promoting traits of Mesorhizobium strain MRC4. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 11(1), 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.jssas>. 2011.10.001
- Ahemad, M., & Khan, M. S. (2012b). Effect of fungicides on plant growth promoting activities of phosphate solubilizing *Pseudomonas putida* isolated from mustard (*Brassica campestris*) rhizosphere. *Chemosphere*, 86(9), 945–950. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere>. 2011.11.013
- Ahemad, M., & Khan, M. S. (2012c). Ecological assessment of biotoxicity of pesticides towards plant growthpromoting activities of pea (*Pisum sativum*)-specific rhizobium SP. STRAINMRP1. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 334–343.
- Ahemad, M., & Khan, M. S. (2012d). Evaluation of plant-growth-promoting activities of rhizobacterium *Pseudomonas putida* under herbicide stress. *Annals of Microbiology*, 62(4), 1531–1540. <https://doi.org/10.1007/s13213-011-0407-2>
- Ahemad, M., & Kibret, M. (2014). Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. *Journal of King Saud University – Science*, 26(1), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.jksus>. 2013.05.001
- Ahmad Zahir, Z., Zafar-ul-Hye, M., Sajjad, S., Naveed., M (2011) Comparative effectiveness of *Pseudomonas* and *Serratia* sp. containing ACC-deaminase for coinoculation with *Rhizobium leguminosarum* to improve growth, nodulation, and yield of lentil. *Biol Fertil Soils* (2011) 47:457–465
- Allito, B. B., Nana, E. M., & Alemneh, A. A. (2015). Rhizobia strain and legume genome interaction effects on nitrogen fixation and yield of grain legume: A review. *Molecular Soil Biology*, 6. <https://doi.org/10.5376/msb.2015.06.0004>
- Arkhipova, T.M., Prinsen, E., Veselov, S.U., Martinenko, E.V., Melentiev, A.I., Kudoyarova, G.R. Cytokinin producing bacteria enhance plant growth in drying soil, *Plant Soil*, 292:305–315 DOI 10.1007/s11104-007-9233-5
- Barragán-Ocaña, A., & Del-Valle-Rivera, M. D. C. (2016). Rural development and environmental protection through the use of biofertilizers in agriculture: An

- alternative for underdeveloped countries? *Technology in Society*, 46, 90-99.
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2016.06.001>
- Bhardwaj, D., Ansari, M. W., Sahoo, R. K., & Tuteja, N. (2014). Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. *Microbial Cell Factories*, 13(1), 66.
<https://doi.org/10.1186/1475-2859-13-66>
- Black, M., Moolhuijzen, P., Chapman, B., Barrero, R., Howieson, J., Hungria, M., & Bellgard, M. (2012). The genetics of symbiotic nitrogen fixation: Comparative genomics of 14 rhizobia strains by resolution of protein clusters. *Genes*, 3(1), 138–166. <https://doi.org/10.3390/genes3010138>
- Calabi-Floody, M., Medina, J., Rumpel, C., Condrón, L. M., Hernández, M., Dumont, M., & Mora, MDLL. (2018). Smart fertilizers as a strategy for sustainable agriculture. In *Advances in Agronomy* (p. 147). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/bs.agron.2017.10.003>
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1–2), 3–41.
<https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Campos, E. V. R., Proença, P. L. F., Oliveira, J. L., Bakshi, M., Abhilash, P. C., & Fraceto, L. F. (2019). Use of botanical insecticides for sustainable agriculture: Future perspectives. *Ecological Indicators*, 105, 483–495.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.04.038>
- Devine, A., Harvey, R., Min, A. M., Gilder, M. E. T., Paw, M. K., Kang, J., ... McGready, R. (2017). Strategies for the prevention of perinatal hepatitis B transmission in a marginalized population on the Thailand-Myanmar border: A cost-effectiveness analysis. *BMC Infectious Diseases*, 17(1), 552.
<https://doi.org/10.1186/s12879-017-2660-x>
- Egamberdieva, D., Kucharova, Z., Davranov, K., Berg, G., Makarova, N., Azarova, T., Chebotar, V., Tikhonovich, I., Kamilova, F., Validov, S., Lugtenberg, B. (2011) Bacteria able to control foot and root rot and to promote growth of cucumber in salinated soils . *Biol Fertil Soils*, 47:197–205 DOI 10.1007/s00374-010-0523-3
- Gabriela Forchetti, G., Masciarelli, O., Izaguirre, MJ, Alemano, S., Alvarez, D., Abdala, G. (2010). Endophytic Bacteria Improve Seedling Growth of Sunflower Under Water Stress, Produce Salicylic Acid, and Inhibit Growth of Pathogenic Fung, *Curr Microbiol* 61:485–493 DOI 10.1007/s00284-010-9642-1
- Gamalero, E., Lingua, G., Berta, G., & Glick, B. R. (2009). Beneficial role of plant growth promoting bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on plant responses to heavy metal stress. *Canadian Journal of Microbiology*, 55(5), 501–514. <https://doi.org/10.1139/w09-010>
- García-Fraile, P., Menéndez, E., & Rivas, R. (2015). Role of bacterial biofertilizers in agriculture and forestry. *AIMS Bioengineering*, 2(3), 183–205.
<https://doi.org/10.3934/bioeng.2015.3.183>

- Glick, B. (2012). Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications, Hindawi Publishing Corporation Scientifica Volume 2012, Article ID 963401, 15 pages <http://dx.doi.org/10.6064/2012/963401>
- Glick, B. (2014) Bacteria with ACC deaminase can promote plant growth and help to feed the World. *Microbiological Research*, 169, 1, 30-39. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.09.009>
- Glick, B. (2015). Beneficial Plant-Bacterial Interactions Second Edition. ISBN 978-3-030-44367-2 <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44368-9>
- Goswami, D., Thakker, J. N., & Dhandhukia, P. C. (2016). Portraying mechanics of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A review. *Cogent Food and Agriculture*, 2(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1127500>. PubMed: 1127500
- Gray, W. M. (2004). Hormonal regulation of plant growth and development. *PLOS Biology*, 2(9), E311. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020311>
- Gray, W. M. (2004). Hormonal regulation of plant growth and development. *PLOS Biology*, 2(9), E311. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020311>
- Hervé, M., Albert, C. H., & Bondeau, A. (2016). On the importance of taking into account agricultural practices when defining conservation priorities for regional planning. *Journal for Nature Conservation*, 33, 76–84. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2016.08.001>
- Jehangir, I. A., Mir, M. A., Bhat, M. A., & Ahangar, M. A. (2017). Biofertilizers an approach to sustainability in agriculture: A review. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 5(5), 327-334. <https://doi.org/10.18782/2320-7051.5011>
- Kaur, R., Kaur, M., & Purewal, S. S. (2018). Effect of incorporation of faxseed to wheat rusks: Antioxidant, nutritional, sensory characteristics, and in vitro DNA damage protection activity. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(4), e13585. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13585>
- Kim, J. S., Lee, J., Lee, C. H., Woo, S. Y., Kang, H., Seo, S. G., & Kim, S. H. (2015). Activation of pathogenesis-related genes by the rhizobacterium, *Bacillus* sp. JS, which induces systemic resistance in tobacco plants. *Plant Pathology Journal*, 31(2), 195–201. <https://doi.org/10.5423/PPJ.NT.11.2014.0122>
- Kumar, R., Kumawat, N., & Sahu, Y. K. (2017). Role of biofertilizers in agriculture. *Pop Kheti*, 5(4), 63–66.
- Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A., & Tribedi, P. (2017). Biofertilizers: A potential approach for sustainable agriculture development. *Environmental Science and Pollution Research International*, 24(4), 3315–3335. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8104-0>
- Maillet, F., Poinso, V., Andre, O., Puech, V., Haouy, A., Gueunier, M., Laurence Cromer, L., Giraudet, D., Formey, D., Niebel, A., Andres Martinez, E., Driguez, H., Becard, G., De'naire, J. Fungal lipochitooligosaccharide symbiotic signals in arbuscular mycorrhiza *Nature* vol 469.

- Olanrewaju, O. S., Glick, B. R., & Babalola, O. O. (2017). Mechanisms of action of plant growth promoting bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 33 (11), 197. <https://doi.org/10.1007/s11274-017-2364-9>
- Ortíz-Castro, R., Valencia-Cantero, E., & López-Bucio, J. (2008). Plant growth promotion by *Bacillus megaterium* involves cytokinin signaling. *Plant Signaling and Behavior*, 3(4), 263–265. <https://doi.org/10.4161/psb.3.4.5204>
- Pandey, G. (2018). Challenges and future prospects of agri-nanotechnology for sustainable agriculture in India. *Environmental Technology and Innovation*, 11, 299-307. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2018.06.012>
- Ramette, A., Moëgne-Loccoz, Y., & Défago, G. (2006). Genetic diversity and biocontrol potential of fluorescent pseudomonads producing phloroglucinols and hydrogen cyanide from Swiss soils naturally suppressive or conducive to *Thielaviopsis basicola*-mediated black root rot of tobacco. *FEMS Microbiology Ecology*, 55(3), 369-381. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2005.00052>
- Santi, C., Bogusz, D., & Franche, C. (2013). Biological nitrogen fixation in non-legume plants. *Annals of Botany*, 111(5), 743–767. <https://doi.org/10.1093/aob/mct048>
- Singh, S., Singh, B. K., Yadav, S. M., & Gupta, A. K. (2014). Potential of biofertilizers in crop production in Indian agriculture. *American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology*, 4(2), 33–40. <https://doi.org/10.3923/ajpnft.2014.33.40>
- Smith, B. E., Richards, R. L., & Newton, W. E. (Eds.). (2013). *Catalysts for nitrogen fixation: Nitrogenases, relevant chemical models and commercial processes*, 1. Springer Science+Business Media.
- Smith, B. E., Richards, R. L., & Newton, W. E. (Eds.). (2013). *Catalysts for nitrogen fixation: Nitrogenases, relevant chemical models and commercial processes*, 1. Springer Science+Business Media.
- Suzaki, T., Kawaguchi, M. (2014). Root nodulation: a developmental program involving cell fate conversion triggered by symbiotic bacterial infection, *Current Opinion in Plant Biology*, 21:16–22.
- Suzaki, T., Yoro, E., Kawaguchi, M. (2015). Chapter Three - Leguminous Plants: Inventors of Root Nodules to Accommodate Symbiotic Bacteria *International Review of Cell and Molecular Biology*, 316, 111-158
- Tairo, E. V., & Ndakidemi, P. A. (2013). Possible benefits of rhizobial inoculation and phosphorus supplementation on nutrition, growth and economic sustainability in grain legumes. *American Journal of Research Communication*, 1(12), 532–556.
- Takuya Suzaki 1 2 a, Emiko Yoro 1 2 a, Masayoshi Kawaguchi 1 2 Leguminous Plants: Inventors of Root Nodules to Accommodate Symbiotic Bacteria *International Review of Cell and Molecular Biology* Volume 316, 2015, Pages 111-158

- Timmusk, s. Abd El-Daim, I., Copolovici, L., Tanilas, T., Kannaste, A., Behers, L. Nevo, E., Seisenbaeva, G., Elna Stenstrom, E. (2014). Drought-Tolerance of Wheat Improved by Rhizosphere Bacteria from Harsh Environments: Enhanced Biomass Production and Reduced Emissions of Stress Volatiles. 9 : 5, 1-13 s.
- Umesha, S., Manukumar, H. M., & Chandrasekhar, B. (2018a). Sustainable agriculture and food security. In *Biotechnology for sustainable agriculture* (pp. 67–92). Woodhead Publishing.
- Umesha, S., Singh, P. K., & Singh, R. P. (2018b). Microbial biotechnology and sustainable agriculture. In *Biotechnology for sustainable agriculture* (pp. 185-205). Woodhead Publishing.
- Uosif, M. A. M., Mostafa, A. M. A., Elsaman, R., & Moustafa, E. S. (2014). Natural radioactivity levels and radiological hazards indices of chemical fertilizers commonly used in Upper Egypt. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 7(4), 430-437. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2014.07.006>
- Van Loon, L. C. (2007). Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. *European Journal of Plant Pathology*. Dordrecht: Springer, 119(3), 243–254. <https://doi.org/10.1007/s10658-007-9165-1>
- Verma, J. P., Yadav, J., Tiwari, K. N., & Singh, V. (2010). Impact of plant growth promoting rhizobacteria on crop production. *International Journal of Agricultural Research*, 5(11), 954–983. <https://doi.org/10.3923/ijar.2010.954.983>
- Verma, P., Yadav, A. N., Kumar, V., Singh, D. P., & Saxena, A. K. (2017). Beneficial plant-microbes interactions: Biodiversity of microbes from diverse extreme environments and its impact for crop improvement. In *Plant-microbe interactions in agro-ecological perspectives* (pp. 543–580). Springer.
- Wang, H. Y., Liu, S., Zhai, L. M., Zhang, J. Z., Ren, T. Z., Fan, B. Q., & Liu, H. B. (2015). Preparation and utilization of phosphate biofertilizers using agricultural waste. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(1), 158-167. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60760-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60760-7)
- Yadav, S. K., Babu, S., Yadav, M. K., Singh, K., Yadav, G. S., & Pal, S. (2013). A review of organic farming for sustainable agriculture in Northern India. *International Journal of Agronomy*, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2013/718145>



Yonca (*Medicago sativa* L.) Yetiştiriciliği

Derya Güloğlu¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Atabey Meslek Yüksekokulu
Orcid: 0000-0002-1839-8710

GİRİŞ

Tüm Dünya’da ve ülkemizde en fazla yetiştirilen baklagil yem bitkisi yoncadır (*Medicago sativa* L.). Kültürü yapılan en eski yem bitkisi türü olup oldukça da değerlidir. Birçok ülke tarafından literatürde “yem bitkilerinin kraliçesi” veya “yem bitkilerinin babası” olarak anılmaktadır. Yoncanın bu şekilde anılmasının nedenleri arasında, uzun ömürlü ve çok yıllık bir bitki olması, yüksek uyum yeteneği, bir vejetasyon döneminde fazla sayıda biçim vermesi, iyi bir ekim nöbeti bitkisi olması ve hem ot verimi hem de ot kalitesinin yüksek olması gelmektedir. (Soya vd., 2004; Avcıoğlu vd., 2009). Ayrıca, toprak verimliliğini artırması, toprak yapısını düzeltmesi ve etkili erozyon kontrolü sağlaması nedeniyle, sürdürülebilir tarımda yararlanılabilecek en önemli bitkilerden biri olan yonca, köklerinin 2 metre kadar derine uzayabilmesi nedeniyle, toprağın alt katmanlarında bulunan besin elementlerini yukarı taşıyarak diğer bitkiler için de oldukça büyük yararlar sağlar(Açıkgöz, 2001)

Yaklaşık 30 farklı türü bulunan yoncanın, besin değeri bakımından kültürü yapılan yem bitkisi türleri içerisinde en yüksek yem değerine sahip olan bitki olduğu bilinmektedir (Sabancı, 2009). Hayvanlar tarafından sevilerek yenmesi, yüksek protein, mineral ve vitamin içeriği, yoncanın yüksek kalitede yem ve yüksek verimliliği olduğunun bir göstergesidir (Soya ve Geren, 2004).

Yonca bitkisi (*Medicago sativa*), baklagiller (Fabaceae) familyasına ait, 1 m'ye kadar boyolanabilen çok yıllık, uzun ömürlü bir türdür. Gövdesi hafif köşeli olup, genç sürgünlerin içi doludur ancak yonca yaşlandıkça sapların içi boşalır. Yonca, hem dik olarak hem de yatık formlarda gelişebilir. Yaprakları tipik olarak üçlüdür ve orta yaprakçık sapı diğerlerinden daha uzundur. Bu yapısı, bitkinin fotosentez kapasitesini artırır.

Tipik bir baklagil bitkisi olan yonca kökleri sayesinde toprağa azot bağlayarak toprağın verimliliğini artırdığından sürdürülebilir tarım uygulamaları için önemlidir. Hem yeşil halde hem de kuru ot olarak hayvanlara verilebildiği gibi, silo yemi olarak ve palet yem şeklinde de hayvanlara yedirilmektedir. Ayrıca, erozyona karşı yer örtüsü olarak, suni mera karışımlarında ve toprağa organik madde kazandırmak amacıyla yeşil gübre olarak da değerlendirilebilmektedir (Karakurt ve Fırıncıoğlu, 2003)

Canlıların büyüme ve gelişmeleri için mutlak gerekli olan makro ve mikro elementler bakımından fakir ve düşük kaliteli yemlerle beslenen hayvanlarda çeşitli sağlık sorunları görülmekte, bu elementlerin fazlalıkları halinde ise hayvanlarda toksik etkiler görülmektedir (Bükmeci vd., 2012). Kaliteli bir kaba yem kaynağı olan yonca, hayvanların büyüme ve gelişmeleri yanında hayvansal ürünlerin kalitesine olumlu etkide bulunan vitamin ve minerallere sahip olması nedeniyle hayvan beslenmesinde önemli yer tutmaktadır. (Kır ve Soya, 2008).

1. YONCANIN ÖNEMİ

1.1. Adaptasyon Yeteneği

Yonca denildiğinde ilk olarak Adi yonca (*Medicago sativa* L.) akıllara gelmektedir. Kayseri yoncası olarak da bilinen bu çeşit, geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olup, ülkemizde Orta ve Doğu Anadolu Bölgesi gibi soğuk bölgelerin yanında, sıcak iklime sahip güney bölgelerimizde de başarıyla yetiştirilmektedir (Sağlamtimur vd., 1990).

1.2. Biçim Sayısı ve Ot Verimi

Besin değeri bakımından üstün nitelikleri ve yüksek birim alan verimi nedeni ile yem bitkilerinin kraliçesi olarak adlandırılan yoncada verim, bir vejetasyon dönemindeki biçim sayısına, toprağın verimliliğine ve iklim koşullarına bağlı olarak değışiklik göstermektedir. Optimum koşullarda ve gerekli kültürel işlemler yapıldığında bir vejetasyon döneminde yoncadan, Doğu Anadolu Bölgesi'nde 2-3 kez, Orta Anadolu Bölgesi'nde 3-5 kez, Kıyı bölgelerimizde ise 7-8 kez biçim alınabilmektedir (Manga, 1981; Eğinlioğlu vd., 1996). Verim bakımından incelendiğinde, Doğu Anadolu'da 1 ton/da (Tosun vd., 1979), güney ve batı bölgelerimizde ise 1,5-2 ton/da kuru ot aldığı bilinmektedir (Elçi, 1970; Gençkan ve Avcioğlu, 1978).

1.3. Besleme Değeri

Yonca otu protein bakımından zengin olup, birim alandan alınan ham protein oranı da yüksektir (Güloğlu, 2009). İçerdiği A, B, D, K, niasin ve folik gibi vitaminler ile çeşitli mineral maddeler nedeniyle hayvan beslenmesinde oldukça önem taşımaktadır (Aslan, 2020; Bıçakçı ve Balabanlı, 2016). Yonca, bu içeriği sayesinde kaliteli ot vermekte, selüloz içeriğinin düşük olması nedeniyle de hayvanlar tarafından daha kolay sindirilmektedir (Manga, 1995).

1.4. Toprak Verimliliği

Derinlere inen kazık kökleri sayesinde toprağın derinlerindeki su ve bitki besin maddelerini kullanabilen ve başka bitkilerin yararlanamadığı bitki besin maddelerini toprağın üst katmanlarına taşıyabilmektedir. Bu özelliği ile kendinden sonra yetiştirilecek bitkiler için organik madde bakımından zengin, su tutma kapasitesi yüksek, kaliteli bir toprak sağlamaktadır (Akçelik, 2018). Ayrıca, baklagil bitkisi olduğundan, köklerinde simbiyotik olarak yaşıyan bakteriler sayesinde atmosfer azotunu toprağa fiske etme özelliği bulunmaktadır.

1.5. Otlatmaya Dayanıklılık

Yoncanın bazı çeşitleri otlatmaya oldukça dayanıklıdır. Bitkisel özellikler bakımından geniş bir çeşitlilik gösteren yonca tür ve çeşitleri içinde, rizomlu ya da stolonlu kökler oluşturan, yatık habituslu genotipler bulunmaktadır. Bu genotipler, yapıları gereği otlamanın etkilerine dayanabilmekte ve bazı buğdaygillerle karışık olarak ekilerek yapay mera karışımlarını oluşturabilmektedirler.

1.6. Ömür Uzunluğu

Tesis edildikten sonra uzun yıllar yaşayabilen yonca, ekonomik olarak 4 veya 5 yıl verimli olarak kullanılabilir. Araştırmalar, yoncanın, Batı ve Güney Anadolu'da 8-10 yıl, Orta Anadolu'da 20 yıl, Doğu Anadolu'da ise yaklaşık 30 yıl yaşayabildiğini göstermektedir (Tarman, 1954).

1.7. İnsan Beslenmesinde ve Tedavi Amaçlı Önemi

Yonca bitkisi, diğer doğal bitkiler gibi, insanlarda görülen bazı hastalık ve rahatsızlıklarda şifalanmak amacıyla kullanılmaktadır. Ezilip suyu çıkarılarak yaraların temizlenmesi, parkinson hastalığında seyreltilip tüketimi, demlenerek çay şeklinde içilmesi gibi birçok şekilde kullanılmaktadır. Çeşitli yöntemlerle kullanılan yoncadan elde edilen özsu, iştah açıcı, anne sütünü artırıcı, mide ve baş ağrısı önleyici, kolesterol dengeleyici ve ishal kesici olarak kullanılmaktadır (Saygın, 2019). Yoncanın köklerinden elde edilen ekstraktın, sinüzit enfeksiyonuna neden olan bakterilere karşı engelleyici rolünün olduğu bildirilmiştir (Çhegini vd., 2018). Ayrıca yonca, iltihap önleyici, antioksidan ve antifungal etki ve bağışıklık artırıcı etkiler de göstermektedir (Li vd., 2020).

2. YONCANIN EKOLOJİSİ

2.1. İklim İstekleri

Yonca yetiştiriciliğini sınırlayan özel bir iklim isteği bulunmamakla birlikte yonca yeterince toprak nemine sahip sıcak ve kurak iklimlerin bitkisidir (Orak ve Gökkaya, 2014). Köklerinin derin olması nedeniyle kurağa karşı dayanıklılık göstermektedir ancak uzun süren kuraklıklar gelişmenin durmasına neden olmaktadır. Kritik periyodun sona ermesiyle büyüme ve gelişmesine devam eder.

Yonca ekimi Akdeniz iklim tipine sahip bölgelerde sonbahar aylarında, serin iklim koşullarında ise ilkbahar aylarında yapılmalıdır. Çünkü toprak sıcaklığı ve nem durumu çimlenmede oldukça önemlidir ve verim üzerinde etkilidir (Tıknaçoğlu, 2009). Yonca tarımında verimi etkileyen bir diğer husus yonca tohumundaki dormansi durumudur. İçsel nedenlerle tohumun çimlenememesi durumuna dormansi veya çimlenme durgunluğu denmekte olup, bu davranışı

gösteren bitkilere dormant bitki denilmektedir. Ekimi yapılacak çeşidin kış dormansisi özelliğine bakılarak uygun çeşit ekimi yapılmasıyla yonca tarlasında verim artışı sağlamak mümkün olacaktır. Yonca bitkisi dormansi derecesine göre 1-11 arası değerler alarak sınıflandırılmaktadır. Dormansi derecelerine göre yetiştirme bölgelerine uyum sağlamakta olup, kış dormansisi 1-4 arasında olan yonca türleri soğuk bölgelere, 10-11 arasında olanlar ise sıcak bölgelere uyum sağlama kabiliyetindedirler (Teuber vd., 1988; Özkan vd., 2015).

Yoncanın, genellikle serin mevsim türlerinin tarımı yapılmaktadır. Buna rağmen sıcaklık isteği bakımından çeşitler arasında farklar vardır. Bitkiler yaşlandıkça düşük ve yüksek sıcaklıklara karşı daha fazla tolerans göstermektedirler. Örneğin Alaska'da -25°C'de Kaliforniya'da 60°C sıcaklıkta yetiştirilebilmekte olup, en uygun büyümeyi 25-26 °C 'lerde gerçekleştirmektedir (Gökalp vd., 2017). Yonca yetiştiriciliğinde optimum sıcaklık gündüz 15-25 °C, gece ise 10-20 °C'dir.

2.2. Toprak İstekleri

Yoncanın özel bir toprak isteği olmamakla beraber tınlı ve az kumlu, yeterli kirece sahip topraklarda iyi gelişme göstermektedir (Özyazıcı vd., 2013). Yonca yetiştiriciliğinde, derin, fazla tuzlu ve asitli olmayan topraklarda iyi verim alınır. Derin bir kök sistemi olduğundan yetiştirildiği toprakların da derin olmasını ister (Açıkgöz, 2001). Yonca için uygun toprak pH 6,5-7,5 civarında olmalıdır (Lancaster ve Orloff, 1997). Yonca asitliğe karşı toleranssız olduğundan (Özyazıcı ve ark., 2013) yonca yetiştirilecek topraklar asitli ise kireç uygulanması tavsiye edilmektedir (Manga vd., 1995; Açıkgöz, 2001). Eğer toprak pH'sı yüksek ise alkaliliğin sebeplerine göre, toprak yıkama, kükürt veya jips uygulamalarıyla toprak reaksiyonu düzenlenmelidir (Özyazıcı, 2013; Manga vd., 1995).

Yonca tohumlarının çok küçük olmasından dolayı tohum yatağının tohumların etrafını sarması ve yonca tohumlarının toprak neminden yararlanabilmesi, çıkış oranının yüksek olması bakımından oldukça önemlidir. (Güngörmez, 2019; Gençkan, 1992). Yonca köklerinin derin yapısı nedeniyle yonca tarımı yapılacak arazi toprağı derin olmalı ve taban suyu problemi bulunmamalıdır. Taban suyu seviyesi yüksekse drenaj uygulanmalıdır. . Eğimli arazilerde sulama problemleri olacağından tesviye yapılmalıdır.

2.3. Su İstekleri

Yoncanın, derin kök sistemi sayesinde kurağa dayanıklılığı yüksektir ancak sulu koşullarda da verimi artmaktadır. Yıllık yağışı 350-450 mm civarında olan

yerlerde kırıçta ve yılda birden çok biçim elde edilecek şekilde (Keskin vd., 2020; Tan, 2018); yağışı 2500 mm ve daha fazla olan yerlerde ise sulanmadan (Gökalp vd., 2017) yetiştirilebilmektedir.

Yonca, su isteği fazla, gelişme dönemi uzun, ışık isteği fazla, sürekli biçilen ve biçim sonrası tekrar yeşil kitle oluşturabilen bir bitki olduğundan su ihtiyacı oldukça yüksektir (Gençkan, 1992). Yonca, 1 kg kuru madde oluşturabilmek için ortalama 750-800 kg su sarf etmektedir (Walther, 1959). Bu nedenle yoncanın yetiştirme döneminde yağışı az olan bölgelerde yeter seviyede özellikle sulama yapılması gerekmektedir. Köklerinin derine inerek kuraklığa dayanacak hale gelmesi vejetasyon döneminin ikinci ve üçüncü yılında olmaktadır Bu nedenle ilk yıllar sulamaya özen gösterilmelidir. Yonca tarlası ilk biçimin hemen ardından ve ikinci biçimden bir hafta önce olacak şekilde her biçimde iki defa sulanmalıdır.

3. YONCA TARIMI

Birçok kaynak dünya genelinde en çok üretilen baklagil yem bitkisi türünün yonca olduğunu göstermektedir. Yonca türlerinin gelişimleri ve verimleri bölgelere göre oldukça farklılık göstermektedir (İnal, 2015). Bu nedenle her bölgenin iklim ve toprak özelliklerine göre uygun tür, çeşit ve ekotiplerin seçilmesi, uygun tarım tekniklerinin uygulanması ile yonca yetiştiriciliğinde verim ve kalitenin artırılması mümkün olacaktır.

3.1. Toprak Hazırlığı

Yonca üretiminin ilk ve en önemli aşaması ekim yapılacak toprağın ve tohum yatağının çok iyi hazırlanmasıdır. Tohumlarının çok küçük olması sebebiyle ekim yapılacak toprağın iyice ufalanmış olması ve nemli olması gerekmektedir. Yonca ekilecek toprak kışa girmeden önce orta derinlikte sürülmeli, toprak neminin korunması amacıyla merdane çekilmelidir. Yonca ekiminden önce toprak analizi yapılmalı, eğer çiftlik gübresi veya fosforlu gübre verilecekse toprak işlemesi sırasında verilmelidir (Gençkan, 1992). Ayrıca toprak ağır yapıda ise kaymak tabakasının oluşumunu engellemek ve verimliliği artırmak için yanmış çiftlik gübresinin mutlak surette uygulanması gerekmektedir. Kökleri derinlere kadar inebilen bir bitki olması nedeniyle taban suyu yüksek olan alanlarda drenaj önlemleri mutlaka alınmalıdır, eğimli topraklarda ise sulama problemleri olmaması nedeniyle arazi tesviyesi yapılmalıdır. Yonca bitkisinin ilk gelişimi zayıf olduğundan, yabancı otlarla mücadelesi zor olmaktadır. Bu nedenle yetiştirici tarafından yabancı ot mücadelesi etkin bir şekilde yürütülmelidir.

3.2. Ekim

3.2.1. Ekim zamanı

Yonca yetiştiriciliğinde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta ekim zamanıdır. Çünkü yonca, ilk gelişim döneminde kurağa ve soğuklara karşı oldukça hassastır. Bu nedenle, kurak ve soğuk dönemler gelmeden bitkinin belirli miktarda büyüme ve gelişmesine olanak tanıyacak zamanda ekim yapılması önerilmektedir. Dolayısıyla, ılıman iklimlerde sonbaharda, soğuk iklimlerde ise ilkbaharda ekilmesi uygun olmaktadır. Yonca, sonbaharda ekilecekse, ilk donlardan 4 hafta kadar önce; ilkbaharda ekilecek ise şiddetli kurak dönemden yaklaşık 1 ay önce ekilmelidir. Her iki ekim döneminin de uygun olduğu bölgelerde, hem ilkbahar hem de sonbahar yağışlarından yararlanabilmesi için ekimin sonbaharda yapılması tavsiye edilmektedir.

3.2.2. Ekim yöntemi

Farklı yöntemler olsa da ülkemizde, tohum kaybını en aza indiren sıraya ekim yöntemi tercih edilmektedir. Yağış alan bölgelerde ekimin sıra arası 15-20 cm olacak şekilde ve daha dar sıralarda; kurak alanlarda ise 25-30 cm olacak genişlikte sıra aralarında yetiştirilmesi önerilmektedir. İdeal koşullarda mibzerle, bir dekar alana atılacak tohumluk miktarının 1,5-2 kg arasında olduğu bildirilmektedir (Kephart vd., 1992). Atılacak tohumluk miktarı üretim amacına, yalın veya karışık ekim yapılmasına göre değişiklik göstermektedir. Genellikle tohumluk üretimi amacıyla yapılan ekimlerde tohumluk miktarı ot üretimi amacıyla yapılacak ekimlere nazaran daha az olmaktadır. Yapılan araştırmalar yoncanın ilk gelişim döneminde rekabet gücünün zayıf olması nedeniyle karışık ekime nazaran yalın ekiminin başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir (Gençkan, 1992).

3.2.3. Ekim derinliği

Yonca ekiminin, tohumları çok küçük olduğundan, yüksek çıkış oranını garantilemek için 2-3 cm derinlikte olacak şekilde mibzerle yapılması uygundur. Ekim derinliği ağır topraklarda 15-2 cm, daha hafif topraklarda ise 2.5-3.5 cm civarında olacak şekilde ayarlanmalıdır (Undersander vd., 2011). Ayrıca ilk kez yonca ekimi yapılacak tarlada tohumların *Rhizobium* bakterisi ile aşılması, iyi bir çıkış sağlanmasında gereklidir (Orak ve Gökkaya, 2014).

4. BAKTERİ AŞILAMA (*Rhizobium* spp.)

Atmosferde bulunan azot gazından bitkiler doğrudan doğruya yarar sağlayamamaktadırlar. Organizmaların büyük bir çoğunluğu azotu ancak suda erimiş nitrat iyonları veya amonyum iyonları halinde topraktan alabilmektedirler.

Atmosfer azotunun bitkilerin yararlanabildiği forma dönüştürülmesine azot fiksasyonu denilmektedir(Uyanık vd., 2011).

Biyolojik yolla yarayışlı azotun toprağa fiksasyonunda etkili olan mikroorganizmaların en önemlileri, baklagil bitkilerinin köklerinde simbiyotik olarak yaşayan *Rhizobium* bakterileridir (İşler, 2009). Toprakta doğal olarak rhizobium bakterileri bulunsada azot bağlanmasının etkinliğini artırmak amacıyla bakteri aşılması yapılmalıdır (Gök ve Onaç, 1995). Aşılama yapmanın amacı azot fiksasyonu ile atmosferin serbest azotunu bitkiler için yarayışlı forma dönüştürerek bitkinin kullanımına hazır hale getiren nodüllerin bakteriler aracılığıyla oluşmasını sağlamaktır. Daha önce aşılama yapılmamış topraklarda bakteri şılması yapılmaması durumunda azot fiksasyonunun gerçekleşmediği bilinmektedir (Biren, 2002). Aşılama işleminde her bitkinin kendine has bakteri kültürü kullanılarak aşılama yapılması gerekmektedir (Gök ve Onaç, 1995). Örneğin yoncada *Rhizobium melliloti*, üçgüllerde *Rhizobium trifolii*, fiğ, burçak, mercimek ve bezelyede *Rhizobium leguminosorum*, fasulyede *Rhizobium phasoli*, nohutta *Rhizobium cicer*, soya ve yerfıstığında ise *Rhizobium japonicum* bakterileri kullanılmaktadır. Ancak bu şekilde yeterli nodül oluşumu ve etkili bir azot fiksasyonu sağlanmış olmaktadır. Aynı toprakta daha önce yonca yetiştirilmişse bakteri kültürü toprakta zaten bulunmaktadır ancak ilk kez yonca ekimi yapılacaksa mutlaka bakteri aşılması yapılmalıdır. *Rhizobium* bakterileri ile bir baklagil türünün simbiyotik yolla dekara 20-30 kg azot sağladığı, azot kazanımının ise en fazla yonca bitkisi ve ona özgü *Rhizobium melliloti* bakterisi ile gerçekleştiği bildirilmektedir (Müftüoğlu ve Demirer, 1998).

5. BAKIM İŞLEMLERİ

Yonca bitkisi, çok yıllık ve uzun ömürlü bir bitki olduğundan (Gençkan, 1992), gerekli bakım yapıldığı zaman yoncadan uzun yıllar boyunca ekonomik ürün alınabilmektedir.

5.1. Yabancı ot mücadelesi

Yabancı otlarla en etkin mücadele, yabancı otlardan temizlenmiş bir tohum yatağına ekim yapmaktır. Yabancı otlar çimlendikten hemen sonra yüzlek bir toprak işleme yapılması önerilmektedir. Yoncanın, çok yıllık bir bitki olması sebebiyle ilk gelişim yılında yabancı otlarla rekabet gücü zayıf olmaktadır. Bu nedenle yoncayı tahılla karışım halinde ekip, ilk yıl hızlı gelişen tahılla yabancı otları kontrol altında tutmak mümkün olmaktadır. Tahılların kök yapıları yoncadan farklı olduğundan, bu şekilde yapılan karışık ekimden yonca zarar görmemektedir(Gençkan, 1992).

5.2. Sulama

Yonca, derin kök sistemi nedeniyle kurağa dayanıklı ancak su ihtiyacı da yüksek olan bir bitkidir. Bu nedenle, yıllık yağışın 350-400 mm olduğu bölgelerde kıraç koşullarda (Keskin ve ark., 2020).; yıllık yağışın 2000 mm ve daha fazla olduğu bölgelerde ise sulanmaksızın yetiştirilebilmektedir (Gökalp vd., 2017). Uzun ömürlü, çabuk gelişen, vejetasyon döneminde birkaç kez biçim veren ve biçim sonrası yeniden yeşil aksam oluşturabilen bir bitki olan yonca, 1 kg kuru madde meydana getirmek için dekarda 600-850 kg su tüketmektedir (Hanson vd., 1988). Bu sebeple, vejetasyon boyunca yağış yetersiz kalmışsa mutlaka sulama yapılması gerekmektedir.

Yoncanın su ihtiyacı, yaşına, gelişme dönemine, yağış durumuna ve toprak özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Yaşlı ve iri yapılı yoncalarda su kaybı fazla olduğundan, su isteği de fazladır. Yoncanın kök gelişiminin kurağa dayanıklı hale gelmesi, vejetasyonun ikinci veya üçüncü yılında olduğundan, genç bitkilerin sulamasına ilk yılda özen gösterilmelidir.

Taban suyundan yararlanma bakımından yonca, diğer bitkilere nazaran daha iyidir. Ancak, durgun veya yüzeye yakın olan taban suyu seviyesi yoncanın gelişimini olumsuz etkilemektedir.

Sulama sıklığı her bölgeye göre değişmekle beraber, genel olarak ilk biçimin hemen ardından ve ikinci biçimden 1 hafta önce olmak üzere, yoncanın her biçimde 2 defa sulanması gerekmektedir. Tohum üretimi amacıyla yonca yetiştiriliyorsa, yeni sürgün gelişimini teşvik ederek tohum hasadını olumsuz etkileyeceğinden dolayı sulama yapılmamalıdır.

5.3. Gübreleme

Uzun ömürlü, çok yıllık ve hayvanlar açısından besleme değeri yüksek olan yonca yetiştiriciliğinde başarılı bir üretim için toprak verimliliği oldukça önemlidir. Bu nedenle, yonca tesis edilmeden önce toprak tahlili yapılmalı ve bitki gelişimine dikkat edilerek uygun bir gübreleme planlaması yapılmalıdır.

Yonca bir baklagil bitkisi olduğu için azotlu gübrelemeye özen göstermek gerekmektedir. İlk tesis yılında yonca bitkilerinin köklerindeki nodoziteler oluşuncaya kadar ve hızlı büyümelerini sağlamak amacıyla 3-4 kg/da azotun ekimle birlikte verilmesi önerilmektedir (Özyazıcı vd., 2013). Daha sonraki dönemlerde azotlu gübrelemem verilmesinde gerek yoktur.

Yonca tarımı yapılacak alanlar fosfor yönünden fakirse, gübrelemeyle desteklenmelidir. Fosfor, fide gelişimi için gerekli bir besin elementidir. Bu nedenle ekimle birlikte veya sonbaharda toprak işleme sırasında 10-15 kg/da

fosfor verilmesi tavsiye edilmektedir (Açıkgöz, 1991). Ayrıca, fosforlu gübre yoncanın kuru madde üretimi için harcadığı su miktarını da azaltmaktadır (Brady ve Weil, 1999).

Yonca, potasyuma da fazla ihtiyaç duymaktadır. Potasyum elementinin, şeker ve nişasta oluşumu, protein sentezi ve soğuğa dayanıklılık gibi metabolik olaylarda önemli bir rolü vardır (Manga vd., 1995; Açıkgöz, 2001). Ayrıca, potasyum, yoncada kuru madde oranını artırmaktadır (Grewal ve Williams, 2003). Yonca ekilen toprağın potasyum yönünden fakir olması durumunda yoncalık hızlı bir şekilde bozulmaktadır. Bu nedenle potasyumun yeterli bulunmadığı topraklarda potasyumlu gübrelemeye önem verilmelidir. (Özyazıcı vd., 2013).

Ayrıca toprak ağır yapılı ise toprak yüzeyinde kaymak tabakasının oluşumunu engellemek ve verimi artırmak için toprağa fermente olmuş ahır gübresi verilmesi olumlu sonuçlar verecektir.

6. HASAT

Yonca, genel olarak ot üretimi amacıyla yetiştirilen bir yem bitkisidir. Mümkün olduğu kadar fazla, yem değeri yüksek, üstün kaliteli ve yüksek verimli ot alabilmek için, yoncanın biçim zamanı ve biçim yüksekliği dikkat edilmesi gereken en önemli konudur. Bu nedenle, bitkinin fizyolojik gelişiminin takip edilmesi gerekmektedir. Yoncada, gelişme dönemi ilerledikçe yaprak oranı ve protein miktarı azalmaktadır (Gençkan, 1992). Biçimin erken yapılması halinde ise köklerde zayıflama görülmektedir. Bu nedenle % 10 çiçeklenme döneminde yapılan yonca biçiminde, dekardan elde edilen protein ve kuru ot miktarı en yüksek düzeylerde olmaktadır.

Yoncanın verimi üzerinde etkisi olan biçim sıklığı ve biçim yüksekliği, yonca yetiştirilen bölgenin iklim özelliklerine göre değişmekle beraber, en uygun biçim yüksekliği 5-10 cm arasındadır (Baytekin ve Gül, 2009). Biçim yüksekliği, yeni sürgünlere zarar vermeyecek ve biçimden arta kalacak yaprak miktarının yoncanın dayanıklılığını sağlayacak yükseklikten yapılmasına dikkat edilmesi gerekmektedir(Lattimore, 2008).

7. YONCANIN SEYREKLEŞME SORUNU VE NEDENLERİ

Yonca, çok yıllık bir yem bitkisi türü olduğundan, tesisi doğru ve uygun şekilde yapıldığında, uzun yıllar biçilerek ot elde etmek mümkün olmaktadır. Ancak, yonca ekim alanlarının uygun şekilde hazırlanmasında ve yönetilmesindeki aksaklıklar sebebiyle yoncalıklarda seyrekleşme sorunu

olmaktadır. Buna neden olan faktörler ve bunlara karşı alınacak tedbirler şu şekilde özetlenebilmektedir:

7.1. Yoncanın yaşlanması

Çok yıllık olan yoncanın ömrü, iklim ve bölgelere göre değişmekte olup, ekonomik ömrü yaklaşık olarak 5 yıldır (Tarman, 1954). Biyolojik ömrü olan bu süreçte yonca verimli bir şekilde değerlendirilirken, daha sonra zayıflayarak seyrekleşmeye başlar. Bu durumda, yaşlanan yonca sürülerek diğer bitkiler ekim sistemine dahil edilmeli ve daha sonra yeniden yonca tesis edilmelidir.

7.2. Yabancı otlar

Yonca, özellikle ilk gelişim döneminde yabancı otlara karşı hassastır. Çünkü gelişimi, yabancı ot gelişimine nazaran daha yavaştır. Topraktaki besin maddeleri ve su kullanımında rekabet edemeyeceği için yonca zayıf ve güçsüz kalarak seyrekleşmeye başlar. Bu nedenle, yonca ekim alanlarında ekim öncesi yabancı ot mücadelesi etkin bir şekilde yapılmalı, yabancı otlardan arındırılmış bir tohum yatağı hazırlanmalıdır (Orak ve Gökkaya, 2014).

7.3. Taban suyu yüksekliği

Yonca, derin bir kök sistemine sahiptir. Taban suyu seviyesi toprak yüzeyine yakın olduğunda, yonca kökleri çürür ve toprak içinde ilerleyemez. Böyle alanlarda mutlaka drenaj sistemleri oluşturulmalıdır.

7.4. Toprakta kireç noksanlığı

Her baklagil bitkisi gibi yonca da topraktan fazla miktarda kireç kaldırmaktadır. Toprak, kireç bakımından fakirse, yoncanın gelişimi zayıf olur ve seyrekleşmeye başlar. Bu nedenle kireç azlığı olan topraklarda yonca yetiştiriciliğinden önce toprağa kireç uygulaması yapılmalıdır.

7.5. Ağır toprakların sıkışması

Yonca, uzun ömürlü bir bitki olduğundan, her yıl yapılan bakım işlemleri ve hayvan otlatılması gibi nedenler toprakların sıkışmasına neden olmaktadır. Bu durum, ağır topraklarda daha büyük soruna neden olmakta, daha fazla sıkışan ağır bünyeli topraklarda, yonca kökleri hava alamamaktadır. Bu nedenle, özellikle ağır topraklarda mutlaka ekim öncesi çiftlik gübresi verilerek toprak, yoncanın toprak isteğine uygun hale getirilmelidir.

7.6. Toprak tesviyesi ve Sulama

Yonca yetiştirilecek alanlarda iyi tesviye yapılmamışsa, su çukur yerlerde toplanmaktadır. Az su alan kısımlarda yoncanın çiçeklenmesi daha kısa sürede

olurken, bol su alan kısımlarda çiçeklenme gecikmektedir. Bu da yoncanın biçim zamanında farklılıklar oluşmasına neden olmaktadır. Yoncadan iyi verim alınabilmesi için yonca yetiştirilecek alanın muhakkak tesviyesinin yapılması gerekmektedir.

7.7. Biçim Zamanı ve Biçim Yüksekliği

Yoncanın, ot için en uygun biçilme zamanı, çiçeklenmenin %10 olduğu dönemdir. Erken yapılan biçimlerde, bitkinin köklerindeki besin maddeleri, yeniden sürme ve gelişme için yetersiz kalacağından yoncanın seyrekleşmesine neden olmaktadır. Ayrıca, kışa girmeden evvel yapılan son biçimin zamanı da oldukça önemlidir. Son biçim, yoncanın kışa kuvvetli bir şekilde gireceği ve yeni sürgünlerin oluşmasına imkan vermeyen tarihte yapılmalıdır. Biçim yüksekliği, ılıman bölgelerde 5 cm, serin bölgelerde ise 5-10 cm yüksekliğinde yapılmalıdır (Serin vd., 1999).

7.8. Yoncanın Otlatılması

Bazı yörelerde, biçimden sonra yonca otlatılmaktadır. Yoncalığa hayvan sokulduğunda, toprak, hayvanların ayakları altında sıkışmakta, bitkinin kök boğazı çiğnenmekte ve yonca bitkisi zarar görmektedir. Bu nedenle yonca tarlasına hayvan sokulmamalıdır.

7.9. Yoncalığı Küsküt Sarması

Küsküt, yoncanın en önemli zararlı bitkisidir. Asalak bir bitki olan küsküt, emeçleri ile yoncanın gövdesini sararak onun besin maddeleri ile beslenmekte ve bitkinin kısa sürede ölümüne neden olmaktadır. Bu nedenle, küskütten arınmış tohum ekilmesine çok dikkat edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Açıkgoz, E. (2001). *Yem Bitkileri*. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Uludağ Üni. Basımevi, 3.Baskı, Bursa, 584 s.
- Akçelik, E. (2018). *Ankara ili doğal vejetasyonundan toplanan yabani yonca (Medicago sativa L.) populasyonlarının karakterizasyon çalışmaları ile mera tipi yonca hatlarının belirlenmesi* (Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi (Turkey).
- Aslan, N. (2020). *Mardin koşullarında yetiştirilen bazı yonca (Medicago sativa L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., & Karadağ, Y. (2009). Yem Bitkileri (Baklagil Yem Bitkileri). *Cilt II, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir*.
- Baytekin, H., & Gül, İ. (2009). Yem bitkilerinde hasat, kuru ot üretimi, depolama ve silaj. *Yem Bitkileri Genel Bölüm, 1*, 121-140.
- Bıçakçı, E., & Balabanlı, C. (2016). Çoklu melez parsellerinde yer alan yonca genotiplerinin tohum tutma özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20*(3), 587-591.
- Biren, S. (2002). *Bakteri (Bradyrhizobium japonicum) Aşılmasının Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) Koşullarında Soya (Glycine mac. L.) Bitkisinde Nodülasyona ve Tane Verimine Etkisi* (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Adana).
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (1996). The nature and properties of soils. 12. Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey
- Bükmeci, M., Çelik, A., & Cattan, M. (2012). Hayvan yemlerinde makro ve mikro elementlerin tayini. *VI. Ulusal Analitik Kimya Kongresi, 3-7 Eylül 2012, Hatay*
- Chegini, H., Oshaghi, M., Boshagh, M. A., Foroutan, P., & Jahangiri, A. H. (2018). Antibacterial effect of Medicago sativa extract on the common bacterial in sinusitis infection. *International Journal of Biomedicine and Public Health, 1*(1), 1-5.
- Eğinioğlu, G., Sabancı, C. O., Buğdaycıgil, M., & Özpınar, H. (1996). Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin Menemen koşullarında adaptasyonu üzerine bir araştırma. *Türkiye 3. Çayır Mera ve Yem Bitkileri Kongresi (17-19 Haziran 1996, Erzurum)*, 321-327.
- Elçi, Ş. (1970). *Çukurova Bölgesi'nde yem bitkilerinin ekim nöbetinde kullanılması imkanları* (Halk Konferansları No: 4). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana.
- Gençkan, S., & Avcıoğlu, R. (1978). Değişik yüksekliklerde uygulanan biçim sıralarının yoncanın bazı verim özelliklerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15*(1-13),

- Gençkan, S. (1992). *Yem bitkileri tarımı* (Yayın No: 467). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir.
- Gök, M., & Onaç, İ. (1995). Değişik *Bradyrhizobium japonicum* izolatları ile aşılamanın farklı soya çeşitlerinde verime, nodülasyona ve N₂ fiksasyonuna etkisi. *İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu*, 2, 237–246.
- Gökalp, S., Yazıcı, L., Çankaya, N., & İspirli, K. (2017). Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin Tokat-Kazova ekolojik koşullarında ot verimi ve kalite performanslarının belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(3), 114–127.
- Grewal, H. S., & Williams, R. (2003). Potassium fertilizer improves the growth and performance of dryland lucerne. In *Update of Research in Progress at the Tamworth Agricultural Institute* (pp. 95–96).
- Güloğlu, D. (2009). *Kayseri yonca hatlarının tohum tutma özellikleri ve bunların polikros döllerinde yeşil yem veriminin belirlenmesi* (Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı). Ankara.
- Güngörmez, M. (2019). *Yonca üretiminde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi: Tekirdağ ili örneği* (Yüksek lisans tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı).
- Hanson, A. A., Barnes, D. K., & Hill Jr, R. R. (1988). *Alfalfa and alfalfa improvement*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, & Soil Science Society of America.
- İnal, N. (2015). *Kırşehir koşullarında bazı yonca (Medicago sativa L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi, Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı). Kırşehir.
- İşler, E. (2009). *Farklı aşılama yöntemleri ile bakteri (Bradyrhizobium japonicum) aşılmasının azot fiksasyonuna ve tane verimine etkisi* (Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Karakurt, E., & Fırıncıoğlu, H. K. (2003). Farklı kaynaklardan sağlanan yonca (*Medicago sativa* L.) populasyonunda bazı önemli özellikler ve özellikler arası ilişkiler. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi (TARM)*, 12(1–2), 86–94.
- Kephart, K. D., Twidwell, E. K., Bortnem, R., & Boe, A. (1992). Alfalfa yield component responses to seeding rate several years after establishment. *Agronomy Journal*, 84(5), 827–831.
- Keskin, B., Temel, S., & Eren, B. (2020). Iğdır ekolojik şartlarında bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerine ait ot verimlerinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(3), 757–764.
- Kır, B., & Soya, H. (2008). Kimi mera tipi yonca çeşitlerinin bazı verim ve kalite özellikleri üzerinde bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45(1), 11–19.

- Lancaster, D. L., & Orloff, S. B. (1997). Site selection. In S. B. Orloff & H. L. Carlson (Eds.), *Intermountain alfalfa management* (pp. 3–8). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. (Publication No. 3366)
- Lattimore, M. A. (2008). *Producing quality lucerne hay* (Publication No. 08/101). Rural Industries Research and Development Corporation, Yanco Agricultural Institute.
- Li, D., Liu, D., Lv, M., Gao, P., & Liu, X. (2020). Isolation of triterpenoid saponins from *Medicago sativa* L. with neuroprotective activities. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 30(4), 126956. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2020.126956>
- Manga, İ. (1981). *Erzurum ekolojik koşullarında yetiştirilebilen önemli yonca varyetelerinin bazı agronomik, morfolojik ve biyolojik özellikleri üzerinde araştırmalar* (Yayın No. 577). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Manga, Ü., Acar, Z., & Ayan, Ü. (1995). *Baklagil yem bitkileri* (Ders Notu No. 7). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Müftüoğlu, N. M., & Demirer, T. (1998). Toprakta azot bilançosu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 175–185.
- Orak, A., & Gökkaya, G. (2014). *Yonca tarımı*. İlgi Matbaacılık.
- Özkan, U., Sevimay, C. S., & Demirbağ, N. Ş. (2015). Yonca (*Medicago sativa* L.)'da kış dormansisi ve ölçüm metodu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 8(1), 51–53.
- Özyazıcı, M. A., Dengiz, O., & Sağlam, M. (2013). Artvin ilinde yonca (*Medicago sativa* L.) tarımı yapılan toprakların verimlilik durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin ortaya konulması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14(2), 225–238.
- Sabancı, C. O. (2009). *Baklagil yem bitkileri* (Yayın No. 2). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Vakfı.
- Sağlamtimur, T., Tansı, V., & Baytekin, H. (1990). *Yem bitkileri yetiştirme* (Ders Kitabı No. 74). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Saygın, Y. (2019). *Yonca nedir? Nasıl kullanılır? Faydaları ve yan etkileri nelerdir?* Bilgihanem. <https://bilgihanem.com/yonca-nedir-nasil-kullanilir/> (Erişim tarihi: 07 Ekim 2020).
- Serin, Y., Tan, M., & Öztürk, N. (1999). Fiğ + arpa karışımlarının gübrelenmesi üzerine bir araştırma. In *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri* (Cilt 3, ss. 47–52). 15–18 Kasım, Adana.
- Soya, H., Avcıoğlu, R., & Geren, H. (2004). *Yem bitkileri*. Hasat Yayıncılık.
- Tan, M. (2018). *Baklagil ve buğdaygil yem bitkileri* (Ders Yayınları No. 256). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Tarman, Ö. (1954). *Baklagillerden yem bitkilerinin yetiştirilmesi*. Ziraat Vekaleti Neşriyatı, Güzel İstanbul Matbaası.

- Teuber, L. R., Taggard, K. L., Gibbs, L. K., McCaslin, M. H., Peterson, M. A., & Barnes, D. K. (1998). Fall dormancy. In *Standard tests to characterize alfalfa cultivars* (pp. A-1). Certified Alfalfa Seed Council.
- Tıknazoğlu, B. (2009). *Yem bitkileri tarımı ve silaj yapımı*. İl Tarım Müdürlüğü, Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını.
- Tosun, F., Manga, İ., & Altın, M. (1979). Erzurum ekolojik şartlarında bazı önemli yonca varyetelerinin adaptasyon ve verim denemeleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10, 53–74.
- Undersander, D., Cosgrove, D., Cullen, E., Grau, C., Rice, M. E., Renz, M., ... & Sulc, M. (2011). *Alfalfa management guide*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, & Soil Science Society of America. Uyanık, M., Rezaeieh, K.A.P., Delen, G., Gürbüz, B., 2011. Baklagillerde Bakteri Aşılması ve Azot Fiksasyonu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*. (357) 8-12.
- Walther, G. (1959). *Luzerne*. Verlag Gerhard Rautenburg.



Oxford Nanopore Uzun Okuma Teknolojisi ve Hayvancılıkta Kullanım Potansiyeli

Özlem Durğun¹ & Selahaddin Kiraz²

¹ Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Şanlıurfa, Turkey.

ORCID NO: 0000-0002-8707-8278

² Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye, ORCID NO: 0000-0003-1298-4783

1.GİRİŞ

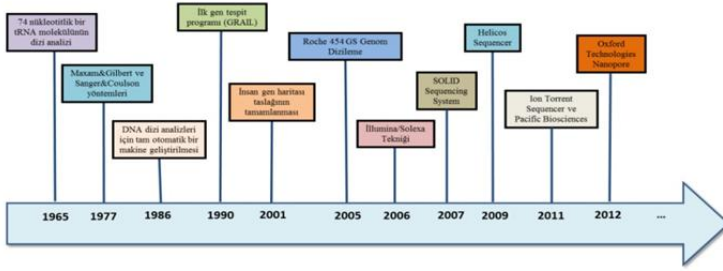
İnsanoğlu, tarih boyunca çevresindeki olayları anlama ve açıklama çabası içinde olmuş, bu süreçte birçok zorlukla karşılaşmıştır. Ancak bilimsel merak ve keşif arzusu, bu engellerin aşılmasını sağlamıştır. Geçmişteki öncü çalışmalar, günümüzün ileri teknolojilerinin temellerini atmıştır (Kızmaz vd., 2017). Örneğin, Gregor Mendel'in 1866 yılında bezelye bitkileri üzerinde gerçekleştirdiği melezleme deneyleri, kalıtımın temel prensiplerini ortaya koymuştur. Friedrich Miescher'in 1868 yılında hücre çekirdeğinden izole ettiği ve asidik özellikler gösteren nükleik asitler, genetik materyalin kimyasal doğasına dair ilk ipuçlarını sunmuştur. 1944 yılında Oswald Avery ve çalışma arkadaşları ise, DNA'nın genetik bilgiyi taşıyan molekül olduğunu kanıtlamışlardır. Ardından, 1953 yılında James Watson ve Francis Crick, DNA'nın çift sarmal yapısını çözümleyerek moleküler biyoloji alanında devrim niteliğinde bir keşfe imza atmışlardır. Bu tarihsel birikim, modern DNA dizileme yöntemlerinin geliştirilmesinin önünü açmıştır (Barba vd., 2014; Heather ve Chain, 2016).

DNA yapısının keşfinden on iki yıl sonra, 1965 yılında Holley ve çalışma arkadaşları, ilk kez maya hücresinden izole ettikleri 77 nükleotit uzunluğunda bir tRNA (transfer RNA) polinükleotid bölgesinin dizilimini gerçekleştirmiştir. Bu süreçte kullanılan yöntem, oldukça zaman alıcı ve emek yoğun bir çalışma gerektirmiştir. Ancak, bu zorluklara rağmen, takip eden on yıl içinde 100'ün üzerinde tRNA molekülünün ve bazı DNA parçalarının dizilimi başarıyla tamamlanmıştır (Franca vd., 2002; Raj Bahndary ve Kohrer, 2006).

Üçüncü nesil dizileme teknolojileri, daha uzun okuma uzunlukları, daha kısa analiz süreleri ve PCR kaynaklı önyargıların azaltılması gibi avantajlar sunarak geleneksel ikinci nesil sistemlere alternatif olarak geliştirilmiştir (Schadt vd., 2010). Bu bağlamda, Pacific Biosciences (PacBio) tarafından sunulan SMRT teknolojisi, tipik olarak 10 kb okuma uzunluğu ve hücre başına 0,5–1 GB verim sağlarken, %10–15 oranında rastgele dizileme hataları göstermektedir; bu hatalar CCS ile düzeltilebilir (Nagarajan ve Pop, 2013; Larsen vd., 2014))

Oxford Nanopore Technologies (ONT) ise 2014'te piyasaya sürdüğü MinION cihazıyla doğrudan ve gerçek zamanlı dizileme imkânı sunmuştur. ONT'nin okuma uzunlukları PacBio ile karşılaştırılabilir düzeydedir, ancak hata oranı daha yüksektir (%65–88 doğruluk). Küçük boyutu ve düşük maliyeti sayesinde MinION, özellikle klinik tanı ve patojen gözetimi gibi alanlarda dikkat çekmektedir (Ashton vd., 2015; Laver vd., 2015; Ip vd., 2015).

RNA dizilenmesiyle başlayan bu süreç, DNA dizilemesini mümkün kılan yeni tekniklerin gelişimine önemli katkılar sağlamıştır. Bu tarihsel süreç Şekil 1'de özetlenmiştir.



Şekil 1. DNA Sekanslama Teknolojilerinin Tarihsel Seyri. (Kızmaz vd., 2017)

2. DİZİLEME TEKNOLOJİLERİ

2.1. Birinci Nesil Dizileme Teknolojileri

2.1.1. Maxam-Gillbert (Kimyasal Kırılma) Yöntemi

Birinci nesil dizileme yöntemi olarak adlandırılan Maxam-Gilbert, DNA'nın kimyasal parçalanmasına ve elektroforezle görüntülenmesine dayanır. Bu yöntem, DNA'nın kimyasal modifikasyonu ve baz-spesifik kesimi esasına dayanır. İlk olarak DNA örneği tek sarmallı hale getirilir ve DNA dizisindeki fosfat grubu alkalik fosfataz yardımıyla çıkarılır. Ardından, polinükleotid kinaz enzimi kullanılarak DNA'nın 5' ucuna radyoaktif bir fosfat grubu (P-32) eklenir. Kalıp DNA, polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile çoğaltılarak milyonlarca kopya elde edilir. Çoğaltılan DNA dört farklı tüpe yerleştirilir; her tüpte adenin (A), guanin (G), timin (T) ve sitozin (C) gibi belirli bazlara özgü kimyasallar bulunur. Bu kimyasallar, DNA'nın sadece hedeflenen bazlardan kesilmesini sağlar. Böylece, her tüpte farklı uzunlukta DNA parçaları oluşur. Elektroforez işlemi ile bu parçalar jelde yürütülerek ayrıştırılır ve DNA dizisi, parçaların uzunluklarına göre okunur (Maxam ve Gilbert, 1977; Hardin 2001; Heather ve Chain, 2016). Bu yöntemin en büyük dezavantajı, tehlikeli kimyasalların kullanılması ve işlem sürecinin Sanger yöntemine kıyasla daha karmaşık ve yavaş olmasıdır (Türedi ve Şeker, 2023).

2.1.2. Sanger (Zincir Sonlandırma) Yöntemi

Sanger DNA dizileme yöntemi, 1977 yılında F. Sanger tarafından geliştirilmiş olup, zincir uzamasının dideoksinükleozid trifosfatlar (ddNTP'ler) ile sonlandırılması esasına dayanmaktadır (Sanger vd., 1977; McCombie vd., 2019). Bu teknikte amaç, DNA fragmanlarının jel elektroforezi ile uzunluklarına göre ayrılmasını sağlayarak, DNA molekülünün baz dizisini ve kompozisyonunu tespit etmektir (Türedi ve Şeker, 2023). Bu yöntemde, DNA polimeraz enzimi yardımıyla kalıp DNA üzerine yeni zincir sentezlenirken, senteze normal deoksinükleotid trifosfatlar (dNTP'ler) ile birlikte düşük konsantrasyonda

ddNTP'ler de eklenir. ddNTP'ler, dNTP'lerden yalnızca bir yapısal farkla ayrılır: deoksiriboz şekerlerinin 3' karbon atomunda hidroksil (-OH) grubu bulunmaz. Bu hidroksil grubunun eksikliği, DNA polimerazın yeni bir nükleotid eklemesini engeller ve zincir uzamasını durdurur (McCombie vd., 2019; Hardin 2001). Her bir ddNTP, dört farklı nükleotid bazına (A, T, G, C) özgü şekilde kullanıldığından, yöntem her baz için ayrı bir reaksiyon gerektirir. Reaksiyon tüplerinin her birinde kalıp DNA, primer, DNA polimeraz, dört çeşit dNTP ve baz-spesifik bir ddNTP bulunur. Reaksiyon sonucunda, ddNTP'nin zincire eklendiği noktada sentez durur ve böylece farklı uzunluklarda DNA fragmanları oluşur. PZR sonrasında oluşan reaksiyon ürünleri jel elektroforezinde görüntülenir (Heather ve Chain, 2016; Bruijns vd., 2018; Garrido-Cardenas vd., 2017).

2.2. İkinci Nesil Dizileme Teknolojileri

İkinci nesil DNA dizileme teknolojileri, birinci nesil yöntemlere kıyasla daha hızlı, maliyet etkin ve yüksek verimli olmalarıyla genomik araştırmalar alanında önemli bir dönüşüm sağlamıştır. Bu teknolojilerden ilki, 454 Pirosekanslama olarak geliştirilmiş olup, onu sırasıyla Illumina/Solexa, SOLiD ve Ion Torrent teknolojileri takip etmiştir (Eren vd., 2022).

Roche 454 Teknolojisi, pirosekanslama platformunu kullanan bir dizileme teknolojisidir (Salmaninejad vd., 2019). Bu yöntem, DNA örneklerinin 400-600 bp uzunluğunda parçalara bölünmesiyle başlar (Escalante vd., 2014). Her bir parça, adaptör dizileriyle kütüphaneye dönüştürülür. Kütüphane oluşturma sırasında, PCR amplifikasyonu DNA polimeraz ile yapılır ve nükleotidler sırasıyla eklenir. Emülsiyon PCR adı verilen bu süreçte, her bir DNA molekülü tek bir boncuk üzerinde çoğaltılır. Kütüphane hazırlandıktan sonra, pikotiter plakaya (PTP) yerleştirilen boncuklar üzerinde pirofosfat tespit tekniğiyle dizileme yapılır. Bu yöntem, her kuyuda tek bir DNA molekülü ile yapılan klonal amplifikasyonla devam eder ve her kuyudan farklı bir DNA dizisi elde edilir (Escalante vd., 2014; Eren vd., 2022).

Illumina/Solexa Teknolojisi geri dönüşümlü sonlandırıcı nükleotidlerin floresan boyalarla etiketlenmesi esasına dayanan bir dizileme-sentez tekniğidir (Morozova ve Marra, 2008; Bennett, 2004). Bu yöntemde, adaptörlerle yüzeye bağlanan DNA molekülleri, köprü amplifikasyonu yoluyla çoğaltılarak flowcell üzerinde milyonlarca klonal küme oluşturur. Dizileme, her bir nükleotidin özgün floresan rengiyle tanımlanması ve bu sinyallerin döngüsel olarak tespit edilmesiyle gerçekleşir. Homopolimer bölgelerde daha doğru sonuçlar verdiği belirtilen bu yöntem, kısa okuma uzunlukları üretmektedir (Bentley, 2004). Bu iki dizileme yönteminden sonra Applied Biosystem tarafından Solid adında bir yöntem geliştirildi. Bu yöntem sentez yoluyla değil, ligasyon yoluyla dizileme prensibine dayanmaktadır. Bu yöntem, sentez yoluyla değil, ligasyon yoluyla

dizileme prensibine dayanmaktadır. Bu yöntemde, DNA polimeraz yerine DNA ligaz enzimi kullanılır ve floresan işaretli oligonükleotidlerin ligasyonu üzerine odaklanılır. Ligasyon işlemi sonrasında, problemlerin işaretli uçları kesilerek döngü tekrarlanır (Schuster, 2008). Her ne kadar bu teknoloji, Illumina makinelerinin sağladığı okuma uzunluğu ve kapsam (coverage) değerlerini elde edememekle birlikte, baz başına maliyet açısından hala rekabetçi bir alternatif sunmaktadır (Glenn, 2011). Son olarak Ion Torrent Teknolojisi, floresan veya lüminesans kullanmaması nedeniyle diğer dizileme yöntemlerinden farklılık göstermektedir. Bu teknoloji, DNA sentezi sırasında hidrojen iyonlarının serbest bırakılması sonucu meydana gelen pH değişimini hesaplayarak dizileme işlemi gerçekleştirmektedir (Rothberg, 2011).

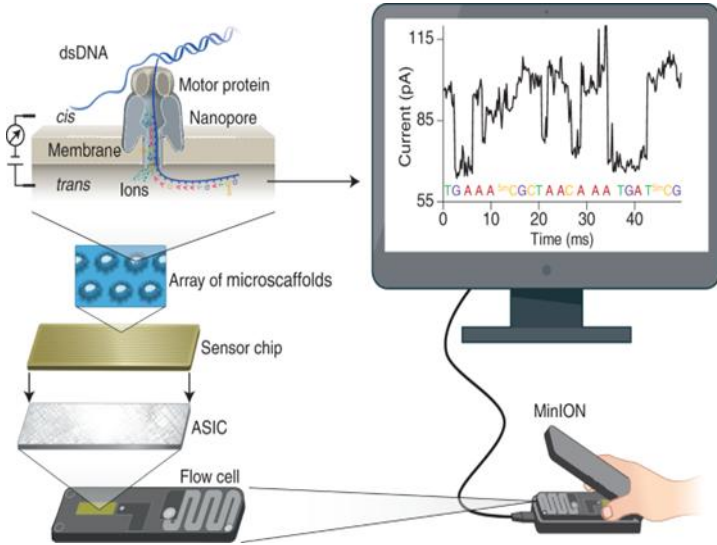
2.3. Üçüncü Nesil Dizileme Teknolojileri

Üçüncü nesil dizileme teknolojileri, DNA amplifikasyonu gereksinimini ortadan kaldırarak önceki nesillerden farklılaşmaktadır (Schadt vd., 2010). Bu teknolojilerden biri olan tek molekül dizileme (SMRT), Helicos BioSciences tarafından geliştirilmiş olup, Illumina teknolojisinden en önemli farkı, köprü amplifikasyonu gerektirmeksizin tek bir molekül üzerinden dizileme yapabilmesidir. Bu teknoloji, floresan işaretli dNTP'lerin DNA polimeraz aktivitesi sırasında eklenmesiyle ortaya çıkan ışıma miktarına göre dizileme yapmaktadır. Yavaş ve pahalı olmasına rağmen, amplifiye edilmemiş DNA'yı dizileyebilmesi önemli bir avantajdır. Bir diğer popüler üçüncü nesil dizileme teknolojisi, Pacific Biosciences tarafından geliştirilen ve gerçek zamanlı tek molekül dizileme (SMRT) teknolojisidir. Bu teknoloji, Zero-mode waveguide (ZMW) adı verilen nano yapılar içerisinde DNA polimeraz aktivitesini gerçek zamanlı olarak izler ve bu süreç ile dizileme işlemini hızlandırır. PacBio makineleri, 10 kb üzerinde okumalar yapabilme kapasitesine sahip olup, de novo genom dizilemeleri için büyük önem taşımaktadır (Bowers, 2009; Pareek vd., 2011).

Nanopor dizileme teknolojisi ise üçüncü nesil dizileme arasında en umut verici olanıdır. Bu teknoloji, membran üzerine sabitlenmiş nano boyuttaki porlar içerisinden moleküllerin geçişi sırasında iyonik akımın ölçülmesine dayanmaktadır. Moleküllerin geçişi, iyon akımını değiştirerek her bir nükleotidin farklı bir etki yaratmasını sağlar, bu da dizileme işlemine olanak tanır (Kasianowicz vd., 1996). Oxford Nanopore, MinION, PromethION ve SmidgION platformlarında bu teknolojiyi kullanmaktadır (Laver vd., 2015). Nanopor teknolojisi, yüksek hatalı okuma oranlarına rağmen uzun okumalar yapabilmesi, düşük maliyeti ve hızlı olması nedeniyle büyük bir potansiyele sahiptir (Mikheyev ve Tin, 2014).

2.3.1. Oxford Nanopore Teknolojisi

Üçüncü nesil dizi analiz teknolojileri arasında yer alan Oxford Nanopore, tek bir DNA molekülünü gerçek zamanlı olarak dizileyebilen, yüksek hızda ve düşük maliyetle veri elde edebilen gelişmiş bir teknolojidir (Lu vd., 2016; Wang vd., 2021). Bu teknoloji, nükleik asitlerin bir biyolojik nanopordan geçirilmesi sırasında oluşan iyon akımı değişimlerini tespit ederek sekanslama yapar. DNA veya RNA molekülü, bir motor protein yardımıyla nanopora yönlendirilir; her bir nükleotid, pordan geçerken kendine özgü bir elektriksel sinyal oluşturur. Bu sinyaller, özel algoritmalar kullanılarak analiz edilir ve nükleotid dizilimi belirlenir (Ashton vd., 2015; Ip vd., 2015).



Şekil 2. Oxford Nanopore Teknolojisi'nin genel çalışma prensibi. (Wang vd., 2021)

2.3.1.1. Oxford Nanopore MinION Cihazı

Bu cihaz, ilk kez 2014 yılında kullanıma sunulmuştur. Ağırlığı 90 gr, boyutu ise 10 x 3 x 2 cm'dir (Şekil 3). Bu cihaz, günümüzde kullanılan en küçük taşınabilir dizi analizi cihazıdır (Lu vd., 2016).

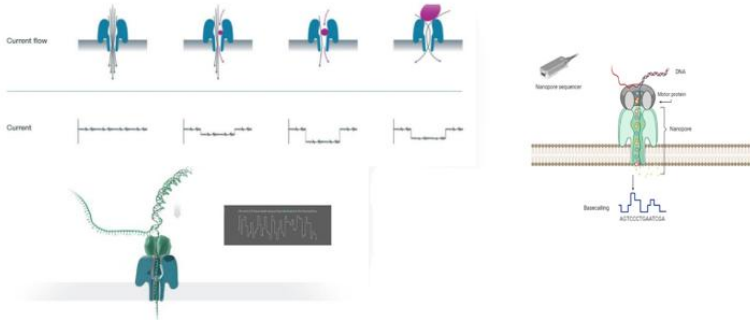


Şekil 3. Oxford nanopore minion cihazı (Feng vd., 2015)

MinION cihazı, büyük paralel sıralama sistemlerine kıyasla oldukça düşük maliyetli olup, cihaz ve ilk reaktif set dahil olmak üzere yaklaşık 1.000 ABD doları gibi bir başlangıç maliyetine sahiptir. USB 3.0 bağlantı noktası aracılığıyla dizüstü bilgisayarlara bağlanarak çalıştırılabilen bu taşınabilir sistem, saha koşullarında ve laboratuvar dışında gerçek zamanlı DNA dizilemesi yapılmasına imkân tanımaktadır. Küçük boyutu, taşınabilirliği, düşük maliyeti ve hızlı analiz kapasitesi, MinION'un yerinde tanı ve mobil genetik analiz uygulamalarında özellikle tercih edilmesini sağlamaktadır (Kono ve Arakawa, 2019).

Bu teknolojiye, nükleotidlerin floresan boya ile etiketlenmesi gerekliliği ortadan kalkmaktadır. Nanoporlar, sentetik ve biyolojik olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılmaktadır. İlk tanımlanan ve en yaygın kullanılan biyolojik nanopor, α -hemolizindir. Ancak biyolojik nanoporların, por yapılarının ve boyutlarının sabit olmasına karşın, stabil olmamaları nedeniyle analizlerde başarısızlıklara yol açtığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle sentetik por içeren plastik ve katı membranlar geliştirilmiştir (Feng vd., 2015).

Oxford Nanopore teknolojisinin çalışma prensibi Şekil 4'te şematik olarak sunulmuştur



Şekil 4. Oxford nanopore teknolojisi çalışma prensibi. (Willeman, 2019; Chera vd., 2024)

Oxford Nanopore Uzun Okuma teknolojisi, özel tasarlanmış kitler sayesinde kütüphane hazırlığı 10 dakikadır. MinION cihazı bilgisayara bağlanmakta sonra software programları ile bağlantı kurularak *.fast5 formatında dizi analizi verisi oluşturulmaktadır (Greninger vd., 2015). Bu teknik ile veri oluşumu ve dizi analizi aynı anda gerçekleştiğinden dolayı, analiz için istenilen dizi uzunluğuna ve okuma derinliğine ulaşıldığı zaman dizi analizi durdurulabilmektedir (Simpson vd., 2016). Bu teknoloji ile uzun okumalar “real-time” olarak yapılabilmektedir. Fakat tekniğin en önemli sorunu, özellikle homopolimer alanlardaki hata oranlarının yüksek olmasıdır. Fakat son zamanlarda bu hata oranı Oxford’un geliştirdiği 1D2 kitleri, okuma derinliğinin artırılması ve biyoinformatik algoritmalar ile hata oranı minimum seviyelere indirgenmiştir (Wang vd., 2014).

3. Oxford Nanopore Sekanslama Teknolojisinin Kullanıldığı Çalışmalar

Akgün (2019), çalışmasında Oxford Nanopore MinION dizileme platformu ile uyumlu, teknolojik açıdan yenilikçi ve pratik kullanıma uygun bir SNP temelli kişi tanımlama kiti geliştirmeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda, ticari DNA örnekleri kullanarak, literatürde yaygın olarak tercih edilen 52 SNP bölgesini multipleks Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) yöntemiyle amplifiye etmiştir. Elde ettiği amplikonları MinION cihazı ile sekanslamış ve dizileme çıktıları doğrultusunda özgün bir biyoinformatik analiz iş akışı tasarlamıştır. Üç farklı ticari DNA örneği üzerinde gerçekleştirdiği analizler sonucunda, tüm SNP bölgelerinde doğru sonuçlar elde etmiştir. Çalışmanın sonunda, 52 SNP bölgesinin Oxford Nanopore teknolojisi ile başarıyla sekanslandığını ortaya koymuş; ayrıca, bu yöntemle birey tanımlama sürecinde literatürde bildirilen en kısa analiz süresini elde ettiğini belirtmiştir. Geliştirdiği kitin, laboratuvar altyapısına ihtiyaç duymaksızın ve uzmanlık gerektirmeden uygulanabilir bir potansiyele sahip olduğunu ifade etmiştir.

Abeynayake ve ark. (2021), yürüttükleri çalışmada Avustralya sınırında yakalanan hem büyük ($>0,5$ mm) hem de küçük ($<0,5$ mm) boyuttaki omurgasız

örneklerinin morfolojik ve DNA barkod dizilimine dayalı tanımlamalarını yan yana karşılaştırmışlardır. DNA barkod dizileme sonuçlarının çoğu durumda morfolojik tanımlamayı desteklediğini ve özellikle omurgasızların ile yumurtalarının olgunlaşmamış evrelerinin daha güvenilir şekilde tanımlanmasına imkân sağladığını bulmuşlardır. Genel olarak, MinION dizileme teknolojisine dayalı DNA barkodlamasının mevcut morfolojik teşhis yöntemlerini tamamlayıcı nitelikte olduğunu ve sınır bölgelerinde tespit edilen omurgasız zararlılarının tanımlanmasında hızlı, doğru, güvenilir ve bilimsel olarak savunulabilir kanıtlar sunduğunu ortaya koymuşlardır.

Pavliscaak ve ark. (2021), çalışmalarında sığır lösemi virüsü (BLV) ile ilişkili viral temas takibini amaçlayarak, proviral genomların sekans kimliğini karakterize etmeden önce, neredeyse tamamlanmış bir genomik dizileme yaklaşımının güvenilirlik ve doğruluğunu doğrulamayı amaçlamışlardır. Bu doğrultuda, ELISA ve qPCR testleri ile pozitif olarak belirlenmiş ticari bir süt sığırları sürüsünden elde edilen BLV ile enfekte örnekler üzerinde çalışmışlardır. Yürüttükleri analizler sonucunda, BLV genomlarının iki bağımsız laboratuvarında aynı örnekler üzerinde test edilmesiyle sekans kimliğinde yüksek oranda tutarlılık ve ayrışma tespit etmişlerdir. Bu bulgular doğrultusunda, sürüde hem dikey hem de yatay bulaşın mevcut olduğunu göstermişlerdir. Çalışmalarının sonunda, Oxford Nanopore dizileme teknolojisinin, BLV iletiminin retrospektif genetik temas takibinde kullanılabilecek viral SNP'lerin tanımlanması açısından etkili bir araç olduğunu ortaya koymuşlardır.

Dhorne-Pollet ve ark. (2020), çalışmalarında mitokondriyal DNA (mtDNA) varyantlarını tanımlamak amacıyla, Oxford Nanopore Technologies tarafından sunulan uzun okuma dizileme teknolojisini kullanarak mtDNA'nın yeniden sıralanmasına yönelik yeni bir yöntem denemeyi amaçlamışlardır. Bu doğrultuda, at mitokondriyal DNA'sının, nükleer DNA'ya kıyasla yaklaşık 100 milyon kat zenginleştirilmesini sağlamak amacıyla her hazırlık adımını optimize etmişlerdir. Elde ettikleri güçlendirilmiş mitokondriyal DNA'yı Nanopore teknolojisiyle dizilemişler ve sıralama çıktısının yaklaşık yarısını temsil eden mitokondriyal okuma verileri elde etmişlerdir. Tüm mtDNA'nın yarısından fazlasını kapsayan uzun okumalar ile 118X ila 488X arasında değişen kapsama derinlikleri sağlamışlardır. Elde edilen veriler doğrultusunda, Sanger dizileme sonuçlarını temel gerçek olarak kabul ederek yapılan karşılaştırmalarda, tanımlanan SNP'ler için %100 doğruluk oranı bulmuşlardır.

Doorenspleet ve ark. (2021), yürüttükleri çalışmada, balık türlerinin çevresel DNA (eDNA) temelli olarak daha doğru bir şekilde tanımlanmasını sağlamak amacıyla uzun okuma kapasitesine sahip bir Nanopore dizileme yöntemi geliştirmeyi ve bu yöntemi doğrulamayı amaçlamışlardır. Bu doğrultuda, balık mitokondrisine ait 12S ve 16S rRNA gen bölgelerini kapsayan yaklaşık 2 kb

uzunluğunda bir bölgeyi hedefleyen evrensel bir primer çifti tasarlamışlardır. Elde ettikleri eDNA örneklerini Oxford Nanopore MinION teknolojisi ile dizileyerek, sekans verilerinin %99,9'un üzerinde doğru bir mutabakat sağladığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, mevcut türlerin %55'inden fazlasının tür düzeyinde, %75'inden fazlasının ise cins düzeyinde doğru şekilde tanımlandığını belirtmişlerdir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Hayvanlar kompleks yapılıdır ve hala bilinmeyen yönleri vardır. Fakat, verimli bir hayvancılık faaliyetinin sürdürülebilmesi için hayvanların genetik yapılarının ayrıntılı bir şekilde bilinmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, hayvanların gelişimini etkileyen genetik ve çevresel faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlere yönelik yeni tekniklerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle ekonomik açıdan önem arz eden verim özelliklerini etkileyen genetik faktörlerin tanımlanması amacıyla, genom boyu tarama gibi yüksek çözünürlüklü yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, bu genetik belirteçlerle verim özellikleri arasındaki ilişkilerin somut verilerle ortaya konulması, ıslah programlarının başarısını artıracaktır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan DNA dizileme teknolojisi, hedeflenen gen bölgelerine doğrudan erişim imkânı sunmakta ve bu genler hakkında ayrıntılı bilgi elde edilmesini mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda, Oxford Nanopore teknolojisi, klasik dizileme yöntemlerine kıyasla daha uzun okuma kapasitesine sahip olması, daha kısa sürede sonuç vermesi, uygulama açısından pratiklik sunması ve ekonomik oluşu nedeniyle dikkat çekmektedir. Bu yönleriyle söz konusu teknolojinin, ileride gerçekleştirilecek araştırmalara önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abeynayake, S. W., Fiorito, S., Dinsdale, A., Whattam, M., Crowe, B., Sparks, K., Campbell, P. R., and Gambley, C. (2021). A rapid and cost-effective identification of invertebrate pests at the borders using MinION sequencing of DNA barcodes. *Genes*, 12(8), 1138.
- Akgün, B. (2019). *Nanopore sekanslama teknolojisi kullanılarak, kişi tanımlama kiti geliştirilmesi* (Doctoral dissertation, Ege University, Institute of Health Sciences).
- Ashton, P. M., Nair, S., Dallman, T., Rubino, S., Rabsch, W., Mwaigwisya, S., and O'Grady, J. (2015). MinION nanopore sequencing identifies the position and structure of a bacterial antibiotic resistance island. *Nature Biotechnology*, 33(3), 296–300.
- Barba, M., Czosnek, H., and Hadidi, A. (2014). Historical perspective, development and applications of next-generation sequencing in plant virology. *Viruses*, 6(1), 106–136.
- Bennett, S. (2004). Solexa Ltd. *Pharmacogenomics*, 5(4), 433–438.
- Bentley, D. R. (2006). Whole-genome re-sequencing. *Current Opinion in Genetics and Development*, 16(6), 545–552.
- Bowers, J. (2009). Virtual terminator nucleotides for next-generation DNA sequencing. *Nature Methods*, 6, 593–595.
- Bruijns, B., Tiggelaar, R., and Gardeniers, H. (2018). Massively parallel sequencing techniques for forensics: A review. *Electrophoresis*, 39(21), 2642–2654.
- Chera, A., Stancu-Girit, M., Zabet, N. R., ve Bucur, O. (2024). DNA metilasyonu ve klinik etkilerine ışık tutmak: Uzun okuma tabanlı nano gözenek teknolojinin etkisi. *Epigenetics and Chromatin*, 17(1).
- Dhorne-Pollet, S., Barrey, E., and Pollet, N. (2020). A new method for long-read sequencing of animal mitochondrial genomes: Application to the identification of equine mitochondrial DNA variants. *BMC Genomics*, 21(1), 785.
- Doorenspleet, K., Jansen, L., Oosterbroek, S., Bos, O., Kamerkerk, P., Janse, M., Wurzel, E., Murk, A. I., and Nijland, R. (2021). High resolution species detection: Accurate long read eDNA metabarcoding of North Sea fish using Oxford Nanopore sequencing. *bioRxiv*.
- Eren, K., Taktakoğlu, N., and Pirim, I. (2022). DNA sequencing methods: From past to present. *Eurasian Journal of Medicine*, 54(Suppl1), 47–56. PMID: 36655445; PMCID: PMC11163357.
- Escalante, A. E., Jardón Barbolla, L. J., Ramírez-Barahona, S., and Eguiarte, L. E. (2014). Studying biological diversity in the era of big sequencing. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(4), 1249–1264.
- Feng, Y., Zhang, Y., Ying, C., and Du, C. (2015). Nanopore-based fourth-generation DNA sequencing technology. *Genomics, Proteomics and Bioinformatics*, 18(1).

- Franca, L. T. C., Carrilho, E., and Kist, T. B. (2002). A review of DNA sequencing techniques. *Quarterly Reviews of Biophysics*, 35(2), 169–200.
- Franca, L. T. C., Carrilho, E., and Kist, T. B. (2002). A review of DNA sequencing techniques. *Quarterly Reviews of Biophysics*, 35(2), 169–200.
- Garrido-Cardenas, J. A., Garcia-Maroto, F., Alvarez-Bermejo, J. A., and Manzano-Agugliaro, F. (2017). DNA sequencing sensors: An overview. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 17(3), 588.
- Glenn, T. C. (2011). Field guide to next-generation DNA sequencers. *Molecular Ecology Resources*, 11(5), 759–769.
- Greninger, A. L., Naccache, S. N., Federman, S., Yu, G., Mbala, P., Bres, V., and Chiu, C. Y. (2015). Rapid metagenomic identification of viral pathogens in clinical samples by real-time nanopore sequencing analysis. *Genome Medicine*, 7, 1–13.
- Hardin, S. H. (2001). DNA sequencing. *Encycl Life Sci*, 291, 1304–1351.
- Heather, J. M., and Chain, B. (2016). The sequence of sequencers: The history of sequencing DNA. *Genomics*, 107(1), 1–8.
- Ip, C. L., Loose, M., Tyson, J. R., De Cesare, M., Brown, B. L., Jain, M., and Reference Consortium. (2015). MinION Analysis and Reference Consortium: Phase 1 data release and analysis. *F1000Research*, 4, 1075.
- Kasianowicz, J. J., Brandin, E., Branton, D., and Deamer, D. W. (1996). Characterization of individual polynucleotide molecules using a membrane channel. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93(24), 13770–13773.
- Kızmaz, M. Z., Paylan, İ. C., ve Erkan, S. (2017). DNA dizilemenin tarihsel gelişimi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6(2), 47–53.
- Kono, N., and Arakawa, K. (2019). Nanopore sequencing: Review of potential applications in functional genomics. *Development, Growth and Differentiation*, 61(5), 316–326.
- Larsen, P. A., Heilman, A. M., and Yoder, A. D. (2014). The utility of PacBio circular consensus sequencing for characterizing complex gene families in non-model organisms. *BMC Genomics*, 15, 1–15.
- Laver, T., Harrison, J., O'Neill, P. A., Moore, K., Farbos, A., Paszkiewicz, K., and Studholme, D. J. (2015). Assessing the performance of the Oxford Nanopore Technologies MinION. *Biomolecular Detection and Quantification*, 3, 1–8.
- Lu, H., Giordano, F., and Ning, Z. (2016). Oxford Nanopore MinION sequencing and genome assembly. *Genomics, Proteomics and Bioinformatics*.
- Maxam, A. M., and Gilbert, W. (1977). A new method for sequencing DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 560–564.
- McCombie, W. R., McPherson, J. D., and Mardis, E. R. (2019). Next-generation sequencing technologies. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 9(11), a036798.

- Mikheyev, A. S., and Tin, M. M. (2014). A first look at the Oxford Nanopore MinION sequencer. *Molecular Ecology Resources*, 14(6), 1097–1102.
- Morozova, O., and Marra, M. A. (2008). Applications of next-generation sequencing technologies in functional genomics. *Genomics*, 92(5), 255–264.
- Nagarajan, N., and Pop, M. (2013). Sequence assembly demystified. *Nature Reviews Genetics*, 14(3), 157–167.
- Pareek, C. S., Smoczynski, R., and Tretyn, A. (2011). Sequencing technologies and genome sequencing. *Journal of Applied Genetics*, 52, 413–435.
- Pareek, C. S., Smoczynski, R., and Tretyn, A. (2011). Sequencing technologies and genome sequencing. *Journal of Applied Genetics*, 52(4), 413–435.
- Pavlisca, L. A., Nirmala, J., Singh, V. K., Sporer, K. R. B., Taxis, T. M., Kumar, P., Goyal, S. M., Mor, S. K., Schroeder, D. C., Wells, S. J., and Droscha, C. J. (2021). Tracing viral transmission and evolution of bovine leukemia virus through long read Oxford Nanopore sequencing of the proviral genome. *Pathogens*, 10(9), 1191.
- Rajbhandary, U. L., and Kohrer, C. (2006). Early days of tRNA research: Discovery, function, purification and sequence analysis. *Journal of Biosciences*, 31(4), 439–451.
- Rajbhandary, U. L., and Kohrer, C. (2006). Early days of tRNA research: Discovery, function, purification and sequence analysis. *Journal of Biosciences*, 31(4), 439–451.
- Rothberg, J. M. (2011). An integrated semiconductor device enabling non-optical genome sequencing. *Nature*, 475(7356), 348–352.
- Salmaninejad, A., Motaee, J., Farjami, M., Alimardani, M., Esmaeilie, A., and Pasdar, A. (2019). Next-generation sequencing and its application in diagnosis of retinitis pigmentosa. *Ophthalmic Genetics*, 40(5), 393–402.
- Sanger, F., Nicklen, S., and Coulson, A. R. (1977). DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 74(12), 5463–5467.
- Schadt, E. E., Turner, S., and Kasarskis, A. (2010). A window into third-generation sequencing. *Human Molecular Genetics*, 19(R2), R227–R240.
- Schuster, S. C. (2008). Next-generation sequencing transforms today's biology. *Nature Methods*, 5(1), 16–18.
- Simpson, J. T., Workman, R., Zuzarte, P. C., David, M., Dursi, L. J., and Timp, W. (2016). Detecting DNA methylation using the Oxford Nanopore Technologies MinION sequencer. *bioRxiv*.
- Türedi, O. K., ve Şeker, E. (2023). Mikrobiyolojide en yaygın moleküler tanı yöntemi: Polimeraz zincir reaksiyonu. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 12(1), 118–125.

- Wang, Y. H., Zhao, Y., Bollas, A., Wang, Y., and Au, K. F. (2021). Nanopore sequencing technology, bioinformatics and applications. *Nature Reviews Genetics*, 22(1), 39, 1348–1365.
- Wang, Y., Yang, Q., and Wang, Z. (2014). The evolution of nanopore sequencing. *Frontiers in Genetics*.
- Willeman, T. (2019). *Séquençage à haut débit par nanopores sur Oxford Nanopore Technologies MinION®: Preuves de concept en pharmacogénomique (Mémoire de Diplôme d'Études Spécialisées de Biologie Médicale)*. Université Grenoble Alpes.



Marulda (*Lactuca sativa* L.) *Botrytis cinerea*'ya Karşı Biyolojik Mücadeleye Alternatif Çevre Dostu Yaklaşımlar

Nuray Özer¹ & Ömer Ümit Okçu²

¹ Prof. Dr. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ. ORCHID: 0000-0001-6876-7580

² Araş. Gör. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ. ORCHID: 0000-0002-4809-4398

1. GİRİŞ

Asteraceae familyasına dahil olan marul (*Lactuca sativa* L.) geniş yapraklı, türüne göre yaprak, gövde ve sürgünleri tüketilen tek yıllık bir bitkidir. Söz konusu bitkinin içerdiği vitaminler, lif miktarı, önemli yağ asitleri (omega-3, omega-6, α -linolenik ve linoleik asit vb.), düşük yağ içeriği sayesinde, düzenli tüketiminin yaşa bağlı işlevsel gerileme, kanser ve kardovasküler rahatsızlık risklerinin azaltılmasında önemli rol oynadığı belirtilmektedir (Kris-Etherton ve ark., 2002; Hung ve ark., 2004; Morris ve ark., 2006; Pavia ve ark., 2006; Soetan ve ark., 2010; Kaur ve ark., 2014). Türkiye’de TÜİK 2024 verilerine göre marul ekili alanı 217.367 da, ürün miktarı 602.848 ton’dur. Ülkemizde Göbekli, Kıvırcık ve Iceberg olmak üzere üç tip marul yetiştirilmektedir. Bu çeşitler arasında en çok üretimi yapılan kıvırcık marul (263.829) olup önemli bir kısmı (47.136 ton) Sakarya ilinden sağlanmakta, Antalya ili (28.766 ton) ise ikinci sırada yer almaktadır. Ülke genelinde göbekli marulun üretiminde (225.542 ton) Adana (62.777 ton) ve Antalya (23.991 ton) illeri önemini korumaktadır. Ankara ili (67.472 ton) ise en fazla Iceberg marul üreten il konumundadır.

Botrytis cinerea Pers., marul da dahil olmak üzere çok sayıda bitkide hastalığa sebep olan fungal bir patojendir. Etmen tarafından marulda oluşturulan belirtiler arasında çökerten, genç yapraklarda gri kahverengi renk değişimi, yaşlı yaprakların dip kısmında gri fungal örtünün gelişmesi ile birlikte (Şekil 1A) yumuşama ve kahverengi çürüklük (Şekil 1B) yer almaktadır. Etmen canlılığını bitki artıkları üzerinde skleroti veya misel halinde sürdürmektedir. Her ne kadar askosporlar ilk enfeksiyonu başlatmada rol oynasa da çoğunlukla eşeysiz spor olan konidiler hava yoluyla taşınarak ilk enfeksiyonu başlatmaktadır. Nemin varlığında konidiler çimlenerek hif ve miselyum oluşmakta, hücreler arası boşluklar miselyum tarafınan kolonize olmaktadır. Miselyumda konidiofor üzerinde oluşan konidiler uygun şartlar altında yayılarak enfeksiyonun devamlılığını sağlamaktadırlar (Bhatia ve Mirza, 2019). Etmen hasat, nakliye ve depolama sırasında da ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Williamson ve ark. 2007).



Şekil 1. Marulda *Botrytis cinerea* enfeksiyonu A: Gri renkli fungal örtü, B: Yaprak dip kısmında görülen kahverengi alanlar (Sanogo ve ark., 2019).

Bu patojenle mücadelede en çok sentetik fungisitler tercih edilmesine rağmen etmenin fungisitlere dayanıklılık kazanma yeteneği mücadelenin başarısını etkilemektedir (Couderchet, 2003). Patojenin dayanıklılık kazandığı aktif maddeler arasında azoxystrobin, carbendazim, cyprodinil, fenhexamid, pyraclostrobin boscalid, pyrimethanil fludioxonil, iprodione ve thiophanate-methyl yer almaktadır (Chatzidimopoulos ve ark., 2013; Weber ve Wichura, 2013). Doz aşımı nedeniyle oluşan kimyasal kalıntısı, insan ve ekosistemde yol açabileceği olumsuzluklar nedeniyle yeni kontrol stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır (Kretschmer ve Hahn, 2008). Bu bağlamda çevre ve insan dostu alternatif uygulamaların entegre edilebilirliği mücadele açısından oldukça önemlidir. Daha önce yapılan bir derleme çalışmasında, marulda *B. cinerea* tarafından oluşturulan kurşuni küf hastalığına karşı biyolojik mücadele ile ilgili yapılan çalışmalar özetlenmiştir (Özer ve Okçu, 2024). Hazırlanan derleme çalışması ise biyolojik mücadele dışındaki alternatif uygulamalar hakkındaki verileri içermektedir. Bu kapsamda *in vitro* (patojenin maruldan izole edilmesi durumunda) ve *in vivo*'da gerçekleştirilen araştırmalarda yüksek oranda etkili bulunan uygulamaların sonuçlarına tabloda yer verilirken, sera denemelerinin sonuçları detaylandırılmıştır. Günümüze değin yapılan araştırmalara ait makaleler Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi kütüphanesinde bulunan çok sayıda veri tabanı kullanılarak elde edilmiştir.

2. *Botrytis cinerea*'NİN KONTROLÜNDE ÇEVRE DOSTU UYGULAMALAR

Patojenin kontrolünde, çeşitli kompostlar, gübreler, ışık kaynakları, bitki ekstraktları ve biyolojik uyarıcılar kullanılmıştır. Bu uygulamalar alanlarına göre gruplandırılarak yapılan çalışmalar kronolojik sıra ile açıklanmıştır.

2.1. Kompost Uygulamaları ile Hastalık Yönetimi

Mc Quilken ve ark. (1994), gübre (at ve tavuk) buğday samanı ve melaslanmış bira tahılları içeren komposttan aldıkları numuneleri farklı inkübasyon sürelerine tabii tutarak elde ettikleri ekstraktların etmene karşı etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada öncelikli olarak kompost ekstraktlarındaki mikrobiyal popülasyon belirlenmiş (Tablo 1), ardından patojenin doğal olarak bulaşık olduğu sera toprağında yetiştirilen marul fidelerine, *in vitro* denemeler sonucunda en yüksek etkililiği sağlayan kompost ekstraktı hasat süresine kadar haftalık aralıklarla püskürtülmüştür (Parsel başına 500-700 ml). Çalışma sonucunda 8 günlük inkübasyona tabi tutulan kompost ekstraktının 8 hafta sonunda hastalık şiddetini %82.8 (kontrol bitki)'den %60'a düşürdüğü bildirilmiştir.

Tablo 1. Marulda *Botrytis cinerea*'ya karşı *in vitro* koşullarda ve koparılmış yaprak ya da yaprak disklerinde etkili bulunan alternatif uygulamalar

Uygulama	Amaç	Sonuç	Yazar
Kompost [gübre (at ve tavuk gübresi) buğday samanı ve melaslanmış bira tahılları] ekstraktı	Mikrobiyal popülasyonun belirlenmesi	En yüksek popülasyon 8 gün inkübasyona tabii tutulan kompost ekstraktında (Aktinomiset, bakteri, ipliksi funguslar ve mayalar için sırasıyla 2.4×10^5 ve 5.6×10^{10} , 45.5 ve 62.6 cfu/ml) tespit edilmiştir.	Mc Quilken ve ark. (1994)
Maya (<i>S. cerevisiae</i>) ekstraktı (Dondurarak kurutulmuş hücre duvarından elde edilmiştir)	1. Ekstraktın (Y4) iyonik olmayan ıslatıcı Agram ile formüle ederek plastik kutulardaki su agarı üzerine yerleştirilmiş yaprak disklerinin (15 mm çapında) üzerine püskürtülmesi (50 µg/ml), 24 saat sonra üzerine patojenin damlatma şeklinde (10 µl) inokülasyonu (5×10^5 konidi/ml), 15°C'de inkübasyondan 10 gün sonra enfekteli yaprak alanı yüzdesi kullanılarak etkinliğin belirlenmesi 2. Agram karıştırılmamış Y4 bileşiğinin farklı dozlarının ilave edildiği su agarı üzerine patojenin miselyal diskinin (4 mm)	Uygulama tam bir koruma sağlamasa da tüm çeşitlerde yaprak alanı yüzdesinin azalmasına neden olmuş, en yüksek azalma '(%90) Little Gem çeşidinde gözlenmiştir. Tüm çeşitler dikkate alındığında ortalama %72 oranında azalma tespit edilmiştir. 2. 10 mg/ml'lik doz gelişimi arttırmış, 1000 mg/ml'lik dozda gelişim daha yavaş olmakla birlikte 7.	Reglinski ve ark. (1995)

	yerleştirilmesi ve günlük koloni gelişiminin izlenmesi	günde az da olsa artış meydana gelmiştir.	
Silisyum	Biberden izole edilen patojenin, iki gerçek yapraklı dönemde 0.65 mM konsantrasyonunda uygulama yapılmış bitkilerin yaprak disklerine (10 mm çap) damlatma şeklinde (20 µl) inokulasyonundan (1.56×10^6 spor/ml) 3, 7 ve 14 sonra hastalık şiddetinin belirlenmesi	İnokulasyondan 7 gün sonra hastalık şiddeti önemli ölçüde azalmış, ancak 14 gün sonra enfeksiyonun çok düşük olmadığı görülmüştür.	Pozo ve ark. (2015)
Azot ve UV-C	Farklı dozlarda azot (NO_3^-) uygulaması yapılmış 62 günlük bitkilere ve 0.85 kJ m^{-2} 'lik UV-C radyasyon uygulamasından 24 saat sonra, koparılmış yaprakların ortasına 5 mm çapında patojenin agar diskinin yerleştirilmesi, 4 gün boyunca lezyon alanlarının ölçülmesi ve bazı bileşiklerin belirlenmesi	20 mM dozdaki uygulamada 4. günde lezyon alanı %52 azalmış, 2 mM doz uygulamasında toplam fenolik madde miktarı birinci ve ikinci günde artmış, malondialdehit ile hidrojen peroksit miktarı tüm günlerde azalmıştır.	Ouhibi ve ark. (2015)
Kitosan hidroklorit	1. Bileşiğin (%1 ağırlık/hacim) steril destile suda 2 saat çözülmesi ve PDA (Patates Dekstroz Agar) besi ortamına (100 ml/l) ilave edildikten sonra petrilere aktarımı ve üzerine patojenin agar diskinin yerleştirilmesi ile miselial gelişimin engellenmesinin belirlenmesi	1. Miselial gelişim %50 engellenmiştir.	Fortunati ve ark. (2017)
Kitosan hidroklorit	2. Hasat edilen marulun 1. Maddede belirtildiği şekilde hazırlanan kitosan hidroklorit solüsyonuna 3 saniye süre ile daldırılması sonucunda yaprak ve kök bölgesindeki değişikliklerin incelenmesi	2. Bileşik gözenekli yapısı nedeniyle yaprak ve ana kök üzerinde fizyolojik fonksiyonları etkilemeyecek şekilde dağılmıştır.	Fortunati ve ark. (2017)

UV-C	4 haftalık fidelere zarar vermeyen 0.85 kJ m ⁻² 'lik UV-C radyasyonun 48 saat ara ile 4 kez uygulamasından iki gün sonra koparılmış yaprakların içinde nemli kurutma kağıtları bulunan petri kaplarına yerleştirilmesi ve üzerine patojenin PDA'da geliştirilen kültüründen 5 mm çapında agar diski ile inokule edilmesi sonucunda lezyon alanının ve penetrasyon indeksinin belirlenmesi	Lezyon alanı 7. günde %33'e varan oranda azalmış, 24 saat sonra damar üzerinde ve yanında tespit edilen penetrasyon indeksinde sırasıyla %60.7 ve %78.1 oranlarında azalma görülmüştür.	Vasquez ve ark. (2017)
Trans-cinnamik asit	Ticari bileşiğin etanolde çözüldükten sonra %2'lik dozunun PDA besisi ortamına karıştırılması ve patojenin agar diskinin yerleştirilmesinden 5 gün sonra miselyal gelişimin engellenmesinin tespiti	Fungal gelişimi oldukça yüksek oranda engellemiştir.	Adlığ ve Gülcü, (2019)
LED	Maruldan izole edilmiş patojenin 8 mm çapında agar diski yerleştirilmiş petri kaplarının, mavi (450 nm) ve kırmızı (660 nm) olmak üzere hem normal bitki LED'i hem de Quantum noktalarını içeren farklı ışık kaynaklarından 15, 30 ve 50 cm yükseklikte olacak şekilde yerleştirilerek miselyal gelişimin engellenmesinin tespiti	Miselyal gelişim 15 cm yükseklikte tüm ışık kaynaklarında, 30 cm yükseklikte ise mavi ve quantum nokta ışıklarında %100 engellenmiştir.	Lee ve ark. (2019)
Hindiba (<i>Cichorium intybus</i>) bitkisinden elde edilen ticari inulin	Bileşiğin 45 günlük bitkilerden alınan koparılmış yapraklara 5 g/l dozunda spreyci şeklinde uygulanmasından 3 gün sonra yapraklara <i>B. cinerea</i> konidi süspansiyonunun (5 × 10 ⁵ konidi/ml) damlatılması (5 µl) ve 4	Hastalık şiddeti anlamlı düzeyde azalmıştır. H ₂ O ₂ ve GABA birikimi artmıştır. Bu savunma tepkisi yalnızca bağışıklıkta temel rol oynayan etilen sinyal yolu çalıştığında gerçekleşmiştir.	Tarkowski ve ark. (2019)

	günlük inkübasyon döneminden sonra hastalık şiddetinin, savunma mekanizması çerçevesinde hidrojen peroksit (H ₂ O ₂) ve γ-aminobütirik asit (GABA) tespiti.		
UV-C (265 nm dalga boyunda, 1 saniyede verilebilen en yüksek dozdur bu da 1 kJ m ⁻² 'dir)	Işıkların yapraklara farklı sürelerde uygulanmasından 48 saat sonra koparılıp içinde nemli kurutma kâğıdı bulunan kaplara alınması, patojenin agar diskinin yerleştirilmesinden sonra lezyon çapının ölçülmesi.	Bir saniyelik UV-C uygulaması, lezyon alanlarında 2. ve 3. günlerde sırasıyla %42 ve %35 oranında azalma sağlamıştır. 48 saat aralıklarla yapılan 4 tekrarlı bir saniyelik UV-C uygulamaları ise lezyon alanlarında %39'a varan azalmalara neden olmuştur.	Aarrouf ve Urban (2020)
<i>Moringa oleifera</i> , <i>Cinnamomum zeylanicum</i> , <i>Cactus</i> spp. ve amino asit türevleri	1. <i>M. oleifera</i> (Mor), <i>C. zeylanicum</i> (Cin), <i>Cactus</i> spp. (Agr), and amino acid türevlerinin (Aad) sırasıyla %5, %0.1, %0.2 ve %0.4 oranlarında ilave edildiği PDA besi ortamına patojenin agar diskinin yerleştirilmesi ve 3 gün sonra miselyal gelişimin ölçülmesi 2. Koparılmış, sağlıklı marul yapraklarının ekstraktlarıyla kaplanmasından sonra bir gün süre ile kurutulması, üzerine patojenin farklı izolatlarının PDA besi ortamında geliştirilmiş agar diskinin yerleştirilmesi, oda sıcaklığında nemli odada 3 gün tutularak lezyon çapının ölçülmesi ile etkililiğin belirlenmesi	1. Cin, Mor ve Aad patojenik izolatlardan BSC'nin koloni gelişimini sırasıyla %89, %75 ve %62 oranlarında engellemiştir. 2. SSTo izolatu Mor ve Cin tarafından %100 oranında, BCS izolatu Aad tarafından %73, SSB izolatu Mor ve Aad tarafından %100, BCC izolatu Agr ve Mor tarafından %80 olmak üzere en yüksek oranlarda engellenmiştir.	Wahab ve ark. (2020)
HIPPL [Yüksek yoğunlukta darbeli (kesikli) polikromatik ışık] ve LIUV (Düşük yoğunlukta UV-C)	Amica ve Temira çeşitlerine ait 6-8 haftalık bitkilere 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarından sonra	AUDPC'de en yüksek azalmalar Temira çeşidinde %27 ile 0.64 kJ/m ² LIUV uygulamasında, Amica	Scott ve ark. (2021)

	her yapraktan 20 mm'lik yaprak diski alınarak içinde içinde agar bulunan petrilere yerleştirilmesi, patojenin (1×10^6 konidi/ml) yapraklara inokule edilmesi (10 µl) ile farklı zamanlarda lezyon alanı ölçülerek hastalık gelişimi altındaki alanın (AUDPC) belirlenmesi	çeşidinde ise %25 ile 0.98 kJ/m ² LIUV uygulamasında elde edilmiştir. 48 ve 72 darbelik HIPPL uygulamasında sırasıyla Amica ve Temira çeşitlerinde fitotoksiste gözlenmiştir.	
Azot kaynaklı biyolojik uyarıcı (Agri D)	Fide döneminde kök daldırmasının ardından gelişme döneminde uygulama yapılmış yaprakların, içinde nemlendirilmiş kurutma kağıtları bulunan kutulara alınması, yaprakların üzerine 7 gün süre ile PDA besi ortamında geliştirilen patojenin bulunduğu agar disklerinin yerleştirilmesi, 18°C'de 4 gün inkübasyondan sonra enfekteli alan oranının tespiti	Uygulama enfekteli alan oranını %46 azaltmıştır.	Admane ve ark. (2023)

Santos ve ark. (2021), kestane kabuk+yaprakları, kullanılmış kahve telvesi, üzüm posası ve zeytin yapraklarından elde edilen kompostların sera koşullarında patojene karşı etkisini belirlemişlerdir. Çalışmada tohumdan yetiştirilen ve 2 yapraklı dönemde olan marul fideleri, kompostlar ile farklı oranlarda (%5 ve %10) karıştırılmış toprağa şaşırtılmış ve yapraklar kültür koleksiyonundan alınan patojen izolatu ile inokule edilmiştir. Denemeler sonucunda, patojenin varlığında kestane kabuk+yaprakları ve zeytin yapraklarından elde edilen kompost uygulamalarının hastalık bulunma oranının her iki dozda da %100 engellendiği, ortalama baş verimini %302-619 arasında arttırdığı, C:N oranını 20'ye yükselttiği, lignin-holoseluloz oranını arttırdığı ileri sürülmüştür.

2.2. Gübrelemeyle Bitki Direncinin Artırılması Yoluyla Hastalık Yönetimi

Lecompte ve ark. (2013), azot gübrelemesinin marulun *B. cinerea*'ya karşı duyarlılığı üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla 5 farklı NO₃⁻ (0.5, 2, 5, 10 ve 20 mM/l) dozunda saksıda yetiştirilen 70 günlük marul bitkilerinin yapraklarına PDA besi ortamında geliştirilen patojen kültüründen 5 mm çapında

agar diski kesilerek yerleştirilmiş ve iklim odasında (21°C sıcaklık, >%85 nem) 6 günlük inkübasyon süresinden sonra lezyon çapı ölçülmüştür. Üç farklı tarihte (31 Mart-30 Mayıs 2009 (E1), 7 Eylül- 11 Kasım 2009 (E2), 16 Kasım-14 Ocak 2010 (E3) gerçekleştirilen deneyler sonucunda, her üç deneme sürecinde doz arttıkça lezyon çapının arttığı, bununla beraber tüm dozlarda en düşük lezyon çaplarının E2 tarih aralığında yapılan deneylerde elde edildiği, ancak artan NO_3^- gübreleme dozları ile hastalık arasında önemli olmayan pozitif bir ilişkinin olduğu ileri sürülmüştür.

Abro ve ark. (2014), farklı dozlarda azot gübrelemesinin patojen üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, tohumdan gelişen marul fideleri saksılara şaşırtıldıktan sonra bir ay boyunca iki defa ticari besin solüsyonuyla sulanmış, 3-4 yapraklı dönemde iki litrelik saksılara alınarak farklı dozlarda (0.5, 2, 5, 10 ve 20 mM/l) azot gübrelemesi yapılmıştır. Denemelerde 45 günlük bitkilerin yapraklarının ortasına PDA ortamında geliştirilen patojen kültüründen 5 mm çapındaki diskler yerleştirilerek inokulasyon gerçekleştirilmiş, gelişme odasında (21°C sıcaklık, >%85 nem) 6 günlük inkübasyon döneminden sonra lezyon çapı ölçülmüştür. Araştırmacılar, en düşük lezyon çapının 0.5 mM NO_3^- konsantrasyonunda elde edildiğini, doz arttıkça lezyon çapının arttığını bildirmişlerdir.

Pan ve Du (2017), marulun gübrelenmesinde Yamasaki besin çözeltisine bazı elementlerin (bakır, çinko, demir, manganez) farklı formlarda ve oranlarda eklenmesinin patojenin gelişimine etkisini belirlemek için inkübatörde çimlendirilen marul tohumlarından oluşan fideleri içine besin elementleri ilave edilmiş hidroponik ortama almışlar ve yapraklarına püskürtme yoluyla patojen inokulasyonu (10^7 konidi/ml) yapmışlardır. Deneme sonucunda 0.16 mg/l bakır sülfat pentahidrat, 0.22 mg/l çinko sülfat heptahidrat, 60 mg/l EDTA ile şelatlı demir disodyum tuzu ve 3.20 mg/l manganez sülfat monohidratın eklenmesiyle birlikte marul yapraklarındaki hastalık indeksinin %34.2 oranında azaldığı, ayrıca bitkide dayanıklılıkta rol oynayan enzimlerin aktiviteleri üzerine farklı etkilerde bulunabileceği belirtilmiştir. Enzim aktiviteleri kapsamında inokulasyonun ardından süperoksit anyon radikali (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve malondialdehit (MDA) içeriğinin azaldığı, H_2O_2 'nin azalması ile birlikte belirli bir seviyenin korunmasında başta katalaz (CAT) olmak üzere, askorbat peroksidaz (APX) ve glutatyon peroksidazın (GPX) birlikte etki ettiği ileri sürülmüştür.

2.3. Işık Uygulamaları İle Hastalık Yönetimi

Kook ve ark. (2013), beyaz, mavi ve kırmızı ışıkların marulda bitki gelişimi ve *Botrytis cinerea* mücadelesinde kullanım olanaklarına yönelik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada üç gün süre ile çimlendirilmiş tohumlardan gelişen fideler beyaz (420-680 nm-kontrol), mavi (460 nm) ve mor (635 nm)

olmak üzere üç farklı ışık altında yetiştirildikten 4 hafta sonra her yaprağa (10 µl) patojenin konidi süspansiyonu (5.0×10^5 spor/ml) inokule edilerek tekrar aynı ışık altında 7 gün tutulmuş ve hastalık şiddeti belirlenmiştir. Araştırmacılar mavi LED uygulaması yapılan bitkilerde %98 oranında hastalığın önlendiğini, kırmızı ışığın ise hastalığı teşvik ettiğini bildirmektedirler. Araştırmada ayrıca patojen inokulasyonu gerçekleştirilmeden yapılan mavi LED uygulamasında kontrol uygulamaya göre kök uzunluğunda (4.45 kat), yaprak sayısında (1.55 kat), yaprak alanında (1.82 kat), klorofil miktarında (1.17 kat) sürgün taze ağırlığında (1.22 kat), sürgün kuru ağırlığında (1.25 kat), kök taze ağırlığında (29.18 kat) artışlar meydana geldiği tespit edilmiştir. Yine aynı uygulamada sürgünlerdeki antioksidan enzim aktivitelerinin (Süperoksit dismutaz-SOD, CAT, peroksidaz-POX, APX, glutatyon redüktaz) beyaz ve kırmızı LED uygulamalarında 4-10 kat daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Lee ve ark. (2019), kuantum noktaları (Quantum Dots) adı verilen yani nano boyuttaki yarı iletken kristallerin kullanılmasıyla canlı renk, daha yüksek parlaklık ve daha iyi enerji verimliliğinin sağlandığı LED'lerin *in vitro* (Tablo 1) ve saksı koşullarında patojene olan etkisini incelemişlerdir. Saksı koşullarında yapılan denemelerde 3-4 yapraklı marul fidelerinin yapraklarına *B. cinerea*'nın spor süspansiyonunun inokulasyonundan sonra saksılar mavi (450 nm) ve kırmızı (660 nm) olmak üzere hem normal bitki LED'i hem de Quantum noktaları olmak üzere farklı ışık kaynaklarından 30 cm altına yerleştirilmiştir. Deneme süresinde 12 saatte bir ışıklandırma yapılmış, mavi ışıklı bitki LED'leri kullanıldığında hastalık bulunma oranının %84 ile en yüksek düzeyde engellendiği ileri sürülmüştür.

Kupcinskiene ve ark. (2023), yüksek basınçlı sodyum ışınlaması (HPS) ve ışık yayan diyot (LED) olmak üzere iki farklı ışık altında yetiştirilen marullarda patojenin enfeksiyonunun erken dönemde belirlenmesinde önemli olabilecek 28 farklı gelişme indeksini değerlendirmişlerdir. Kontrollü odalarda geliştirilen marullar ilk gerçek yapraklar tamamen açıldığında yapraklarına 5 mm çapında patojenin agar diski yerleştirilerek inokule edilmiş ve farklı aydınlatma koşulları altında bitkinin gelişimi ve hastalık oluşumu izlenmiştir. Araştırma sonucunda, fizyolojik yaşlanma ve hastalık indekslerinin inokulasyondan sonraki gün her iki aydınlatma sistemi altında yetiştirilen marullarda patojenin teşhisinde önemli bir yer tuttuğu, patojene karşı erken dönemde antioksidatif tepkinin belirlenmesinde ise bitki örtüsü, fizyolojik yaşlanma, sağlık, hastalık, bitki su içeriği, stres, fotosentetik aktivite, pigment, klorofil indeksi ve renklenme indekslerinin önemli bir yer tuttuğu ileri sürülmüştür.

2.4. Bitki Ekstraktları ve Biyolojik Uyarıcılar ile Hastalık Yönetimi

Reglinski ve ark. (1995), dondurularak kurutulmuş maya (*S. cerevisiae*) hücre duvarlarından elde edilen ekstraktı (Y4) iyonik olmayan ıslatıcı Agram ile formüle

ederek koparılmış yaprak testleri ile (Çizelge 1) ve sera koşullarında patojenin enfeksiyonunu önlemesi yönünden test etmişlerdir. Araştırmada serada bulunan bitkilerin gövdesine yakın kısmına *Rhizoctonia solani* ile enfekteli iki arpa tohumu yerleştirilmiş 2 farklı marul çeşidinin (Berlo, Little Gem) yapraklarına *B. cinerea*'nın inokulasyonundan (1 ml, 5×10^5 konidi/ml) 24 saat önce Agram ile formüle edilmiş bileşik (50 µg/ml) püskürtülmüş, bileşik uygulaması daha sonra 10 gün aralıklarla iki kez daha tekrar edilmiştir. Çalışma sonucunda uygulamanın Little Gem ve Berlo çeşitlerinde hastalığı sırasıyla %65 ve %68 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Złotek ve Wójcik (2014), bitkilerde sistemik dayanıklılığı teşvik ettiği bilinen arachidonic asitin marulda *B. cinerea* enfeksiyonu üzerine etkisi ile birlikte, dayanıklılığın teşviki mekanizması çerçevesinde guaiacol peroksidaz (POD), polifenol oksidaz (PPO) ve proteaz (POT) enzim aktivitelerindeki değişimleri incelemişlerdir. Çalışmada ticari arachidonic asit 1 µM ve 100 µM olmak üzere iki farklı dozda bitki gelişme odasında büyütülen 21 günlük bitkilerin yapraklarına (1.5 ml/bitki) püskürtülmüştür. Uygulamadan 15 gün sonra bitkilerdeki enzim aktiviteleri tespit edilmiştir. Ayrıca uygulama yapılmış 36 günlük bitkilerin yapraklarına patojenin iki farklı izolatına ait (As ve Osf) konidi süspansiyonu (10^5 konidi/ml) püskürtülerek 20°C'de 14/10 saat (gündüz/gece) fotoperiyotta 7 gün inkübasyondan sonra, bitki taze ve kuru ağırlığı, yapraklardaki leke alanı ve hastalık indeksi belirlenmiştir. Araştırmacılar her iki uygulama sonucunda stoma açıklığı ve epidermal hücre büyüklüğünün azalarak bitkilerin hastalığı tolere edebildiklerini, 100 µM'lik dozdaki uygulamada POD, PPO ve POT enzim aktivitelerinin daha yüksek olduğunu bildirmektedirler. Araştırmada yine aynı uygulamanın taze (1.04 kat) ve kuru ağırlığı (%57.14-1.64 kat) arttırdığı, yapraklardaki leke alanını ve hastalık indeksini (Her iki kriter için: As ve Osf inokulasyonunda sırasıyla %84.61 ve %80.16) önemli düzeyde azalttığı tespit edilmiştir.

Eser ve Coşkuntuna (2016), Harpin protein (1g/100 ml) ve LaFÜ+be+mm (1ml/1000 ml) isimli iki ticari aktivatörün Chianthi ve Yedikule marul çeşitlerinde patojen gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada aktivatörler fidelerin saksılara şaşırtılmasından bir hafta sonra başlayarak iki haftalık aralıklarla 5 kez yapraklara püskürtülmüş, 3. uygulamadan sonra yapraklara patojen inokulasyonu (1×10^5 konidi/ml) yapılmış, 3 aylık gelişme periyodundan sonra hasta bitki oranı belirlenmiştir. Araştırmacılar Chianti ve Yedikule marul çeşitlerine ait kontrol bitkilerde %100 enfeksiyon gelişimi olurken, Harpin P uygulamasının sırasıyla %57.5 ve %68.75 oranlarında hasta bitki oranını azaltarak LaFÜ+be+mm uygulamasına göre daha etkili olduğunu belirtmektedirler.

Adlıg ve Gülcü (2019), maruldan izole edilen patojene karşı trans-cinnamik asit'in etkisini *in vitro* (Çizelge 1) ve saksı denemeleri ile incelemişlerdir. Araştırmacılar saksı denemelerinde, bileşiğin *in vitro* testlerde en başarılı buldukları %2 lik dozunu saksıda yetiştirdikleri 10 gün fidelerin kök boğazını patojen ile inokule ettikten (1×10^8 spor/ml, 5 ml/fide) 24 saat sonra yine kök boğazına (5 ml) uygulamışlardır. Deneme sonucunda sadece patojenin bulunduğu fidelerde ölüm oranı %91.07 olurken, söz konusu uygulamada %17.26 olmuştur.

Li ve ark. (2021), isoleucine (amino asit) uygulamasının patojenin yapraklarda oluşturduğu lezyon büyüklüğü üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmada bileşik 10 mM dozda iki gün süre ile yapraklara püskürtülmüş, ardından patojenin konidi süspansiyonu püskürtme şeklinde inokule edilmiş, uygulamanın lezyon boyunu %18 oranında azalttığı belirlenmiştir.

Admane ve ark. (2023), biyolojik uyarıcılardan Organor N12 (N12; azot kaynaklı ticari bir formülasyon, 4 ml/l), AgricostanD (AgriD; Fabaceae familyasından elde edilen enzimatik hidrolizat bazlı ticari bir formülasyon, 2.5 ml/l), Italya'nın Lecce (MLES) ve Barletta bölgesinde (MLEB) yetiştirilen *Moringa oleifera* yapraklarından elde edilen sulu ekstraktların patojen üzerine etkisini koparılmış yapraklarda (Tablo 1) test etmişler, yine aynı bileşimleri kullanarak hidroponik sistemde yetiştirilen marul bitkilerinde morfolojik ölçümler (yaprak sayısı, yaprak alanı ve baş ağırlığı gibi), renk ve pigment analizleri [yaprak rengi (hue açısı, kromatiklik, parlaklık), SPAD (klorofil yoğunluğu) indeksi ve toplam klorofil ile karotenoid içerikleri] yapmışlar, antioksidant aktivite ve toplam fenolik madde içeriklerini ölçmüşlerdir. Çalışmada marul tohumları ticari bir torf substratına ekilmiş ve 10 gün sonra tamamen gelişmiş kotiledonlara sahip fideler, perlit dolu saksılara hidroponik sistemde dikilmiş, günde beş kez besin çözeltisi verilmiş, fidelere dikim sırasında sözü edilen bileşikler kök daldırma yöntemiyle uygulanmış, büyüme dönemi boyunca 10 günlük aralıklarla toplam üç kez yapraklara püskürtme şeklinde uygulamaya devam edilmiştir. Araştırma sonucunda, en yüksek artışlar dikkate alındığında; N12 uygulamasının kuru madde miktarını (1.14 kat), yeşil renk tonunu (1 kat), klorofil yoğunluğunu (1.11 kat); AgriD uygulamasının verimi (1.60 kat), baş taze ağırlığını (1.60 kat), yaprak alanını (1.29 kat), toplam klorofil miktarını (1.17 kat) ve karotenoid miktarını (1.19 kat), MLES uygulamasının yaprak sayısını (1.19 kat), renk canlılığını (1.03 kat) ve antioksidant miktarını arttırdığı, MLEB uygulamasının ise renk canlılığını arttırmada (1.03 kat) etkili olduğu belirlenmiştir.

He ve ark. (2023), selüloz kökenli oligomerlerden olan sellobiyozun farklı dozlarının fidelere etmenin gelişimine, bitkide fenotipik ve morfolojik gelişmeye, hormonal düzene ve dayanıklılıkta rol oynayan enzimlerin aktivitelerine etkilerini belirlemişlerdir. Çalışmada marul tohumları 2 hafta süre

ile çimlendirilmiş ve üçüncü gerçek yapraklarını oluşturduklarında hidroponik polietilen saksılara şaşırtıldıktan 2 gün sonra üç günde bir 10 gün süreyle 4 kez olmak üzere farklı dozlarda sellobiyoz uygulaması yapılmış, 4. uygulamadan 24 saat sonra ise patojenin konidi süspansiyonu yapraklara püskürtülmüştür. Çalışmada bileşiğin 40 mg/l dozundaki uygulamasının, dayanıklılıkta rol oynayan enzimlerden β -1,3-glukanaz, CAT, POX ve SOD aktivitelerini, salisilik asit ve absizik asit miktarını arttırdığı, taze ve kuru ağırlıkta sırasıyla %15.8 ve %25.7 artış sağladığı, klorofil miktarının, kök çapının (%9.1) toplam kök ağırlığının (%22.2), ikincil kök uzamasının (%38.8) artışına neden olduğu ve 60 mg/l'nin üzerindeki dozların ise bağışıklık sistemini engellediği belirlenmiştir. Araştırmacılar aynı doz uygulamasının patojenin oluşturduğu nekrotik alanların %55.5-55.7 oranlarında azaldığını bildirmektedirler. *In vitro* koşullarda yapılan testlerde ise bileşiğin hiçbir dozu yüksek etkili bulunmamıştır.

SONUÇ

Marulda *B. cinerea* tarafından oluşturulan kurşuni küf hastalığının kontrolünde, fungusitlerin kullanımına alternatif olan biyolojik mücadele dışında, kompost, gübreleme, ı ışık, bitki ekstraktları ve biyolojik uyarıcılar kullanılarak çeşitli araştırmalar yürütülmüştür. Ülkemiz ve dünyada bu alanda gerçekleştirilen çalışmaların 1994 yılında başladığı görülmüştür. Bu araştırmalar *in vitro*, *in vivo* ve seralarda gerçekleştirilerek hastalığın kontrolünde ümitvar sonuçlar elde edilmiştir. Hazırlanan derlemede yer alan metot ve sonuçlar doğa dostu ve sürdürülebilir tarım çerçevesinde yapılacak çalışmalara ışık tutacak ayrıca entegre hastalık yönetimi açısından yeni yaklaşımların geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Admane, N., Cavallo, G., Hadjila, C., Cavalluzzi, M. M., Rotondo, N. P., Salerno, A., Cannillo, J., Difonzo, G., Caponio, F., Ippolito, A., Lentini, G., Sanzani, S. M. (2023). Biostimulant formulations and moringa oleifera extracts to improve yield, quality, and storability of hydroponic lettuce. *Molecules*, 28, 373.
- Aarouf, J., Urban, L. (2020). Flashes of UV-C light: An innovative method for stimulating plant defences. *PLoS One*, 15(7), e0235918.
- Abro, M. A., Syed, R. N., Yasmin, A., Abro, S., Kumar, A., Nicot, P. C. (2014). Different nitrogen fertilization regimes influences the susceptibility of lettuce plants to *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia sclerotiorum*. *Science International*, 26(1), 325-329.
- Adlığ, N., Gülcü, B. (2019). Trans-cinnamik asit ve *Xenorhabdus szentirmai* metabolitlerinin bitki patojeni fungus *Botrytis cinerea* mücadelesinde kullanımı. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(3), 2001-2009.
- Bhatoa, G.S., Mirza, M. (2019). Managing Botrytis: A serious disease in greenhouse lettuce. https://www.greenhousecanada.com/managing_botrytis-a-serious-disease-in-greenhouse-lettuce-33048/
- Chatzidimopoulos, M., Papaevaggelou, D., Pappas, A. C. (2013). Detection and characterization of fungicide resistant phenotypes of *Botrytis cinerea* in lettuce crops in Greece. *European Journal of Plant pathology*, 137, 363-376.
- Couderchet M. (2003). Benefits and problems of fungicide control of *Botrytis cinerea* in vineyards of champagne. *Vitis*, 42, 165-171.
- Eser, Ü., Çoşkuntuna, A. (2016). Bazı bitki aktivatörlerinin salata-marulda kurşuni küf hastalığına (*Botrytis cinerea* Pers.: Fr.) karşı etkilerinin araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 56(4), 359-368
- Fortunati, E., Giovanale, G., Luzi, F., Mazzaglia, A., Kenny, J. M., Torre, L., Balestra, G. M. (2017). Effective postharvest preservation of kiwifruit and romaine lettuce with a chitosan hydrochloride coating. *Coatings*, 7(11), 196.
- He, J., Kong, M., Qian, Y., Gong, M., Lv, G., Song, J. (2023). Cellobiose elicits immunity in lettuce conferring resistance to *Botrytis cinerea*. *Journal of Experimental Botany*, 74(3), 1022-1038.
- Hung, H. C., Joshipura, K. J., Jiang, R., Hu, F. B., Hunter, D., Smith-Warner, S. A., Colditz, G. A., Rosner, B., Spiegelman, D., Willett, W. C. (2004). Fruit and vegetable intake and risk of major chronic disease. *Journal of the National Cancer Institute*, 96(21), 1577-1584.
- Kaur, N., Chugh, V., Gupta, A. K. (2014). Essential fatty acids as functional components of foods-a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 2289-2303.
- Kook, H. S., Park, S. H., Jang, Y. J., Lee, G. W., Kim, J. S., Kim, H. M., Oh T. B., Chae J. C. Lee, K. J. (2013). Blue LED (light-emitting diodes)-mediated growth promotion and control of Botrytis disease in lettuce. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B–Soil & Plant Science*, 63(3), 271-277.
- Kretschmer, M., Hahn, M. (2008). Fungicide resistance and genetic diversity of *Botrytis cinerea* isolates from a vineyard in Germany. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 115, 214-219.

- Kris-Etherton, P. M., Hecker, K. D., Bonanome, A., Coval, S. M., Binkoski, A. E., Hilpert, K. F., Griehl, A. E., Etherton, T. D. (2002). Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American Journal of Medicine*, 113(9), 71-88.
- Kupčinskienė, A., Brazaitytė, A., Rasiukevičiūtė, N., Valiūškaitė, A., Morkeliūnė, A., Vaštakaitė-Kairienė, V. (2023). Vegetation indices for early grey mould detection in lettuce grown under different lighting conditions. *Plants*, 12(23), 4042.
- Lecompte, F., Abro, M. A., Nicot, P. C. (2013). Can plant sugars mediate the effect of nitrogen fertilization on lettuce susceptibility to two necrotrophic pathogens: *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia sclerotiorum*? *Plant and Soil*, 369, 387-401.
- Lee, H. G., Kim, S. W., Adhikari, M., Gurung, S. K., Bazie, S., Kosol, S., Gwon B. H., Ju H. j., Ko yY. W., Kim Y. D., Yoo Y. W., Park T. H., Shin J. C., Kim M. H., Lee, Y. S. (2019). *In vitro* quantum dot led to inhibit the growth of major pathogenic fungi and bacteria in lettuce. *Research in Plant Disease*, 25(3), 114-123.
- Li, Y., Li, S., Du, R., Wang, J., Li, H., Xie, D., Yan, J. (2021). Isoleucine enhances plant resistance against *Botrytis cinerea* via jasmonate signaling pathway. *Frontiers in Plant Science*, 12, 628328.
- McQuilken, M. P., Whipps, J. M., Lynch, J. M. (1994). Effects of water extracts of a composted manure-straw mixture on the plant pathogen *Botrytis cinerea*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 10, 20-26.
- Morris, M. C., Evans, D. A., Tangney, C. C., Bienias, J. L., Wilson, R. S. (2006). Associations of vegetable and fruit consumption with age-related cognitive change. *Neurology*, 67(8), 1370-1376.
- Ouhibi, C., Attia, H., Nicot, P., Lecompte, F., Vidal, V., Lachaâl, M., Urban L. Aarouf, J. (2015). Effects of nitrogen supply and of UV-C irradiation on the susceptibility of *Lactuca sativa* L to *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia minor*. *Plant and Soil*, 393, 35-46.
- Özer, N., Okçu, Ö.Ü. (2024). Marulda *Botrytis cinerea* tarafından oluşturulan kurşuni küf hastalığına karşı biyolojik mücadele uygulamaları. Teori ve Uygulamada Tarım, Orman ve Su Bilimleri (Eds: Aydın, G., Cengizler, İ., Uçak, A.B), s: 302-315.
- Pan, C., Du, X. (2017). Effects of the best combination of copper, zinc, iron, and manganese on the relationship of lettuce resistance to *Botrytis cinerea* and its antioxidant system. *Emirates Journal of Food and Agriculture (EJFA)*, 29(5), 330-338.
- Pavia, M., Pileggi, C., Nobile, C. G., Angelillo, I. F. (2006). Association between fruit and vegetable consumption and oral cancer: a meta-analysis of observational studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 83(5), 1126-1134.
- Pozo, J., Urrestarazu, M., Morales, I., Sánchez, J., Santos, M., Diane, F., Álvaro, J. E. (2015). Effects of silicon in the nutrient solution for three horticultural plant families on the vegetative growth, cuticle, and protection against *Botrytis cinerea*. *HortScience*, 50(10), 1447-1452.
- Reglinski, T., Lyon, G. D., Newton, A. C. (1995). The control of *Botrytis cinerea* and *Rhizoctonia solani* on lettuce using elicitors extracted from yeast cell walls. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 102(3), 257-266.

- Sanogo, S., Dura, S., Lujan, P., Barraza, J., Kapran, B. (2019). Occurrence of *Botrytis* crown rot caused by *Botrytis cinerea* in lettuce in southern New Mexico. *Plant Health Progress*, 20, 120-121.
- Santos, C., Monte, J., Vilaça, N., Fonseca, J., Trindade, H., Cortez, I., Goufo, P. (2021). Evaluation of the potential of agro-industrial waste-based composts to control *Botrytis* gray mold and soilborne fungal diseases in lettuce. *Processes*, 9(12), 2231.
- Scott, G., Dickinson, M., Shama, G. (2021). Preharvest high-intensity, pulsed polychromatic light and low-intensity UV-C treatments control *Botrytis cinerea* on lettuce (*Lactuca sativa*). *European Journal of Plant Pathology*, 159, 449-454.
- Soetan, K. O., Olaiya, C. O., Oyewole, O. E. (2010). The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*, 4(5), 200-222.
- Tarkowski, L. P., Van de Poel, B., Höfte, M., Van den Ende, W. (2019). Sweet immunity: Inulin boosts resistance of lettuce (*Lactuca sativa*) against grey mold (*Botrytis cinerea*) in an ethylene-dependent manner. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(5), 1052.
- Wahab, H. A., Malek, A., Ghobara, M. (2020). Effects of some plant extracts, bioagents, and organic compounds on *Botrytis* and *Sclerotinia* molds. *Acta Agrobotanica*, 73(2), 7321
- Türkiye İstatistik Kurumu (2024). (TÜİK), Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim adresi: <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi: 26.04.2025).
- Vásquez, H., Ouhibi, C., Lizzi, Y., Azzouz, N., Forges, M., Bardin, M., Nicot P., Urban L. Aarouf, J. (2017). Pre-harvest hormetic doses of UV-C radiation can decrease susceptibility of lettuce leaves (*Lactuca sativa* L.) to *Botrytis cinerea* L. *Scientia Horticulturae*, 222, 32-39.
- Weber, R. W., Wichura, A. (2013). Fungicide resistance of *Botrytis cinerea* on lettuce in Northern Germany. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 120(3), 115-121.
- Williamson, B. , Tudzynski, B. , Tudzynski, P. and Van Kan, J. A. L. (2007). *Botrytis cinerea*, the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology*, 8, 561-580.
- Złotek, U., Wójcik, W. (2014). Effect of arachidonic acid elicitation on lettuce resistance towards *Botrytis cinerea*. *Scientia Horticulturae*, 179, 16-20.



Farklı Seslerin Bitki Patojeni Funguslar Üzerine Etkileri

Nuray Özer¹ & Ömer Ümit Okçu² & Arda Göksu³

¹ Prof. Dr. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ. ORCHID: 0000-0001-6876-7580

² Araş. Gör. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ. ORCHID: 0000-0002-4809-4398

³ Doç. Dr. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Türk Müziği Devlet Konservatuvarı, Çalgı Eğitimi Bölümü, Tekirdağ. ORCHID: 0000-0002-7018-9967

1. GİRİŞ

Doğa sesin oluştuğu sayısız cisimden meydana gelen, diğer bir deyişle sayısız ses kaynağına sahip olan bir bütündür. Doğa içerisinde ses varlıkları için çeşitli anlamlar taşımaktadır. Doğadaki varlıklar algıladıkları sesleri kendileri açısından değerlendirmişler ve birer ifade şekline getirerek yaşamlarını sürdürmüşlerdir.

Ses görünmeyen bir titreşimdir. Sesin oluşması için muhakkak ses kaynağının olması, sesin duyulması, algılanması için ise bir iletim ortamı ile alıcının olması gerekmektedir. Ses kaynağı, iletim ortamı ve alıcı kavramlarının herhangi birinin olmaması durumunda sesin varlığından bahsedilememektedir.

Sesin doğada var olabilmesi durumu, “çalışır durumda olan kulak ve beynin yani bir alıcı sistemin bulunması, onları uyarabilecek nitelikteki etkenlerin bir yerlerde yani ses kaynağında oluşması ve bu etkenlerin oluştuğu yerden kulağa kadar kulağı uyarmaya yetecek bir şiddette iletilmesi yani iletici ortam gereklidir” şeklinde tanımlanmıştır. Ses bir titreşimdir ve kulak ile duyulan ses beyin ile algılanmaktadır (Zeren, 2010). En basit şekli ile ses, kulağımızı yani işitme duyumuzu uyaran ve bu yolla beynimizde algılara neden olan bir etkidir (Temiz, 2022).

Farklı cisimlerden ortaya çıkan sesler, yoğunluk (desibel-dB) ve frekans olarak ölçülmektedir. Frekans ölçüm birimi Hertz (Hz)’dir. Farklı sesler kapsamında çeşitli cihazlardan çıkan sesler, farklı müzik türlerinden ortaya çıkan sesler, doğada yaşayan çeşitli canlılardan çıkan seslerin tümü farklı sesleri sergilemektedir. Bu sesler esnek bir ortamda dalgalar halinde yayılarak kulağa kadar gelmekte ve oradan beyne iletildiğinde ses işitilmektedir. İnsan kulağı saniyede 20 ile 20.000 frekans aralığındaki sesleri duyabilmektedir (Özkan, 2016). Bu frekans aralığının üzerinde ya da altında kalan sesler, insanların algılama yetisinin dışında kalmaktadır. Ultra ses ise 20 000 Hz frekans üzerindeki sesler olarak tanımlanmaktadır ve bu aralıktaki sesler, özellikle biyolojik sistemlerle etkileşimleri açısından büyük öneme sahiptir. Değişik sistemlerden ortaya çıkan sesler çevredeki canlılara iletilmektedir.

Seslerin yaydığı mekanik titreşimlerden ortaya çıkan enerji ise vibroakustik enerji olarak tanımlanmakta, bu enerjiden bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar olumlu ya da olumsuz yönde etkilenebilmektedir (Niklas, 1998; Pezzi ve Caprara, 2009; Miranda-de la Lama ve ark., 2011; Rabey ve ark., 2015; Sarvaiya ve Kothari, 2015; Hofstetter ve ark., 2019). Bu iletim sırasında enerjinin aşırı yoğunluklarda olması, organizmalar üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Aşırı yoğunluğun yanında çok rahatsız edici olup içerisinde armonikleri olmayan sesler de kuşkusuz ki olumsuz etkilere yol açabilmektedir.

Yapılan bazı araştırmalarda, yüksek yoğunluktaki seslerin etkileri incelenmiş insanlarda (Lundborg ve ark., 1990; Issever ve ark., 2003), kamyonla nakliye edilen elma ve mandarinlerde (Jarimopas ve ark., 2005; Van Zeebroeck ve ark., 2007), inşaat gürültüsü nedeniyle kurbağalarda (Felt ve ark., 2012) meydana gelen olumsuz etkiler gözler önüne serilmiştir. Müzikal olmayan, ahenksiz, ölçüsüz ve gürültülü seslerin canlılar üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Elektronik cihazlardan kaynaklanan ve özellikle yüksek frekanslı ses dalgaları, bitki ve organizmaların gelişimini etkileyebilmekte bu kapsamda mikroorganizmaların ve bitkilerin genetik, biyokimyasal ve fizyolojik yapılarında değişiklikler meydana gelebilmektedir (Collins ve Foreman, 2001; Creath ve Schwartz, 2004; Aggio ve ark., 2012).

Vibroakustięe maruz kalan organizmalarda gözlemlenen değişiklikler arasında hormonal, proteomik (protein çalışması) ve transkriptomatik (bir organizmanın belirli bir hücre, doku veya organizmada belirli bir zaman diliminde üretilen tüm RNA moleküllerinin incelenmesi) düzeydeki değişiklikler de söz konusu olabilmektedir (Norris ve Hyland, 1997; Ghosh ve ark., 2016; Fernandez-Jaramillo ve ark., 2018; Joshi ve ark., 2019). Yapılan pek çok araştırma, sesin biyolojik organizmalar üzerindeki etkilerini incelemiş ve bu etkilerin, organizmaların büyüme ve gelişmelerini nasıl yönlendirdiğini göstermiştir. Örneğin, bitkilerin ses dalgalarına karşı verdikleri tepkiler arasında, su sesine maruz kaldıklarında kök büyüme yönlerinde meydana gelen değişiklikler yer almaktadır (da Silva ve Dobránszki, 2014; Gagliano ve ark., 2017). Benzer şekilde, belirli frekanslara maruz kalan bitkilerin boyundaki uzama hızlarının arttığı gözlemlenmiştir (Klein ve ark., 1965; Mohanta, 2018). Ayrıca tozlayıcı böceklerden gelen vibroakustik seslerin bitkilerde nektar üretimi üzerinde değişikliklere yol açtığı da bilinmektedir (Braam, 2005; Jung ve ark., 2018; Veits ve ark., 2019). Bu etkiler, bitkilerin çevresel uyarıcılara nasıl adapte olduklarını ve bu uyarıcıların bitkilerin biyolojik süreçlerini nasıl şekillendirdiğini anlamamızda kritik bir rol oynamaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar seslerin basınç dalgası gibi davranarak tigmomorfogenezi (Bitkilerin evresel streslere ve mekanik baskılara verdikleri morfolojik ve biyolojik tepki) tetikleyebileceğini ve bu mekanizmanın bitkilerin mekanik uyarılara yanıt olarak büyüme ve gelişmelerindeki önemli değişiklikleri başlatabileceğini ortaya koymaktadır (Chehab ve ark., 2009; Mishra ve ark., 2016).

Yapay sesler kullanılarak yapılan çeşitli araştırmalar, bu tür seslerin bitki gelişimi ve büyümesi üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymuştur. Buğday, eltik, ilek, domates, marul, ıspanak ve hıyar gibi bitki türlerinde yapılan çalışmalar, yapay seslerin tohum çimlenmesini uyardığını ve bu çimlenme sürecinde bitki boyunun, meyve sayısının ve ürün veriminin arttığını göstermiştir (Hassanien ve ark., 2014). Ayrıca, sesin bitkilerdeki stresle başa çıkma

kabiliyetine de etki ettiği, bazı moleküler değişiklikler yaratarak bitkilerin hastalıklara karşı daha dayanıklı hale gelmesini sağladığı ileri sürülmüştür. Özellikle Qi ve ark. (2010) tarafından  ilek bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada, farklı seslerin bitkilerde stresle başa çıkma süreçlerini iyileştirerek hastalıklara karşı dayanıklılığı teşvik edebildiği gösterilmiştir.

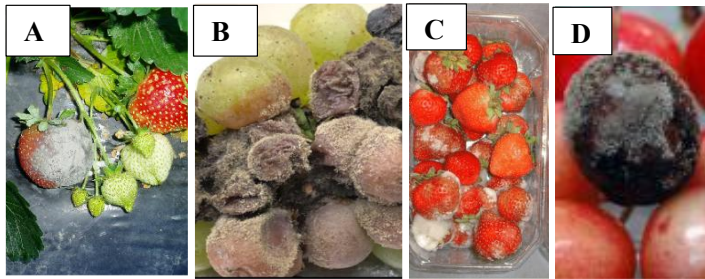
Müzik sanatı açısından bakıldığında da bitkilere yönelik literatürde bulunan ve önemli bulguların elde edildiği çalışmalardan bahsedebiliriz; Kurtuldu (2022)'dan elde edilen bilgilere göre, Singh ve Ponniah'ın 1955 ve 1963 yıllarında yaptığı çalışmalar müziğin bazı bitki türleri üzerinde uyarıcı bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Telewski (2006)'nin bildirdiğine göre Weinberger ve ark. 1961 ile 1981 yılları arasında yaptıkları çalışmalarda müziğin ve sürekli sabit bir ses frekansının etkisini, duyulabilir sınırlar ile işitilemez ultrasonik sınırlar içerisinde hem bitkilerin büyümesi hem de tohum filizlenmesi düzeyinde incelemişler, müziğin ve sesin bitki büyümesinde etkili olduğunu ileri sürmüşlerdir. Güney Hindistan'daki Annanalai Üniversitesi Botanik Bölümü'nün Başkanı olan Dr. T.C. Singh, haftalar boyunca her sabah, güneş ortalığı aydınlatırken, mimozalarının karşısına geçip kemanıyla geleneksel parçalar çalmış ve sonucunda, mimozaların büyümesinin iki misli arttığını rapor etmiştir (Anonim, 1979). Karabey (2010) müziğin kullanıldığı bir bitki ara yüzü sistemi oluşturarak yaptığı çalışmasında; bitkinin müziği hissettiğinin varsayılabilceğini  ne sürmüştür.

Günümüzde, dünya genelinde çevreye duyarlı ve insan sağlığına zarar vermeyen alternatif yöntemler çerçevesinde, sentetik fungusitlerin olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla çeşitli biyolojik ve fiziksel mücadele yöntemleri araştırılmaktadır. Bu bağlamda, seslerin fungal patojenler üzerindeki etkisi, alternatif mücadele yöntemleri arasında önemli bir yer tutmaktadır. Son yıllarda yapılan çeşitli araştırmalar, farklı seslerin fungal patojenler üzerinde etkili olabileceğini ve bu etkinin fungal hastalıkların kontrolünde kullanılabileceğini göstermektedir. Hazırlanan derleme çalışmasında farklı seslerin fungal patojenler ve ayrıca fungal hastalıkların kontrolünde kullanılan yararlı mikroorganizmalar üzerindeki etkisine yönelik yapılan çalışmalar araştırılmış, metin içerisinde fungus türleri dikkate alınarak tarih sırasına göre detaylı olarak açıklanmıştır. Konunun kapsamlı bir şekilde ele alınabilmesi adına çeşitli veri tabanları (Tekirdağ Namık Kemal  niversitesi kütüphanesinde bulunan CABI, EBSCOHOST, Google Scholar, PubMed, Proquest, Science Direct, Scopus, Springer, Scopus, Taylor and Francis, Web of Science, Wiley vb.) kullanılarak tarama yapılmıştır.

2. FARKLI SESLERİN ETKİSİNİN BELİRLENDİĞİ BİTKİ PATOJENİ FUNGUSLARIN ÖNEMİ

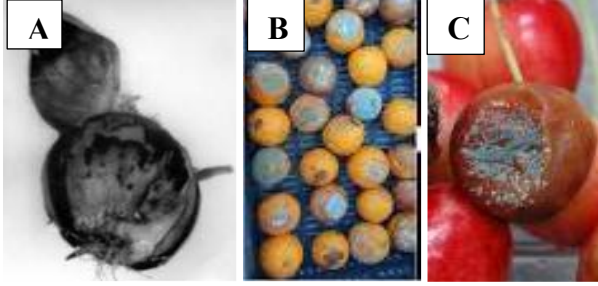
Farklı seslerin bitki patojeni funguslar üzerine etkisine yönelik çalışmaların büyük bir kısmı *Botrytis cinerea*  zerine olmuştur. Söz konusu etmen sebze,

meyve ve süs bitkilerinde gerek yetiştirme döneminde gerekse depolama ve nakliye sırasında ekonomik düzeyde kayıplara neden olan bir türdür (Jarvis, 1977; Hammer ve ark., 1990; Herrera-Romero ve ark., 2017; Singh ve ark., 2024). 2023 yılına kadar yapılan incelemelerde 1606 adet bitki türünün etmenin konukçusu olduğu bildirilmiştir (Singh ve ark., 2024). Hızla geliştiği bitki dokusu üzerinde gri renkli bir fungal örtü oluşturmaktadır (Şekil 1). Patojenin çok döngülü bir yaşam çemberine sahip olması nedeniyle oluşturduğu hastalığın kontrolü oldukça güçtür. Ayrıca etmenin kullanılan fungusitlere hızlı bir şekilde dayanıklılık kazanması, kontrolünü güç hale getiren diğer önemli bir faktördür (Rosslenbroich ve Stuebler, 2000; Singh ve ark., 2024). Bu bağlamda biyolojik mücadele, tıbbi bitki ekstraktlarının kullanımı gibi alternatif kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi konusunda uzun yıllardan beri çalışılmaktadır. Her ne kadar daha çok *in vitro* koşullarda gerçekleştirilmişse de ses frekansları ile ilgili yapılan çalışmalar da alternatif kontrol yöntemleri arasında yerini almıştır. Seslerin etkisini belirlemek amacıyla test edilen diğer fungus türleri arasında *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. yer almaktadır. Söz konusu cinslere ait türlerden *Aspergillus niger* soğanda önemli bir patojen olup siyah küf hastalığına neden olmakta (Şekil 2A) ve tohum, toprak ve hava yolu ile taşınmaktadır (Özer ve Köycü, 2004). Patojen havada bulunması ve yaralardan çok kolay giriş yapması nedeniyle çok sayıda bitkide hasat sonrasında da enfeksiyon oluşturmaktadır (Nadumane ve ark., 2016). *A. flavus* saprotrofik ve patojenik özelliğe sahip bir türdür, tahıllarda baklagillerde, fındıkta bulunur ve aflatoksin üretme özelliğine sahiptir. *A. parasiticus*'ta yine toprakta ve tahıl depolarında bulunan saprofit bir türdür (Jallow ve ark., 2021). *Penicillium* spp. de yine özellikle depolanma ve nakliye sırasında bir şekilde zarar görmüş ürünlerde kolaylıkla gelişebilen gri-yeşil renkte (Şekil 2 B ve C) fungal örtü oluşturan türlerdir. Bunların dışında tohum kökenli fungal etmenler, bitki gelişimini teşvik eden ve fungal hastalıkların kontrolünde kullanılan *Trichoderma harzianum* ve yaprakların yüzeyinde bulunan doğal olarak biyolojik mücadelede rol oynayan epifitik mikroorganizmalar da ses çalışmalarına konu olmuştur.



Şekil 1. *Botrytis cinerea*'nın meyve üzerindeki gelişimi. Üretim sürecinde çilek (A) (Tanović ve ark., 2009) ve üzümde (B) (Cosseboom ve Hu, 2023, depolama

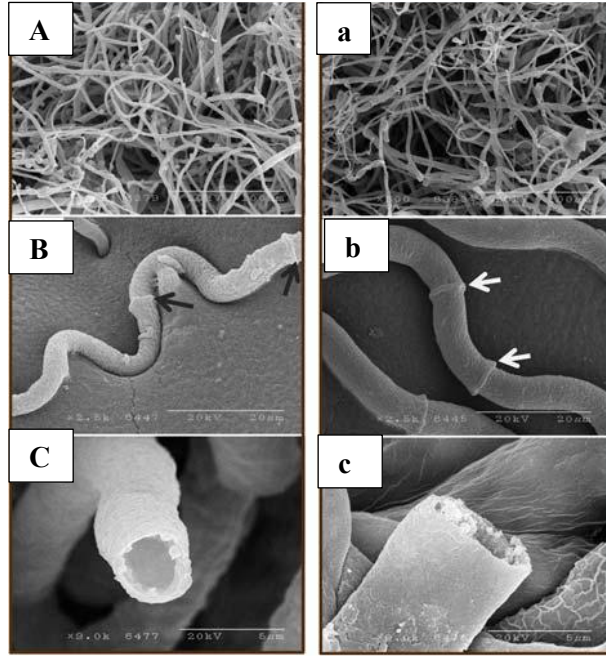
sürecinde çilek (C) (Weber ve Hahn, 2019) ve kirazda (D) (Pscheidt ve Ocamb, 2025) gri renkli fungal örtü



Şekil 2. Soğanda *Aspergillus niger* (A) (Özer ve Köycü, 2004), portakalda (B) (Rovetto ve ark., 2024), kirazda (C) (Pscheidt ve Ocamb, 2025) *Penicillium* türlerinin oluşturduğu fungal gelişme

2.1. Farklı Seslerin *Botrytis cinerea* Üzerindeki Etkilerine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Jeong ve ark. (2013), seslerin *B. cinerea*'nın mücadelesinde kimyasallara alternatif olarak kullanılabilirliğini araştırmışlar, bu amaçla 1-5 kHz arasında değişen ses frekanslarına maruz bırakılan etmenin miselyal gelişiminde, konidi çimlenmesinde meydana gelen değişiklikleri belirlemişler, ayrıca ışık ve elektron mikroskopu kullanarak konidilerdeki morfolojik bozulmaları görüntülemişlerdir. Denemelerde Adobe Audition 3.0 yazılımı kullanarak hoparlör ile sağlanan ses düzeyi yüksek (80 dB) ve çok düşük (40 dB) olan odalar hazırlanmış, bu odalara içinde *B. cinerea*'ya ait 5 mm çapında agar diski yerleştirilmiş Patates Dekstroz Agar (PDA) bulunan petri kapları yerleştirilmiş, 6 gün süre ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar ses sıklığı ve miselyal büyümenin engellenmesi arasında pozitif bir ilişki olduğunu, ses frekansı arttıkça miselyal büyümenin daha fazla engellendiğini bildirmişlerdir. Bu kapsamda 5 kHz frekansa *B. cinerea*'nın 3 gün süre ile muamelesi sonucu miselyal büyüme tamamen engellenmiş, konidi çimlenmesinde ise önemli düzeyde azalma meydana gelmiştir. Çalışmada ışık mikroskopunda, hiflerin incelendiği, hif bölmelerinin kalınlaştığı, iç kısmının boşaldığı gözlenmiştir. Elektron mikroskopunda yapılan gözlemlerde ise kontrol petriplerdeki patojen hiflerinin normal bir morfoloji (pürüzsüz, düzgün) sergilediği (Şekil 3A-C), 5 kHz'lik frekans uygulamasında ise hifal büyümenin bozulduğu (Şekil 3a), bölmeler arasındaki mesafenin azaldığı (Şekil 3b) ve hif yüzeyinde çıkıntılar ve çatlakların olduğu (Şekil 3c) bildirilmiştir. Araştırmacılar artan seslerin etmende abiyotik bir stres oluşturarak miselyal büyüme ve spor çimlenmesini engelleyebileceğini, ancak sesin etkisinin moleküler düzeyde de incelenmesi gerektiğini ileri sürmüşlerdir.



Şekil 3. İki gün süre ile 5 kHz’lik ses dalgasına maruz bırakılan *B. cinerea*’nın hiflerinde meydana gelen değişiklikler. A-C: Kontrol, a-c: Ses uygulaması. Oklar iki bölme arasındaki mesafeyi göstermektedir (Jeong ve ark., 2013).

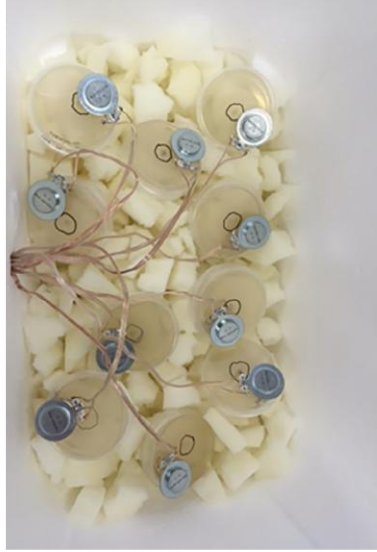
Choi ve ark. (2017), bitkilerde *B. cinerea* enfeksiyonunun sesler ile önlenme olasılıklarının incelenmesi amacıyla model bitki olan *Arabidopsis thaliana*’yı kullanmışlardır. Araştırmacılar özel ses geçirmez odaya yerleştirdikleri 14 günlük bitkileri günde üç saat olmak üzere 10 gün süre ile sabit ses şiddetinde (100 dB) üç ayrı ses dalgası frekansına (500, 1000 ve 3000 Hz) maruz bırakmışlardır. Bu süre sonunda bitkiler Patates Dekstroz Sıvı (PDB) ortamında geliştirilmiş patojenin konidi süspansiyonu (5×10^5 spor ml^{-1}) ile inokule edilmiş ve 72 saat sonra hastalık bulunma oranı tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca uygulama yapılmış ve yapılmamış bitkilerden alınan koparılmış yapraklar içinde nemlendirilmiş kurutma kâğıtları bulunan petrilere yerleştirilmiş ve yukarıda konsantrasyonu belirtilen konidi süspansiyonundan 5 μl damlatılarak etmenin gelişimi incelenmiştir. Bu test sonucunda 1000 Hz’lik ses dalgası uygulamasına tabi tutulan bitkilerdeki hastalık oranı ve koparılmış yapraklardaki lezyon çapı önemli düzeyde azalmıştır. Denemelerin diğer aşamasında hastalığı önlemede etkili bulunan 1000 Hz’lik frekans kullanılmış, söz konusu aşamada ise farklı zaman aralıklarında hastalıklara karşı dayanıklılıkta rol oynayan genler ve hormonlardaki değişiklikler de belirlenmiştir. Bu bağlamda, hastalıklara karşı savunmada ve hormon sinyallerinde rol olan 22 genin süreye bağlı olarak ortaya çıktığı görülmüştür. Araştırmacılar 12 saat sonra salisilik asit oluşumunu teşvik

eden 10 genin, 24 saat sonra bitki hücre duvarını düzenleyen sitokinin oluşumu, lipid taşınması, pektin metabolizmasını düzenleyen, gibberellik asit, salisilik asit ve jasmonik asit oluşumunu teşvik eden 12 genin önemli düzeyde artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Hofstetter ve ark. (2020) marketlerde bulunan farklı gıda muhafaza ünitelerinden gelen seslerin *B. cinerea*'nın büyüme hızı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada bu amaçla tek katlı masaüstü buzdolabı, sisleme yapan buzdolabı, açılır kapanır cam kapağı bulunan derin dondurucu olmak üzere 3 tip gıda muhafaza ünitesi kullanılmıştır. Araştırmacılar çalışmalarının ilk kısmında önce bu ünitelerden gelen seslerin frekans aralıklarını ölçmüşler ve bu aralıkların 110 ila 25.088 Hz arasında değiştiğini belirlemişler, çalışmalarını farklı marketlerde düşük (<500 Hz), orta (500-5000 Hz) ve yüksek (>5000 Hz) olmak üzere 3 tip frekansta yürütmüşler ve içinde patojenin bulunduğu petri kaplarını ünitelere yerleştirerek (26°C, %50 nem) 8-24 saat ve ardından 24-48 saat süre ile seslere maruz bırakmışlardır. Bu testin sonucunda tek katlı masa üstü buzdolabında bulunan patojenin miselyal gelişme hızının yüksek olduğu bu buzdolabında artan ses frekanslarında patojenin gelişiminin de artış gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında, müzik tonu, harmonik tonla ilişkili 110 Hz ile 25.088 Hz arasında değişen seslerden oluşan 39 kombinasyonun etmenin miselyal gelişimine etkisi test edilmiş, strafor soğutucular üzerine bulunan petrilere farklı frekanslardaki seslerin gelebileceği temas aktivatörü (dokunsal dönüştürücü, her petriye bir adet) bağlanmıştır (Şekil 4.). Bu testlerin sonucunda ise 2793.83 Hz'nin altındaki frekanslarda fungusun gelişiminin kontrole göre daha az olduğu, 165 Hz'nin altındaki frekansların ise etmenin kontrolünde kullanılabileceği ileri sürülmüştür.

Razavizadeh ve ark. (2024) akustik ses dalgalarının çilek meyvesinde *Botrytis cinerea*'nın gelişiminin engellenmesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar ilk aşamada içinde PDA besi ortamı bulunan petri kaplarının ortasındaki agar diskine patojenin konidi süspansiyonundan damlatmışlar (25µl) ve petrileri 25°C sıcaklıktaki bir inkübatöre yerleştirmişlerdir. Çalışmada inkübatörün içine bilgisayara bağlı iki adet hoparlör yerleştirilmiş ve insanın işitebileceği oktavdaki tek frekanslı farklı aralıklarda ses dalgaları (250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 12.000 ve 16.000 Hz) 24 saat süre ile uygulanmış, 5 gün süre ile fungusun miselyal koloni gelişimi ölçülmüştür. Bu deneme sonucunda etmenin gelişiminin 250 ve 4000 Hz'de kontrole göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İkinci aşamada ise miselyal koloni gelişmesinin en düşük ve en yüksek olduğu sırasıyla 250 Hz ve 16 000 Hz'lik iki frekanstaki sesler, fungus konidileri ile inokule edilmiş 5°C'deki odada bulunan çilek meyvelerine farklı sürelerde (2, 4, 6, 8 ve 10 gün) uygulanmış ve meyveler üzerindeki konidi gelişimi belirlenmiştir. Araştırmacılar bu denemenin sonucunda 8 ve 10 gün

boyunca 250 Hz'lik frekans uygulamasının meyve üzerinde *B. cinerea*'nın büyümesini %49.5 oranında engellediğini ve depolama süresinin 18 güne çıktığını bildirmişlerdir.



Şekil 4. Strafor soğutucular üzerine yerleştirilen içinde *Botrytis cinerea* bulunan petrilere bağlanan ses dalgası düzeneği (Hofstetter ve ark., 2020)

2.2. Farklı Seslerin *Aspergillus* spp. ve *Penicillium* spp. Üzerindeki Etkilerine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Karippen ve ark. (2009), *Aspergillus* sp. üzerine farklı frekanslardaki seslerin (5, 10 ve 15 kHz) etkisini, PDB besi ortamında koloni oluşturan birim (Colony forming unit-CFU), PDA besi ortamında ise miselyal koloni gelişimi ve çim tüpü uzunluğu kriterlerini dikkate alarak belirlemişlerdir. Çalışmada seslerin verileceği bir oda oluşturulmuş, bu odaya jeneratör kullanarak üç gün boyunca 5 saat süre ile ses uygulaması yapılmıştır. Sonuç olarak her üç frekansta da ölçülen kriterler açısından kontrole göre azalma olduğu, ancak 15 kHz frekansında en yüksek azalma oranlarının (CFU, çim tüpü uzunluğu ve koloni gelişimi için yaklaşık sırasıyla %65, %31 ve %33) meydana geldiği belirtilmiştir.

Jambrak ve ark. (2018), farklı meyve suyu ve nektarlarında oluşabilen *Aspergillus ochraceus* ve *Penicillium expansum* gelişiminin engellenmesi için 20 kHz'lik sesin etkisini incelemişlerdir. Çalışmada balon joje içerisine yerleştirilen örneklerle söz konusu funguslar inokule edilmiş, üç değişik sıcaklıkta (20°C, 40°C ve 60°C), ağız kısmına farklı genliktteki problar (60, 90, 120 µm), yerleştirilmiş ve bu problardan 3, 6 ve 9 dakika süre ile ses aktarılmıştır. Araştırmacılar 120 µm genliğe sahip prob ile 60°C'de ısıtılmış örneğe 9 dakika süre ile ses

verildiğinde *A. ocraceus*'un, 90 µm genliğe sahip prob ile 40°C'de ısıtılmış örneğe 3 dakika süre ile ses verildiğinde *P. expansum*'un gelişiminin önemli düzeyde azaldığını bildirmektedirler.

Razavizadeh ve ark. (2024) akustik seslerin çilek meyvesinde *A. niger*'in gelişiminin engellenmesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma aşamaları ve uygulamalar *B. cinerea* ile ilgili bölümde verildiği şekilde gerçekleştirilmiş, miselyal gelişme 250 Hz'de en düşük olmuştur. Çilek meyvesi ile yapılan denemelerde ise 8 ve 10 gün boyunca 250 Hz'lik frekans uygulamasında meyve üzerinde *A. niger*'in gelişiminin tamamen engellendiği ve depolama süresinin 26 güne çıktığı belirtilmiştir.

2.3. Farklı Seslerin Tohumlarda Fungal Etmenlerin Gelişimi Üzerindeki Etkilerine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Seslerin tohumlarda fungal etmenlerin gelişimi üzerine etkilerine yönelik bir çalışma ile karşılaşılmıştır. Tahmasebi ve ark. (2023) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada kerkede adı ile bilinen, lif üretiminde ve tıbbi bir bitki olarak değerlendirilen *Hibiscus sabdariffa* L. tohumu kullanılmıştır. Araştırmacılar yüksek frekanslı ses uygulamalarının tohumların fungal etmenle bulaşıklılık oranına, tohum çimlenmesine, fide gelişimine, hastalıklara karşı savunmada rol oynayan fenolik madde birikimine ve savunma enzimlerinin üretilmesine etkilerini incelemişlerdir. Testlerde söz konusu bitkinin tohumları 28 kHz'lik frekansta sese sahip su banyosunda 20, 40 ve 60 dakika olmak üzere 3 farklı sürede tutulmuştur. Karşılaştırma yapmak amacıyla destile suyla yıkanmış ve %1.5 sodyum hipoklorit ile 20 dakika süreyle dezenfekte edilmiş tohumlar kullanılmıştır. Farklı uygulamalara tabii tutulan tohumlar steril kurutma kağıdında kurutulduktan sonra, içinde nemli kurutma kâğıdı bulunan petri kutularına yerleştirilmiş (Nemli hücre yöntemi), günlük olarak fungal etmenle bulaşık tohum oranı kaydedilmiş, altı gün sonra ise fide kök ve sürgün uzunluğu ile kök ve sürgünlerin taze ve kuru ağırlığı ölçülmüştür. Çalışma sonucunda kontrol petrilere tohum çürümesine neden olan fungus türünün *Fusarium solani* olduğu, 60 dakika süre ile yapılan uygulamanın tohum çürümesini %94.18 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca aynı uygulamanın tohum çimlenmesine ve sürgün gelişmesine negatif bir etkisinin olmadığı, patojene karşı dayanıklılıkta rol oynayan fenolik madde birikimi ile birlikte peroksidaz ve polifenol oksidaz aktivitesinde önemli artışların olduğu ileri sürülmüştür.

2.4. Farklı Seslerin Yararlı Funguslar Üzerindeki Etkilerine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Wassermann ve ark. (2021) Güney Afrika, Stellenbosch'daki Şiraz (*Vitis vinifera*) üzüm çeşidinin bulunduğu bir bağda klasik müzik sesinin yapraklar üzerinde bulunan yararlı mikroorganizmaların popülasyonuna etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar bağa 4 adet hoparlör yerleştirmişler ve gelişme mevsimi süresince her gün 24 saat süre ile Baroque tarzı ve eski dönemlere ait klasik müzik tarzı karışımı eserlerin hoparlörler aracılığıyla verilmesini sağlamışlardır. Çalışmada gelişme mevsiminin sonunda hoparlörlere en uzak (Kontrol) ve en yakın kısımlarda yer alan asma yapraklarından örnekler alınmış ve yapraklardaki fungus popülasyonu moleküler yöntemlerle tanımlanmıştır. Yapılan incelemelerde kontrol örneklerinde Ascomycota (%94) şubesi ve Dothiomyces (%93) sınıfından türler baskın olmuş, Basidiomycota (%6) şubesi ve Tremellomyces (%5) sınıfından türler daha düşük oranlarda bulunmuştur. Klasik müziğe maruz kalan yaprak örneklerinde ise Ascomycota şubesine (%77), Dothideomyces (%76) sınıfına ait popülasyonda azalma ve Basidiomycota şubesine (%22) ve Tremellomyces (%19) sınıfına ait popülasyonda ise artış olduğu gözlenmiştir. Microbial popülasyon cins düzeyinde ele alındığında ise bağda önemli bir hastalık olan kurşuni küf etmeni *B. cinerea*'ya karşı antagonistik özelliğe sahip bakterilerden *Kocuria* sp. ve *Nocardioidea* sp.'nin funguslardan *Hortaea* sp.'nin varlığı tespit edilmiş ayrıca bağda kuraklık stresine ve üzüm kalitesine etki edebilecek çok sayıda mikroorganizmanın var olduğu ileri sürülmüştür.

Robinson ve ark. (2024) akustik seslerin yararlı fungus *T. harzianum*'un üzerindeki etkisini 80 dB, 8 kHz frekanstaki sesleri 5 gün boyunca her gün 30 dakika süreyle fungusun inokule edildiği besi ortamının bulunduğu petri kaplarına uygulayarak incelemişlerdir. Çalışmada yararlı fungusun miselyal koloni çapı, konidilerinin petriyi kaplama oranı ve konidi yoğunluğu ölçülmüştür. Araştırmacılar *T. harzianum*'un miselyal koloni çapının kontrole göre 2. günde 1.03, 4 günde 1.08 ve 5. günde 1.09 kat arttığını tespit etmişlerdir. Yine 5. günde yapılan değerlendirmeler sonucunda, konidilerin petrileri kaplama oranı ve konidi yoğunluğunda kontrole göre sırasıyla 7.18 ve 4.47 kat artış olduğu belirlenmiştir.

3. SONUÇ

Ses dalgaları, sesin frekansı, sesin şiddeti, sesin uygulandığı süre ve ortam sıcaklığına bağlı olarak fungusların gelişimi üzerine olumlu ya da olumsuz etkiler yapabilmektedir. Özellikle bitki patojeni olan fungusların gelişimini engelleyen yararlı fungus türlerinin gelişimini arttıran bu tarz uygulamaların çevre ve insan sağlığına herhangi bir negatif etki içermemesi nedeniyle bu alanda çalışma sayısının artırılması gerektiğinin bir göstergesidir. Aynı zamanda depolama,

Üretim, taşıma gibi faaliyetlerde ortamdaki seslerin ürünün kalite ve kantitesi üzerinde doğrudan ya da dolaylı olarak etkisi söz konusudur. Bu nedenle hasat edilen ürünlerin depolanması sırasında kalite kaybını engelleme açısından gürültü olarak adlandırılan seslere maruz kalmasının, önüne geçilmesi gerekmektedir. Yine seslerin bazı bitki türlerinin bünyesindeki hastalıklara karşı dayanıklılığı teşvik eden hormonal aktivitenin artışına neden olması uygulamanın çok sayıda bitkide denenmesi konusunu gündeme getirmektedir. Yapılan literatür araştırması çalışmaların çoğunun *in vitro* koşullarda gerçekleştirildiğini göstermiştir. Ses uygulamalarının fungal hastalıkların kontrolünde kullanılabilmesi için, uygulamaların bitkinin de bulunduğu koşullarda denenmesi alternatif mücadele yöntemlerine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Aggio, R. B. M., Obolonkin, V., Villas-Bôas, S. G. (2012). Sonic vibration affects the metabolism of yeast cells growing in liquid culture: a metabolomic study. *Metabolomics*, 8, 670-678.
- Anonim (1979), Parapsikoloji Bitkiler Araştırması, Uzak Doğu'da Bitkiler Üzerine Araştırmalar. Bilim Araştırma Merkezi İstanbul: Işık Matbaası, 72 s.
- Braam, J. (2005). In touch: plant responses to mechanical stimuli. *New Phytologist*, 165(2), 373-389.
- Chehab, E. W., Eich, E., Braam, J. (2009). Thigmomorphogenesis: a complex plant response to mechano-stimulation. *Journal of Experimental Botany*, 60(1), 43-56.
- Choi, B., Ghosh, R., Gururani, M. A., Shanmugam, G., Jeon, J., Kim, J., Park-Chul, S., Jeong Jenog, M., Han-Hwan, K., Bae-Wong, D., Bae, H. (2017). Positive regulatory role of sound vibration treatment in *Arabidopsis thaliana* against *Botrytis cinerea* infection. *Scientific Reports*, 7(1), 2527.
- Collins, M. E., Foreman, J. E. (2001). The effect of sound on the growth of plants. *Canadian Acoustics*, 29(2), 3-8.
- Cosseboom, S. D., Hu, M., 2023. All about Botrytis fruit rot. <https://smallfruits.org/2023/04/all-about-botrytis-fruit-rot/>
- Creath, K., Schwartz, G. E. (2004). Measuring effects of music, noise, and healing energy using a seed germination bioassay. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 10(1), 113-122.
- da Silva, J. A. T., Dobránszki, J. (2014). Sonication and ultrasound: Impact on plant growth and development. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 117(2), 131-143.
- Felt, S. A., Cowan, A. M., Luong, R., Green, S. L. (2012). Mortality and morbidity in African clawed frogs (*Xenopus laevis*) associated with construction noise and vibrations. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 51(2), 253-256.
- Fernandez-Jaramillo, A. A., Duarte-Galvan, C., Garcia-Mier, L., Jimenez-Garcia, S. N., Contreras-Medina, L. M. (2018). Effects of acoustic waves on plants: an agricultural, ecological, molecular and biochemical perspective. *Scientia Horticulturae*, 235, 340-348.
- Gagliano, M., Grimonprez, M., Depczynski, M., Renton M. (2017). Tuned in: plant roots use sound to locate water. *Oecologia*, 184, 151-160.
- Ghosh, R., Mishra, R. C., Choi, B., Kwon, Y. S., Bae, D. W., Park, S. C., Jeong M. J., Bae, H. (2016). Exposure to sound vibrations lead to transcriptomic, proteomic and hormonal changes in *Arabidopsis*. *Scientific Reports*, 6(1), 33370.
- Hammer, P. E., Yang, S. F., Reid, M. S., Marois, J. J. (1990). Postharvest control of *Botrytis cinerea* infections on cut roses using fungistatic storage

- atmospheres. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115(1), 102-107.
- Hassanien, R. H., Hou, T. Z., Li, Y. F., Li, B. M. (2014). Advances in effects of sound waves on plants. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(2), 335-348.
- Herrera-Romero, I., Ruales, C., Caviedes, M., Leon-Reyes, A. (2017). Postharvest evaluation of natural coatings and antifungal agents to control *Botrytis cinerea* in *Rosa* sp. *Phytoparasitica*, 45, 9-20.
- Hofstetter, R. W., Aflitto, N., Bedoya, C. L., Yturralde, K., Dunn, D. D. (2019). Vibrational behavior in bark beetles: Applied aspects. In *Biotremology: Studying Vibrational Behavior* (Eds.: Hill, P. S. M., Lakes-Harlan, R., Mazzoni, M., Narins, P. M., Virant-Doberlet, M., Wessel, A.), Springer Nature Switzerland AG, 415-435.
- Hofstetter, R. W., Copp, B. E., Lukic, I. (2020). Acoustic noise of refrigerators promote increased growth rate of the gray mold *Botrytis cinerea*. *Journal of Food Safety*, 40(6), e12856.
- Issever, H., Aksoy, C., Sabuncu, H., Karan, A. (2003). Vibration and its effects on the body. *Medical Principles and Practice*, 12(1), 34-38.
- Jallow, A., Xie, H., Tang, X., Qi, Z., Li, P. (2021). Worldwide aflatoxin contamination of agricultural products and foods: From occurrence to control. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(3), 2332-2381.
- Jambrak, A. R., Šimunek, M., Evačić, S., Markov, K., Smoljanić, G., Frece, J. (2018). Influence of high power ultrasound on selected moulds, yeasts and *Alicyclobacillus acidoterrestris* in apple, cranberry and blueberry juice and nectar. *Ultrasonics*, 83, 3-17.
- Jarimopas, B., Singh, S. P., Saengnil, W. (2005). Measurement and analysis of truck transport vibration levels and damage to packaged tangerines during transit. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 18(4), 179-188.
- Jarvis, W. R. (1977). *Botryotinia and Botrytis species: taxonomy, physiology and pathogenicity-A guide to the literature*, (206). Agriculture Canada Monograph 15
- Jeong, M. J., Bae, D., Bae, H., Lee, S. I., Kim, J. A., Shin, S. C., Park S.H., Park, S. C. (2013). Inhibition of *Botrytis cinerea* spore germination and mycelia growth by frequency-specific sound. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 56, 377-382.
- Joshi, N., Nautiyal, P., Papnai, G., Supyal, V., Singh, K. (2019). Render a sound dose: Effects of implementing acoustic frequencies on plants' physiology, biochemistry and genetic makeup. *International Journal of Chemical Studies*, 7(5), 2668-2678.
- Jung, J., Kim, S. K., Kim, J. Y., Jeong, M. J., Ryu, C. M. (2018). Beyond chemical triggers: evidence for sound-evoked physiological reactions in plants. *Frontiers in Plant Science*, 9, 25.

- Karabey, B. (2010). Cry of nature: a plant interfaces with the world using music. *Leonardo*, 43(3), 310–311.
- Karippen, P. M., Dayou, J., Phin, C. K. (2009). Experimental Investigation on the Effects of Audible Sound to the Growth of *Aspergillus* spp. *Modern Applied Science*, 3(4), 137-141.
- Klein, R. M., Edsall, P. C., Gentile, A. C. (1965). Effects of near ultraviolet and green radiations on plant growth. *Plant Physiology*, 40(5), 903.
- Kurtuldu, K. (2022). ‘Müziğin Gücü’ (Müzik Kültürü, (Ed: Canbay, A., Nacakcı, Z.) 5. Basım, Ankara: Pegem Akademi, 35-55.
- Lundborg, G., Dahlin, L. B., Hansson, H. A., Kanje, M., Necking, L. E. (1990). Vibration exposure and peripheral nerve fiber damage. *The Journal of Hand Surgery*, 15(2), 346-351.
- Miranda-de la Lama, G. C., Monge, P., Villarroel, M., Olleta, J. L., García-Belenguer, S., María, G. A. (2011). Effects of road type during transport on lamb welfare and meat quality in dry hot climates. *Tropical Animal Health and Production*, 43, 915-922.
- Mishra, R. C., Ghosh, R., Bae, H. (2016). Plant acoustics: in the search of a sound mechanism for sound signaling in plants. *Journal of Experimental Botany*, 67(15), 4483-4494.
- Mohanta, T. K. (2018). Sound wave in plant growth regulation: a review of potential biotechnological applications. *JAPS: Journal of Animal and Plant Sciences*, 28(2), 1-9.
- Nadumane, V. K., Venkatachalam, P., Gajaraj, B. (2016). *Aspergillus* applications in cancer research. In *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*, (Ed. Gupta V.J.), Elsevier, 243-255.
- Niklas, K. J. (1998). Effects of vibration on mechanical properties and biomass allocation pattern of *Capsella bursa-pastoris* (Cruciferae). *Annals of Botany*, 82(2), 147-156.
- Norris, V., Hyland, G. J. (1997). MicroCorrespondence. *Molecular Microbiology*, 24(4), 879–883
- Özer, N., Köycü, N.D., 2004. Seed-borne fungal diseases of onion, and their control disease management of fruits and vegetables. In *Fruit and Vegetable Diseases* (ed. K.G. Mukerji), Vol. 1. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, 281-306
- Özkan, İ.H., 2016. Türk mûsikîsi nazariyatı ve usûlleri – kudüm velveleleri. Ötüken Neşriyat A.Ş., İstanbul. Yayın No: 180. 816 s.
- Pezzi, F., Caprara, C. (2009). Mechanical grape harvesting: Investigation of the transmission of vibrations. *Biosystems Engineering*, 103(3), 281-286.
- Pscheidt, J.W., Ocamb, C.M. 2025. Cherry (*Prunus* spp.)-Postharvest Rots. in *Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook*. © Oregon State University. <https://pnwhandbooks.org/node/2469/print>

- Qi, L., Teng, G., Hou, T., Zhu, B., Liu, X. (2010). Influence of sound wave stimulation on the growth of strawberry in sunlight greenhouse. In Computer and Computing Technologies in Agriculture III: Third IFIP TC 12 International Conference, CCTA 2009, Beijing, China, October 14-17, 2009, Revised Selected Papers 3 (pp. 449-454). Springer Berlin Heidelberg.
- Rabey, K. N., Li, Y., Norton, J. N., Reynolds, R. P., Schmitt, D. (2015). Vibrating frequency thresholds in mice and rats: implications for the effects of vibrations on animal health. *Annals of Biomedical Engineering*, 43, 1957-1964.
- Razavizadeh, B. M., Shahrapour, D., Niazmand, R. (2024). Investigating the effect of acoustic waves on spoilage fungal growth and shelf life of strawberry fruit. *Fungal Biology*, 128(2), 1705-1713.
- Robinson, J. M., Cando-Dumancela, C., Breed, M. F. (2024). Sonic restoration: Acoustic stimulation enhances soil fungal biomass and activity of plant growth-promoting fungi. *BioRxiv*, 2024-01.
- Rosslenbroich, H. J., Stuebler, D. (2000). *Botrytis cinerea*—history of chemical control and novel fungicides for its management. *Crop Protection*, 19(8-10), 557-561.
- Rovetto, E., La Spada, F., Aloï, F., Riolo, M., Pane, A., Garbelotto, M., Cacciola, S.O. Green solutions and new technologies for sustainable management of fungus and oomycete diseases in the citrus fruit supply chain. *Journal of Plant Pathology*, 106, 411–437 (2024).
- Sarvaiya, N., Kothari, V. (2015). Effect of audible sound in form of music on microbial growth and production of certain important metabolites. *Microbiology*, 84, 227-235.
- Singh, R., Caseys, C., Kliebenstein, D. J. (2024). Genetic and molecular landscapes of the generalist phytopathogen *Botrytis cinerea*. *Molecular Plant Pathology*, 25(1), e13404.
- Tahmasebi, A., Asgari, A., Bakhshi, S., Shahriari, A. G., Lee, C. W. (2023). Ultrasound application for the decontamination of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seeds: influence on fungal inhibition and seed quality. *Ultrasonics Sonochemistry*, 95, 106404.
- Tanović, B., Delibašić, G., Milivojević, J., Nikolić, M. (2009). Characterization of *Botrytis cinerea* isolates from small fruits and grapevine in Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 61(3), 419-429.
- Telewski, F.W. (2006). A unified hypothesis of mechanoperception in plants. *American Journal of Botany*, 93(10), 1466-1476.
- Temiz, E. (2022). ‘Ses’, Müzik Kültürü, (Ed. Canbay, A, Nacakcı, Z.) 5. Basım, Ankara, Pegem Akademi, 59-79.

- Van Zeebroeck, M., Ramon, H., De Baerdemaeker, J., Nicolaï, B. M., Tijskens, E. (2007). Impact damage of apples during transport and handling. *Postharvest Biology and Technology*, 45(2), 157-167.
- Veits, M., Khait, I., Obolski, U., Zinger, E., Boonman, A., Goldshtein, A., Saban, K., Seltzer R., Dor, B.E., Estlein, P., Kabat, A., Krylov S., Chamovitz, D., Sapir, Y., Yovel, Y., Hadany, L. (2019). Flowers respond to pollinator sound within minutes by increasing nectar sugar concentration. *Ecology Letters*, 22(9), 1483-1492.
- Wassermann, B., Korsten, L., Berg, G. (2021). Plant health and sound vibration: Analyzing implications of the microbiome in grape wine leaves. *Pathogens*, 10(1), 63.
- Weber, R. W., Hahn, M. (2019). Grey mould disease of strawberry in northern Germany: causal agents, fungicide resistance and management strategies. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103(4), 1589-1597.
- Zeren, A. (2010). Müzik fiziği, Pan Yayıncılık, İstanbul, 341s.



Organik Hayvancılık

Tugay Ayaşan¹ & Esra Kaya² & Mervenur Şakacı³

¹ Prof. Dr.,Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Osmaniye, ORCID:0000-0001-7397-6483

² Doç. Dr. Ağrı İbrahim Çeçen Yüksekokulu, Celal Oruç Hayvansal Üretim Yüksekokulu, Eleşkirt/Ağrı, ORCID:0000-0002-4697-7365

³ Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Osmaniye, ORCID:0009-0000-2586-4620

Giriş

Organik hayvan besleme, doğal ve sürdürülebilir tarım yöntemlerini kullanarak hayvanların sağlığını ve refahını en üst düzeyde tutmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Organik hayvancılık, hayvanların doğal davranışlarını teşvik eden, sağlıklı besinlerle beslenmelerini sağlayan ve ilaç kullanımını minimize eden bir dizi prensibi içerir (Vale ve ark., 2007; Taçbaş ve Baydan, 2018). Bu prensipler içerisinde;

Yem: Organik hayvan besleme, hayvanlara organik sertifikalı yemlerle beslenmeyi gerektirir. Bu yemler, sentetik gübreler, pestisitler, GDO'lar ve kimyasal katkı maddeleri içermeyen doğal kaynaklardan elde edilen hammaddelerden üretilir. Hayvanların doğal diyetlerine uygun şekilde beslenmelerini sağlamak önemlidir (Çavdar, 2003).

Mera ve otlatma: Organik hayvancılıkta, hayvanların serbest dolaşım yapabildiği açık meralarda otlatılması tercih edilir. Doğal otlatma, hayvanların doğal davranışlarını teşvik eder, egzersizlerini sağlar ve doğal beslenme alışkanlıklarını destekler (Okuyucu ve Okuyucu, 2006).

İlaç ve antibiyotik kullanımı: Organik hayvancılık, ilaç kullanımını minimum düzeye indirmeyi hedefler. Hastalık ve parazit kontrolünde, doğal ve bitkisel ürünlere dayanan alternatif tedaviler tercih edilir. Ancak hayvanların sağlık durumlarını korumak için gerektiğinde tedavi yapılabilir, ancak bu durumda ilaçların organik standartlara uygun olması gerekir.

Hayvan refahı: Organik hayvancılık, hayvanların sağlık ve refahını en üst düzeyde tutmayı amaçlar. Hayvanların uygun barınaklarda yaşaması, serbest dolaşım sağlanması, doğal davranışlarını sergileyebilmeleri ve stres faktörlerinden korunmaları önemlidir. Hayvanların doğal ihtiyaçlarının karşılandığından emin olunmalıdır (Karaağaç, 2009).

Sertifikasyon: Organik hayvan besleme uygulamaları, belirli standartlara ve kriterlere uygunluğu doğrulayan sertifikasyon süreçleri ile denetlenir. Çoğu ülkede, organik hayvancılıkla uğraşan çiftliklerin belirli bir organik sertifikaya sahip olması gerekmektedir (Ermiş ve Yanmaz, 2015).

Organik hayvan besleme, hem hayvanların sağlığını ve refahını koruyarak hem de çevreye daha az zarar vererek sürdürülebilir bir tarım sistemini teşvik etmektedir. Bu yaklaşım, doğal kaynakları koruma, kimyasal kullanımını azaltma ve daha sağlıklı gıdalar üretme amacını taşır.

Organik hayvan yetiştiriciliği

Organik hayvan yetiştiriciliği, organik tarım prensiplerine uygun olarak hayvanların doğal davranışlarını sergilemelerine imkan tanıyan, sağlıklı ve

sürdürülebilir bir yöntemdir. Organik hayvan yetiştiriciliği, sentetik kimyasalların kullanımını sınırlar veya tamamen ortadan kaldırırken, doğal kaynakların kullanımını teşvik eder (Kara ve Koyuncu, 2011). Organik hayvan yetiştiriciliğinin bazı temel prensipleri vardır. Bunlar;

- Beslenme: Organik hayvan yetiştiriciliğinde hayvanlar, organik yemlerle beslenir. Bu yemlerin üretimi, sentetik gübreler veya kimyasal ilaçlar kullanmadan gerçekleştirilir. Genetik olarak değiştirilmiş organizmalar (GDO'lar) da içermeyen organik yemler, hayvanların doğal ve dengeli bir beslenme almasını sağlar (Yanmaz ve Saygılı, 2015).

- Yaşam alanı: Organik hayvanlar, doğal davranışlarını sergileyebilecekleri geniş ve uygun yaşam alanlarına sahip olmalıdır. Bu alanlar, hayvanların rahat etmeleri, serbest dolaşım yapabilmeleri ve otlama imkanına sahip olmaları için tasarlanır. Açık alanlar, otlaklar ve serbest dolaşım alanları, organik hayvanların sağlıklı bir şekilde yetişmesini destekler.

- Hastalık önleme ve tedavi: Organik hayvan yetiştiriciliğinde hastalık önleme ve tedavi, doğal yöntemlere dayanır. Önleyici sağlık programları uygulanır ve doğal yöntemlerle hastalıkların kontrol altına alınması hedeflenir. Organik veterinerlik uygulamaları, doğal tedavi yöntemleri ve bitkisel ilaçlar tercih edilir. Antibiyotik kullanımı, yalnızca hayvanın iyilik halini sağlamak için ve acil durumlarla sınırlıdır (Şengül ve Ürkek, 2013).

- Genetik kaynaklar: Organik hayvan yetiştiriciliğinde, genetik kaynakların korunması ve çeşitliliğin sürdürülmesi önemlidir. Genetik olarak modifiye edilmemiş, organik ırklar ve yerel ırklar tercih edilir. Bu, hayvanların doğal adaptasyon yeteneklerini korumalarını ve genetik çeşitlilik sağlamalarını sağlar (Daş ve ark., 2013).

Sürdürülebilirlik: Organik hayvan yetiştiriciliği, çevresel sürdürülebilirliği teşvik eder. Su ve enerji kaynaklarının verimli kullanımı, atık yönetimi ve karbon ayak izinin azaltılması gibi faktörlere önem verilir. Organik hayvan yetiştiriciliği, ekosistemlerin korunmasına ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesine katkıda bulunur.

Organik hayvancılığın amaçları

Organik hayvancılık, sağlıklı gıda üretimi, hayvan refahının korunması, çevresel sürdürülebilirlik ve doğal kaynakların korunması gibi amaçları bir araya getirerek tarımın daha sürdürülebilir ve dengeli bir şekilde yapılmasını sağlar (Tölü ve ark., 2020).

- Sağlıklı gıda üretimi: Organik hayvancılık, sağlıklı ve doğal besinlerin üretimini hedefler. Hayvanların organik yemlerle beslenmeleri ve doğal

yetiştirme koşullarında büyümeleri, daha sağlıklı et, süt, yumurta ve diğer hayvansal ürünlerin elde edilmesini sağlar.

- Hayvan refahını koruma: Organik hayvancılık, hayvanların doğal davranışlarını sergileyebilecekleri uygun yaşam koşullarını sağlamayı amaçlar. Hayvanların serbest dolaşım yapabildikleri, doğal barınaklarda ve otlatma alanlarında yaşamalarına olanak tanır. Hayvan refahı, stres faktörlerinin en aza indirilmesi ve uygun veteriner bakımın sağlanmasıyla desteklenir.

- Çevreye ve doğal kaynaklara saygı: Organik hayvancılık, toprak, su ve doğal ekosistemlerin korunmasına önem verir. Sentetik gübreler, pestisitler ve kimyasal ilaçların kullanımını sınırlar veya tamamen ortadan kaldırır. Bu yaklaşım, toprak verimliliğini artırır, su kirliliğini azaltır ve biyoçeşitliliği destekler.

- Antibiyotik ve hormon kullanımını sınırlama: Organik hayvancılık, antibiyotik ve hormon kullanımını minimum düzeye indirmeyi hedefler. Hayvanların sağlık sorunlarında alternatif doğal tedaviler kullanılır ve hastalıkların önlenmesi, hijyenik koşulların sağlanması ve doğal bağışıklığın desteklenmesi gibi önlemler alınır.

- Sürdürülebilirlik: Organik hayvancılık, sürdürülebilir bir tarım sistemi oluşturmayı amaçlar. Bu yaklaşım, doğal kaynakları korur, çevresel etkileri azaltır, erozyonu önler, su ve enerji verimliliğini artırır. Böylece gelecek nesiller için sağlıklı ve yaşanabilir bir evre sağlanır.

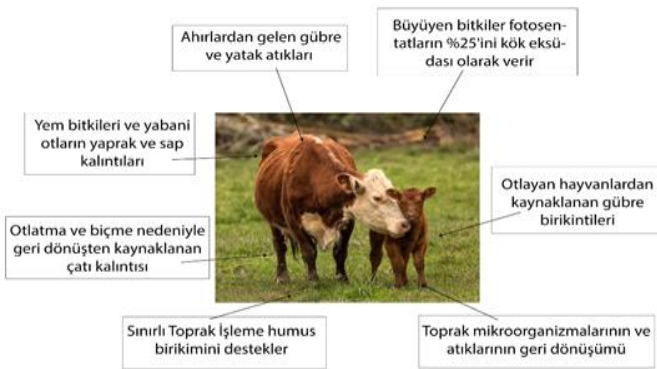
Organik tarımda hayvancılığın rolü

Organik iftlikler günümüzde nüfus sayımının küçümsenecek bir parçası değildir. Bu iftliklerin kararlılığı, çevrenin korunması, gıda güvenliği gibi kaygılardır. Hayvancılık sektörü, organik tarımın ayrılmaz bir parçasıdır. Kırsal ekonominin ve hayvansal ürünlere olan talebin sürdürülebilirliğini içeren bir sistemdir. Organik tarımda hayvancılık, sürdürülebilirlik, toprak sağlığı, doğal kaynakların kullanımı ve ekosistem dengelemesi gibi alanlarda önemli bir rol oynar (T l  ve ark., 2020). Bu nedenle, organik tarım uygulamalarında hayvancılığa  zen gösterilmesi ve hayvanların doğal ihtiyaçlarının karşılandığı sağlıklı bir ortamın sağlanması büyük önem taşır.

Organik hayvancılık üretim sistemleri, gıda ve hayvansal ürünlerin bir arada güvenlik ve sürdürülebilir üretim açısından bir dizi hedefe ulaşılmıştır. Süt, et, yumurta ve lif üretimini artırarak çevreye verilen zararı en aza indirir. Organik hayvancılık yoluyla hayvan refahı, biyoçeşitlilik ve çevresel faydalar üretim sistemlerinin organik tarımda ve hayvancılıkta kilit rolleri şunlardır;

1. Besinlerin iç akışı olarak işlev görür.

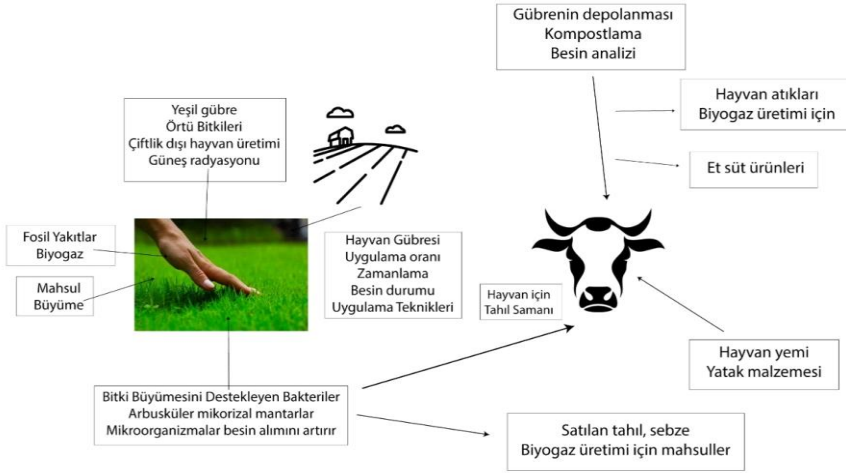
Organik tarımda hayvancılık, hem besinlerin iç akışını sağlamak hem de gübre üretimi için önemli bir işlev görür. Besinlerin iç akışı olarak, hayvanlar bitki bazlı materyalleri tüketerek bunları enerjiye ve besinlere dönüştürür. Organik tarımda hayvanlar organik yemlerle beslenir ve bu yemler bitki bazlı olup genellikle sentetik gübreler, pestisitler veya GDO'lar içermez. Hayvanlar, bu organik yemleri sindirerek büyür ve organik et, süt, yumurta ve diğer hayvansal ürünler üretirler. Daha sonra, hayvanların atıkları ve dışkıları doğal gübre olarak kullanılır. Bu gübreler, organik tarım alanlarında toprağın besin maddesi ihtiyacını karşılamak için kullanılır. Hayvan gübresi, toprağın organik madde içeriğini artırır, su tutma kapasitesini artırır ve toprak verimliliğini iyileştirir. Aynı zamanda, hayvan gübresi doğal bir besin kaynağıdır ve topraktaki mikroorganizmaların aktivitesini teşvik eder. Mikroorganizmalar, gübrenin ayrışmasını sağlar ve bitkilerin besin maddelerini daha kolay emmelerine yardımcı olur. Hayvancılığın gübre üretimi, organik tarımda döngüsel bir yaklaşımı destekler. Bitkiler, hayvanların organik gübreleriyle beslenir ve büyür. Sonra, hayvanların atıkları tekrar toprağa geri dönerek yeni bitki üretimine katkıda bulunur. Bu şekilde, organik tarımda hayvancılık, besinlerin iç akışını sağlar ve gübre üretimine katkıda bulunur. Besinler bitkilerden hayvanlara, hayvanlardan tekrar bitkilere geçerken, doğal bir döngü oluşturulur ve kaynaklar daha sürdürülebilir bir şekilde kullanılır. Çiftlik hayvanları organik elde edilen yemlerle beslenir ve bu da organik besin geri dönüşümünü sağlar (Soyergin, 2003). (Şekil 1) (Kuepper ve Beetz, 2006).



Şekil 1: Evde yetiştirilen yem sistemi: organik maddenin bir meradaki besin ağına katkıları.

2. Organik tarımda hayvancılık, gıda güvenliği ve gıda güvencesine yardımcı olur. Organik tarımda hayvanlar, doğal ve organik yemlerle beslenir. Bu yemlerin kullanımı, sentetik kimyasalların ve pestisitlerin hayvanlara geçişini önler. Hayvanların organik yemlerle beslenmeleri, et, süt, yumurta ve diğer hayvansal ürünlerin daha sağlıklı ve doğal olmasını sağlar. Organik tarımda hayvanların antibiyotik ve hormon kullanımı sınırlanır veya tamamen yasaklanır. Bu yaklaşım, antibiyotik direncinin önlenmesine ve hormonların insan sağlığı üzerindeki olası etkilerinin azaltılmasına yardımcı olur. Bu da gıda güvenliğini ve tüketicilerin sağlığını korur. Organik tarımda hayvancılık, gıda kaynaklarının çeşitliliğini artırır. Organik tarımda yetiştirilen hayvanlar, organik et, süt, yumurta, peynir gibi hayvansal ürünlerin yanı sıra gübre ve kompost üretimine de katkıda bulunur. Bu, tüketicilere daha fazla çeşitlilik sunar ve gıda güvencesini artırır. Organik tarımda hayvancılık, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımına katkıda bulunur. Bu şekilde, organik tarımda hayvancılık, sağlıklı ve doğal besinlerin üretimine katkıda bulunarak gıda güvenliği ve gıda güvencesini destekler. Tüketiciler organik hayvansal ürünlere güvenebilir ve sağlıklı bir beslenme sağlama konusunda daha fazla güvenceye sahip olurlar.

3. Organik tarımda hayvancılık, ekilebilir tarım sistemine yardımcı olur. Organik tarımda hayvancılık, hayvan gübresi ve atıklarının toprağa geri dönmesini sağlar. Hayvan gübresi, toprağın organik madde içeriğini artırır, toprak yapısını iyileştirir ve su tutma kapasitesini artırır. Bu, toprak verimliliğini artırır ve bitki büyümesini destekler. Doğal gübre kaynağı olarak kullanılır. Hayvanların atıkları ve dışkıları, organik tarım alanlarında veya kompost yapımında doğal gübre olarak değerlendirilir. Bu gübreler, bitkilerin besin ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılır ve sentetik gübre kullanımını azaltır. Hayvancılık, zararlı böcek ve hastalıkların kontrolünde yardımcı olur. Örneğin, bazı hayvanlar doğal yollarla böcekleri yiyebilir ve böcek popülasyonlarının kontrolünü sağlar. Ayrıca hayvan gübresi ve kompost kullanımı, topraktaki yararlı mikroorganizmaların aktivitesini artırarak bitkilerin doğal direncini güçlendirir. Organik tarımda hayvancılık, tarla rotasyonu ve entegre tarım sistemlerinin bir parçası olarak kullanılabilir. Tarla rotasyonu, bitkilerin ve hayvanların dönüşümlü olarak yetiştirildiği bir sistemdir. Hayvanlar, tarım alanlarında bitki artıklarını tüketebilir ve bu şekilde toprakta birikmesini önler. Aynı zamanda, hayvanların otlaması veya karma tarım uygulamalarıyla bitkisel üretim sistemlerine katkıda bulur. Bu nedenlerle, organik tarımda hayvancılık, ekilebilir tarım sistemlerini destekler ve sürdürülebilir bir tarım modeli oluşturur. Hayvanların doğal gübreleri, bitki yetiştirme sürecinde toprak verimliliğini artırır ve bitki sağlığını destekler. Ayrıca, hayvanların tarla rotasyonu ve entegre tarım sistemlerinde kullanılması, ekosistem denge ve çeşitliliğini teşvik eder (Kayışoğlu ve Türksoy, 2023). Organik üretimde doğal çiftlik kaynaklarının kullanımı Şekil 2’de verilmiştir (Arthurson ve Jäderlund, 2011).



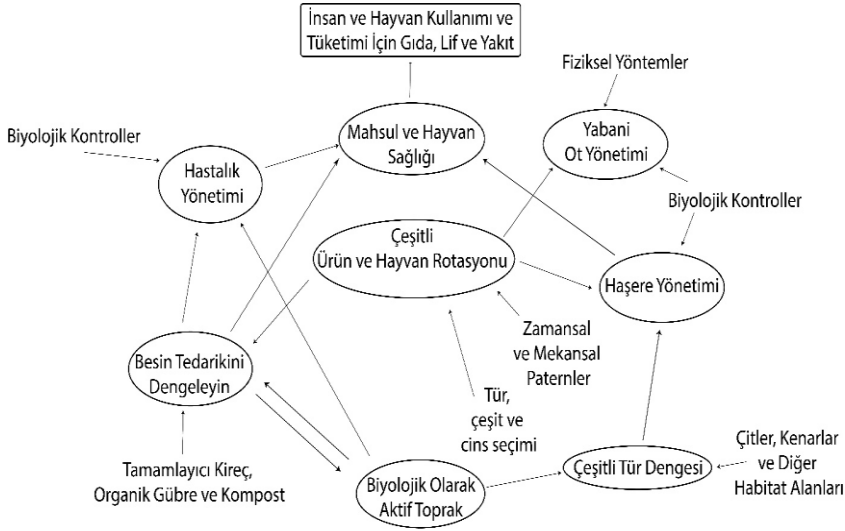
Şekil 2: Düşük girdili organik tarımda yüksek enerji verimliliğini teşvik etmek için doğal çiftlik kaynaklarının kullanımı.

4. Organik tarımda hayvancılık agroekolojik sistemin dengelenmesine yardımcı olur. Doğal gübreleme, biyolojik çeşitlilik, zararlı kontrolü ve su-enerji yönetimi gibi faktörler, agroekolojik prensiplerin uygulanmasına katkıda bulunur ve sürdürülebilir bir tarım sistemi oluşturur. Organik tarımda hayvanlar, bitki bazlı materyalleri tüketir ve bunları enerjiye ve besinlere dönüştürür. Hayvanların atıkları, gübresi ve dışkıları doğal gübre olarak kullanılır. Bu gübreler, toprağa geri dönerek besin döngülerini sürdürür ve toprak verimliliğini artırır. Doğal gübreleme süreci, topraktaki organik madde miktarını artırır, toprak yapısını iyileştirir ve mikroorganizma aktivitesini teşvik eder. Böylece, bitkiler için sağlıklı bir besin kaynağı sağlanır ve toprak verimliliği artar.

Organik tarımda hayvancılık, biyolojik çeşitliliği ve ekosistem dengeyi destekler. Hayvanların otlaması veya serbest dolaşım alanlarında beslenmesi, çevredeki bitki çeşitliliğinin korunmasına katkıda bulunur. Hayvanların doğal yaşam alanlarına uygun koşulların sağlanması, doğal yaşamın çeşitliliğini destekler. Bu da zararlı böcek ve hastalık kontrolünde doğal düşmanların varlığını teşvik eder ve ekosistemde dengeyi korumaya yardımcı olur.

Hayvancılık, zararlıların doğal kontrolüne katkıda bulunur. Bazı hayvanlar zararlı böcekleri veya otçul böcekleri yiyerek zararlı popülasyonlarını kontrol altına alır. Bu, sentetik pestisit kullanımını azaltır ve doğal dengeyi korur. Pestisit kullanımının azalması, toprak, su ve hava kalitesinin iyileşmesine katkıda bulunur ve doğal yaşamın korunmasını destekler (Dubeuf ve ark., 2018).

Hayvancılık, su ve enerji yönetiminin sürdürülebilirliğini destekler. Hayvanların doğal otlaklarda veya serbest dolaşım alanlarında beslenmesi, su kaynaklarının etkin kullanımını teşvik eder. Ayrıca, organik tarımın genel prensipleri olan enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı da sağlanır (Şekil 3) (Reganold ve Wachter, 2016).

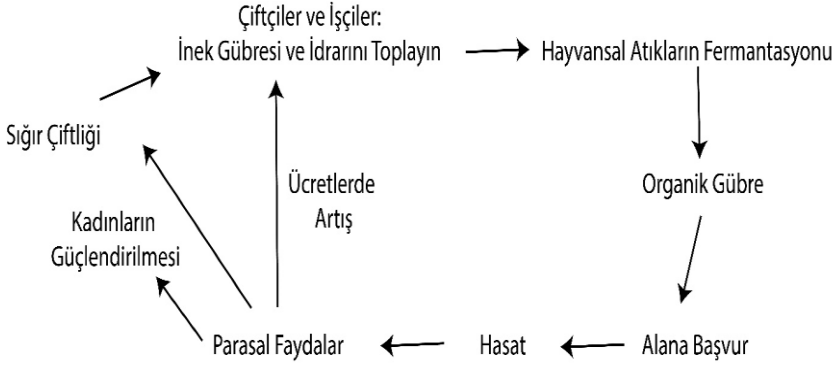


Şekil 3: Agroekolojik sistemde hayvancılığın rolü. (Reganold ve Wachter 2016'dan uyarlanmıştır)

5. Toprak işleme ve yabancı ot kontrol maliyetlerini azaltır. Organik tarımda hayvancılığın toprak işleme ve yabancı ot kontrol maliyetlerini azaltması birkaç faktöre bağlı olarak gerçekleşir. Organik gübrelerin kullanımı, sentetik gübrelerin alınmasını ve maliyetini azaltır. Aynı zamanda, organik gübrelerin uzun vadeli etkisi sayesinde toprak verimliliği artar ve daha az toprak işleme gereksinimi ortaya çıkar. Organik tarımda hayvancılık, yeşil gübreleme olarak bilinen bir yöntemdir. Bu yöntemde, yem bitkileri veya yeşil örtü bitkileri, tarla üzerinde yetiştirilir ve sonrasında toprağa gömülerek organik madde kaynağı oluşturur. Bu, toprak yapısını iyileştirir, besin maddesi içeriğini artırır ve yabancı otların büyümesini engeller. Yeşil gübreleme yöntemi, toprak işleme maliyetlerini azaltır ve aynı zamanda yabancı otlarla mücadelede doğal bir yöntem sağlar. Organik tarımda hayvanların otlama alanlarına uygun yönetimi, yabancı ot kontrolünü destekler. Hayvanlar, otlaklarda yabancı otları tüketerek doğal bir yabancı ot kontrolü sağlarlar. Ayrıca, doğal otlak yönetimi, yabancı otların yayılmasını engeller ve toprak üzerinde rekabet avantajı sağlayarak yabancı ot miktarını azaltır. Organik tarımda hayvancılık, tarım işletmelerinde

daha zekice tarım planlamasını teşvik eder (Aydın ve Aktürk, 2019). Örneğin, uygun rotasyon planlaması yaparak yabancı ot baskısını azaltabilir ve toprak işleme ihtiyacını minimize edebilirsiniz. Aynı zamanda, hayvan gübresi kullanımını ve yeşil gübreleme yöntemlerini etkili bir şekilde entegre ederek maliyetleri düşürülebilir.

6. Organik tarımda hayvancılığın finansal riskleri azaltması, daha yüksek gelir potansiyeli, uzun vadeli planlama, doğal kaynak kullanımı ve destekleyici politikalar gibi faktörlerden kaynaklanır. Organik tarım ürünleri, sağlıklı ve doğal ürünlere olan talep nedeniyle genellikle daha yüksek fiyatlarla satılmaktadır. Organik hayvancılık da bu talebe yanıt vererek organik et, süt, yumurta gibi ürünler üretir. Bu, organik tarım işletmelerine daha iyi bir pazarlama avantajı sağlar ve ürünlerini daha yüksek fiyatlarla satabilmelerine yardımcı olur. Bu durum, finansal riskleri azaltır ve işletmenin karlılığını artırır. Organik tarım, uzun vadeli bir planlama gerektirir. Bu, organik hayvancılığın finansal riskleri azaltmasına yardımcı olur. Örneğin, organik hayvan yetiştiriciliği için organik yem yetiştirme, otlatma alanlarının planlanması, gübreleme stratejileri gibi faktörler uzun vadeli planlama gerektirir. Bu planlama, işletmeye istikrarlı bir gelir akışı sağlar ve finansal riskleri azaltır. Organik tarım, sentetik gübrelerin ve pestisitlerin kullanımını sınırlar veya tamamen ortadan kaldırır. Bunun yerine, doğal kaynaklardan elde edilen gübreler, doğal yollarla zararlıların kontrolü gibi yöntemler kullanılır. Bu, girdi maliyetlerini düşürür ve finansal riskleri azaltır. Ayrıca, organik hayvan besleme yöntemleri de girdi maliyetlerini kontrol altında tutar ve işletmenin karlılığını artırır. Birçok ülkede organik tarımı teşvik eden destekleyici politikalar bulunmaktadır (Kurtar ve Ayan, 2014). Bu politikalar, organik tarım işletmelerine finansal teşvikler, hibe programları, vergi avantajları gibi destekler sunar. Bu destekler, organik hayvancılık işletmelerinin finansal risklerini azaltır ve işletme sürdürülebilirliğini destekler (Şekil 4) (Cukkemane, 2016).



Şekil 4: Hayvancılık ve organik tarım uygulamalarını birleştirerek Hindistan'da kırsal kalkınma için sosyo-ticari tarımsal biyoteknoloji modeli.

Organik tarımda hayvan refahı

Organik tarımda hayvan refahı, hayvanların doğal davranışlarını sergileme imkanı buldukları, sağlıklı ve stressiz bir ortamda yetiştirilmesini sağlamayı hedefler. Organik tarımda hayvan refahını desteklemek için benimsenen bazı önlemler alınır (Kara ve Koyuncu, 2011). Bunlar;

- Yaşam alanı: Organik tarımda hayvanlar için uygun yaşam alanları sağlanır. Bu alanlar, hayvanların doğal davranışlarını sergileyebilecekleri, hareket etme özgürlüğüne sahip oldukları ve rahat ettikleri ortamları içerir. Hayvanlar, açık alanlarda otlama yapma imkanına sahip olabilir veya serbest dolaşım alanlarında gezebilir.

- Beslenme: Organik tarımda hayvanlar, doğal ve dengeli bir beslenme programına tabi tutulur. Organik yemler kullanılır ve hayvanların ihtiyaç duydukları tüm besin maddeleri sağlanır. Hayvanlar, hormonlar veya genetik olarak değiştirilmiş organizmalar gibi yapay maddelerden uzak tutulur.

- Hastalık önleme ve tedavi: Organik tarımda hayvan sağlığına öncelik verilir. Önleyici sağlık programları uygulanır ve doğal yöntemlerle hastalıkların önlenmesi hedeflenir. Hayvanlar, doğal immün sistemlerini güçlendirecek sağlıklı yaşam koşullarında yetiştirilir. Hastalık durumunda, organik veterinerlik uygulamaları ve doğal tedavi yöntemleri tercih edilir.

- Stres ve sıkışıklık önleme: Organik tarımda hayvanların stres seviyeleri düşük tutulmaya çalışılır. Hayvanların doğal davranışlarını sergileyebilecekleri geniş ve ferah alanlar sağlanır. Ayrıca, hayvanların sosyal ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri grup veya sürü halinde yaşamaları teşvik edilir.

- İnsan-hayvan ilişkisi: Organik tarımda hayvanlarla etkileşimde insan-hayvan ilişkisi önemlidir. Hayvanlara sevgi, saygı ve dikkat gösterilir. İşletme sahipleri ve çalışanlar, hayvanların ihtiyaçlarına duyarlılık gösterir ve hayvanlara şefkatli bir şekilde davranır.

Türkiye’de organik hayvancılık üretim standartları

Türkiye’de organik hayvan üretimine ilişkin standartlar ve yönetmelikler, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından belirlenmektedir. Organik hayvan üretimi ile ilgili en güncel yönetmelik "Organik Tarım Yönetmeliği"dir. Yönetmeliğin tam adı "Organik Tarımın Esasları ve Uygulama İlkeleri Hakkında Yönetmelik"tir. Bu yönetmelik, organik tarımın tüm alanlarını kapsamaktadır, bu nedenle organik hayvancılığa da uygulanır.

Organik Tarım Yönetmeliği’nde organik hayvan üretimiyle ilgili aşağıdaki konular ele alınmaktadır:

1. Hayvan Besleme:
 - Organik hayvanların yemleri ve yem katkı maddeleri
 - Organik yem hammaddelerinin yetiştirilmesi ve kullanımı
2. Hayvan Refahı:
 - Hayvan barınakları ve yaşam alanları
 - Hayvanlara doğal davranışlarını sergileme imkanı sağlama
3. Hastalık Kontrolü ve Sağlık:
 - Hastalık önleme ve tedavi yöntemleri
 - Veteriner hizmetler ve müdahaleler
4. Antibiyotik ve Hormon Kullanımı:
 - Antibiyotiklerin kullanımı ve sınırlamaları
 - Büyüme hormonlarının kullanımının yasaklanması
5. Denetim ve Sertifikasyon:
 - Organik hayvan üretimi yapan işletmelerin sertifikasyonu
 - Denetim ve kontrol mekanizmaları

Organik Tarım Yönetmeliği’nde belirtilen kurallar ve gereklilikler, organik hayvancılık üretiminde uyulması gereken standartları ve prosedürleri belirlemektedir. Yönetmelik, organik tarım sertifikası almak için gereken şartları da içermektedir. Bu nedenle organik hayvancılık yapmak isteyen işletmeler, yönetmeliğin gerekliliklerini yerine getirmeli ve denetimlerden geçerek organik tarım sertifikası almalıdır.

Organik hayvancılık gereklilikleri

Organik sertifikasyon, organik çiftlik hayvanlarının USDA (United States Department of Agriculture - Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı) veya diğer ilgili yetkili kurumlar tarafından belirlenen organik standartlara uygun olarak yetiştirildiğini doğrular. Bu sertifikasyon süreci, organik çiftlik hayvanlarının yaşamları boyunca organik yönetmeliklere uygun olarak yetiştirildiğini belgelemek amacıyla gerçekleştirilir.

Organik çiftlik hayvanları, organik tarım yönetmeliklerine uygun olarak yetiştirilmeli ve organik sertifikasyonun gerektirdiği özelliklere sahip olmalıdır. Bunlar arasında şunlar yer alır:

- Genetik Mühendislik ve İyonlaştırıcı Radyasyon: Organik çiftlik hayvanları, genetik mühendislik veya iyonlaştırıcı radyasyon kullanılmadan üretilmelidir. Genetik olarak değiştirilmiş organizmalar (GDO'lar) veya bu tür teknikler kullanılarak elde edilen hayvanlar organik kabul edilmez.

- Çevresel Sürdürülebilirlik: Organik çiftlik hayvanları, doğal kaynakları koruyacak ve biyoçeşitliliği destekleyecek şekilde yönetilmelidir. Su kaynakları, toprak sağlığı, habitat koruması gibi çevresel faktörlere özen gösterilmelidir.

- Ulusal İzinli ve Yasaklı Maddeler: Organik çiftlik hayvanları, organik tarım yönetmeliklerinde belirtilen ulusal izinli ve yasaklı maddeler listesine göre yönetilmelidir. Bu kapsamda, sentetik gübreler, kimyasal pestisitler, büyüme hormonları gibi maddelerin kullanımı sınırlıdır veya tamamen yasaktır.

- Sertifikasyon ve Denetim: Organik çiftlik hayvanlarının yetiştirildiği işletme, USDA ulusal organik programı veya ilgili organik sertifikasyon kuruluşu tarafından yetkilendirilmiş bir sertifika kuruluşu tarafından düzenli olarak denetlenmelidir. Bu denetimler, organik tarım standartlarına uygunluğun kontrol edilmesini sağlar ve organik tarım sertifikası almayı mümkün kılar (Ayyıldız ve Tosun, 2012).

Organik sertifikasyon süreci, organik çiftlik hayvanlarının organik tarım standartlarına uygun olarak yetiştirildiğini belgeleyerek tüketicilere güvence sağlar ve organik ürünlerin güvenilirliğini temsil eder.

Sonuç

Organik hayvan besleme, doğal ve sürdürülebilir tarım yöntemlerini kullanarak hayvanların sağlığını ve refahını en üst düzeyde tutmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, hayvanlara organik sertifikalı yemlerle beslenme, serbest dolaşım sağlanabilen meralarda otlatma, ilaç kullanımının minimize edilmesi ve hayvan refahının önemi gibi prensipleri içermektedir. Organik hayvancılık, hem hayvanların sağlığını ve refahını koruyarak hem de çevreye

daha az zarar vererek sürdürülebilir bir tarım sistemini teşvik etmektedir. Bu yaklaşım, doğal kaynakların korunması, kimyasal kullanımının azaltılması ve daha sağlıklı gıdaların üretilmesi amacını taşımaktadır. Bu çalışma, organik hayvancılığın amaçları, organik tarımda hayvancılığın rolü, organik tarımda hayvan refahı, Türkiye'de organik hayvancılık üretim standartları ve organik hayvancılık gereklilikleri gibi konuları ele almaktadır. Organik hayvancılık, sağlıklı ve sürdürülebilir bir tarım sistemi olarak çiftliklerin belirli organik sertifikalara sahip olması gereken bir denetim sürecine tabidir. Sonuç olarak, organik hayvan yetiştiriciliği, hem hayvanların sağlığını ve refahını koruyarak hem de çevreye duyarlı bir şekilde tarım yapmayı hedefler.

KAYNAKLAR

- Anonim (2023). Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik. Tarım ve Orman Bakanlığı, Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik, Ankara. Erişim 20.06.2023. <https://www.mevzuat.gov.tr/anasayfa/MevzuatFihristDetayIframe?MevzuatTur=7&MevzuatNo=14217&MevzuatTertip=5>
- Arthurson, V., Jäderlund, L. (2011). Utilization of natural farm resources for promoting high energy efficiency in low-input organic farming. *Energies*, 4(5): 804-817.
- Aydın, B., Aktürk, D. (2019). Türkiye’de organik tarım ve illerin organik tarım açısından kümeleme analizi ile değerlendirilmesi. In *Academic Studies, Agriculture Sciences*, 2019/2, p. 111.
- Ayyıldız, T., Tosun, H. (2012). Organik süt sığırcılığı-organik dairy farming. *Celal Bayar University Journal of Science*, 8(1): 47-60.
- Cukkemane, A. (2016). Socio-commercial agri-biotech model for rural development in India by combining livestock and organic farming practices. *Journal of Advanced Research in Biotechnology*, 1(1): 1-4.
- Çavdar, Y. (2003). Organik tarıma genel bir bakış ve organik su ürünleri yetiştiriciliği. *Aquaculture Studies*, 2003(2).
- Daş, H., Kalkışım, Ö., Bayram, B., Aksakal, V. (2013). Genetik çeşitlilik ve ekosistem açısından organik tarım ve hayvancılık. Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi 25-27 Eylül 2013 Samsun, ss. 262-267.
- Dubeuf, JP., Morales, FDAR., Guerrero, YM. (2018). Evolution of goat production systems in the Mediterranean basin: Between ecological intensification and ecologically intensive production systems. *Small Ruminant Research*, 163, 2-9.
- Ermiş, S., Yanmaz, R. (2015). Türkiye’de Organik Tohum Sertifikasyonu. Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi (6-9 Ekim 2015, Pazar/Rize).
- Kara, N. K., Koyuncu, M. (2011). Organik süt sığırcılığı ve refah. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1): 165-173.
- Karaağaç, F. 2009. AB Uyum Sürecinde Ülkemizde Hayvan Refahı-Veteriner hekimler odası dergisi.
- Kayıoğlu, Ç., Türksoy, S. (2023). Tarımda Sürdürülebilirlik ve Gıda Güvenliği. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(1): 289-303.
- Kuepper, G. L., & Beetz, A. E. (2006). Pastures: Going Organic. *NCAT Agriculture Specialists*.
- Kurtar, ES., Ayan, AK. (2004). Organik tarım ve Türkiye’deki durumu. *J. of Fac. of. Agric., OMU*, 19(1): 56-64.
- Okuyucu, BR., Okuyucu, F. (2006). Çayır-meralarda organik tarım uygulamaları ve yararları. *Hayvansal Üretim*, 47(1).

- Reganold, JP., Wachter, JM. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature plants*, 2(2): 1-8.
- Soyergin, S., 2003. Organik tarımda toprak verimliliğinin korunması, gübreler ve organik toprak iyileştiricileri. Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yalova, s.33.
- Şengül, M., Ürkek, B., 2013. Organik Süt. Sidas Medya Ltd. Şti. İzmir, 86 s.
- Taçbaş, E., Baydan, E. (2018). Organik hayvan yetiştiriciliğinde hastalıkların sağaltımında kullanılabilecek maddeler. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 58(2), 117-122.
- Tölü, C., Akbağ, Hİ., Yurtman, İ., Savaş, T. (2020). Türkiye’de organik hayvancılık: felsefe ve uygulama. *Hayvansal Üretim*, 61(1): 73-81.
- Vale, P.S., Lien, G., Flaten, O., Koesling, M., Ebbesvik, M. 2007. Herd health and health management in organic versus conventional dairy herds in Norway. *Livest Sci*, 112, 123-132.
- Yanmaz, R., Saygılı, S. (2015). Organik tohumda kalitenin iyileştirilmesi. Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi (6-9 Ekim 2015, Pazar/Rize), 147.



Su Kaynaklarında Mikroplastik Kirliliğine Genel Bakış

Pınar Yıldırım¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Bölümü, ORCID: 0000-0002-7182-4862

1. Giriş

Plastiklerin yaygın kullanımı ve maliyet avantajları, özellikle gelişmekte olan ülkelerde plastik tüketimini önemli ölçüde artırmıştır (Shruti vd., 2020). Endüstriyel üretim süreçlerinde kullanılan plastik katkı maddeleri plastiklerin dayanıklılığını artırır ve bu malzemelerin doğada uzun süre bozulmadan kalmasını sağlar (Crawford ve Quinn, 2017). Günlük hayatımızın her alanında yer alan plastikler çevre için kirletici unsurlardandır (Cassio vd., 2022). Teknolojinin hızlı gelişimi, plastik üretimindeki artış ve kontrolsüz kullanım, sürdürülebilirliği tehdit ederek çevresel sorunların artmasına neden olmaktadır (Walker,2023). Doğada parçalanması uzun süren plastiklerin besin zincirine katılmaları canlılar için önemli tehdit oluşturmaktadır. Plastiklerin parçalanması ile oluşan mikroplastikler doğal yaşama etkileri nedeniyle güncel bir araştırma konusuhaline gelmiştir. Mikroplastikler, 1 µm ile 5 mm arasında değişen boyutlara sahip polimerik parçacıklardır olarak tanımlanmaktadır (Andrady, 2011; Bouwmeester vd. 2015; Kaya, 2022). Mikroplastiklerin çevresel davranışlarını, taşınım özelliklerini ve canlılarla etkileşimlerini anlamak açısından literatürde genel olarak ekosistem kaynaklarına, şekillerine ve renklerine göre sınıflandırılmaktadır. Ekosistem kaynaklarına göre mikroplastikler, birincil ve ikincil mikroplastikler olarak iki gruba ayrılmaktadır (Smith vd. 2018). Birincil mikroplastikler, endüstriyel amaçlarla doğrudan mikroskobik boyutta üretilen plastiklerdir. İkincil mikroplastikler ise daha büyük plastik ürünlerin çevresel koşullar (güneş ışığı, rüzgar, yağmur, dalga hareketleri,UV, mekanik aşınma) nedeniyle parçalanması sonucu oluşurlar (Andrady, 2011; Murphy vd. 2017).

Şekillerine göre ise mikroplastikler, Parçacık (Fragment), Lif (Fiber/Filament), Film, Boncuk (Bead/Sphere), Köpük (Foam), Pelet (Pellet) olarak sınıflandırılırlar (Hidalgo-Ruz vd, 2012). Tablo 1’de şekillerine göre mikroplastik kaynakları ve etkileri sunulmuştur. Mikroplastikler farklı üretim süreçlerinden ve kullanım alanlarından kaynaklandığı için çeşitli renklere sahiptirler. Renk, mikroplastığın çevrede ne kadar süre kaldığını, hangi sektörden kaynaklandığını ve sucul canlılar tarafından nasıl algılandığını belirlemede ipuçları sunar (Desforges vd., 2015; Botterell vd., 2019).

Mikroplastikler renklerine göre literatürde Şeffaf/Beyaz, siyah, mavi, kırmızı, yeşil, sarı/turuncu, kahverengi/gri olarak sınıflandırılmaktadır. Tablo 2’ de renklerine göre mikroplastik kaynakları ve etkileri sunulmuştur. Bu özellikler,

mikroplastiklerin çevresel yayılımını ve biyolojik etkileşimlerini büyük ölçüde etkilemektedir (Rochman vd., 2013).

Mikroplastiklerin tespiti için çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy), Raman spektroskopisi, Mikroskopik görüntüleme teknikleri olarak uygulanmaktadır (Hidalgo-Ruz vd., 2012). Gözle görülemez boyutlarda ve mikroskop altında incelenebilen mikroplastiklerin özellikle insan sağlığı üzerine oluşturduğu riskler, birçok bilim insanı tarafından halen araştırma konusudur (Dekiff vd. 2014). Plastik üretiminin artması, bu materyalin çevresel ortamlara kontrolsüz şekilde yayılmasına neden olmuştur (Geyer vd., 2017). Bu derleme çalışması ile mikroplastiklerin su kaynaklarına ulaşma yolları, çevresel dağılımları, canlılar üzerindeki etkileri ve çözüm önerileri incelenmiştir. Böylece çevresel uygulamaların gözden geçirilmesi aşamalarında temiz ve sağlıklı su kaynaklarının kullanımına yönelik tüketicilerin bilinçlendirilmesine katkı sunulmuştur.

2. Mikroplastiklerin Su Kaynaklarındaki Dağılımları

Tablo 1. Şekillerine göre mikroplastik kaynakları ve etkileri

Şekil Türü	Tanım	Kaynakları	Çevresel Etkiler	Literatür
Parçacık (Fragment)	Düzensiz, keskin kenarlı kırık plastik parçalar	Ambalaj atıkları, kırılmış plastik ürünler	Sucul canlılar tarafından yutulabilir, sindirim sistemine zarar verebilir	Hidalgo-Ruz vd., 2012
Lif (Fiber)	Uzun, ince, iplik benzeri mikroplastikler	Sentetik tekstiller, çamaşır suyu, balık ağları	Zooplanktonlar ve küçük balıklar tarafından yutulabilir; solungaçlara takılabilir	Cole vd., 2011
Film	İnce, düz, esnek plastik katmanlar	Plastik poşetler, tarımsal örtüler, ambalaj filmleri	Organizmaların bağırsak duvarına yapışarak sindirim sorunlarına yol açabilir	Eerkes-Medrano vd., 2015
Boncuk (Bead)	Küresel veya oval, düzgün yüzeyle parçacıklar	Kozmetikler (yüz temizleyici, diş macunu), endüstriyel ürünler	Besin zannedilerek yutulabilir, toksik maddeleri adsorbe edebilir	Fendall ve Sewell, 2009
Köpük (Foam)	Süngerimsi, hafif ve gözenekli yapı	Polistiren köpük, gıda paketiye malzemeleri	Rüzgarla kıyılara taşınabilir, küçük canlılar tarafından barınak olarak kullanılabilir	Hidalgo-Ruz vd., 2012
Pelet (Pellet)	Endüstriyel plastik hammadde tanecikleri	Plastik üretim tesisleri, taşımada dökülen peletler	Deniz kuşları ve balıklar tarafından besin sanılarak yutulabilir; kimyasal taşıyıcı olabilir	Rochman vd., 2013

Tablo 2. Renklerine göre mikroplastik kaynakları ve etkileri

Renk	Olası Kaynaklar	Çevresel Önemi ve Etkileri	Literatür
Şeffaf/Beyaz	Ambalaj malzemeleri, plastik torbalar, gıda ambalajları	Zamanla güneş ışığında solmuş plastiklerdir; balık ve zooplanktonlar tarafından kolaylıkla yutulabilir	Hidalgo-Ruz vd., 2012
Siyah	Lastik parçaları, kablo kaplamaları, otomotiv sanayi atıkları	Doğal ortamda zor fark edilir; analizlerde tespiti zordur; genellikle karbon katkılıdır ve toksik kimyasallar taşıyabilir	Rochman vd., 2013
Mavi	Giyim tekstilleri, balık ağları, denizcilik ürünleri	Denizde yaygın; planktonla karıştırılabilir; kuşlar ve balıklar tarafından sıkça yutulur	Lusher vd., 2017
Kırmızı	Oyuncaklar, ambalaj ürünleri, plastik kapaklar	Renkli olduğu için dikkat çeker; bazı organizmalar tarafından seçici şekilde yutulabilir; pigmentlerden dolayı toksik olabilir	Botterell vd., 2019
Yeşil	Tarım ürünleri (sera örtüsü), şişe kapakları	Deniz kaplumbağaları gibi bazı türler yeşil mikroplastikleri deniz yosunu sanarak tüketebilir	Desforges vd., 2015
Sarı/Turuncu	Oyuncak, inşaat malzemeleri, boyalı plastik yüzeyler	Göz alıcı renkleriyle dikkat çeker; özellikle kuş türleri tarafından kolaylıkla yutulabilir	Boerger vd., 2010
Kahverengi/Gri	Uzun süreli çevresel maruziyete bağlı solmuş plastikler	Renk değişimi, eskime sürecini gösterir; bu türler genellikle çevrede daha uzun süre kalmış mikroplastiklerdir	Andrady, 2011

Tablo 3. Dünyada tatlı ve tuzlu su ortamlarında mikroplastik birikimi ile ilgili yapılan bazı çalışmalar

Ülke	Tür	Mikroplastik Bolluğu	Şekil	Boyut	Renk	Referans
Almanya	Şişelenmiş Su			5- 20 μm		Schymanski vd., 2018
Danimarka	Musluk suyu				mavi,pembe ve siyah	Strand vd.,2018
Çin	Yüzey Suları	$3208 \pm 1540 \text{ n/m}^3$				Di, M. vd., 2018
Umman Körfezi	Yüzey Suları	$0,49 \pm 0,43 \text{ parçacık} \cdot \text{m}^{-3}$	Lifler		Beyaz, mavi ve kırmızı	Aliabad vd., 2019
Çek Cumhuriyeti	Ham ve arıtılmış içme suyu	1473 ± 34 ile $3605 \pm 497 \text{ parçacık L}^{-1}$	Polietilen tereftalat, polipropilen ve polietilen	1–10 μm		Pivokonsky, M. vd., 2018
Belçika	Kıyı Suları	$390 \text{ parçacık kg}^{-1}$	lifler,granüller	38 μm – 1 mm		Claessens, M., vd., 2011
Arap Körfezi	Kıyı Suları	$4,38 \times 10^4$ ile $1,46 \times 10^6 \text{ parçacık km}^{-2}$	Lifler	1-5 mm	Mavi	Abayomi vd., 2017
Portekiz	Kıyı Suları		Lifler ve parçalar		Kırmızı, yeşil, mavi ve siyah	Frias, J.vd., 2018
Portekiz	Antuã Nehri Suyu	$5,8-51,7 \text{ mgm}^{-3}$ ile $71-1265 \text{ parçacık}^{-3}$ arasında	Polietilen ve polipropilen			Rodrigues, M. O. vd., 2018
Kanada	Ontario Gölü	20 ile 27.830 kg^{-1}				Ballent, A vd., 2016
İtalya, Venedik	Lagün Suyu	2175 ile 672 kg^{-1}	Polietilen ve polipropilen	$\leq 1 \text{ mm}$		Vianello vd., 2013
ABD	Laurentian Büyük Gölleri	$43 \pm 115.519 \text{ parçacık/km}^2$				Eriksen vd., 2013
Moğolistan	Hovsgol Göl Suları	$20.264 \text{ parçacık km}^3$	Parçalar			Free vd.,2014
Kuzey Batı Akdeniz	Deniz Suyu	$>0,36 \text{ parçacık/m}^2$	Filamentler, polistiren, ince plastik filmler	0,3–5 mm		Collignon vd., 2012
İtalya	Garda Gölü		polistiren,polietilen	9–500 μm		Imhof vd.,2013
Güney Kuzey Denizi	Deniz Suyu		parçacık,lifler		Siyah	Dubaish vd., 2013
Almanya	Deniz Suyu		Lifler		Siyah, kahverengi ve bej	Dekiff, J. H.vd.,2014

Mikroplastik Kaynaklı Olası Riskler

Özellikle son yıllarda, su kaynaklarında mikroplastiklerin varlığı insan sağlığı ve ekosistemler için potansiyel riskler oluşturmakta ve bu nedenle yoğun araştırma alanı haline gelmiştir (Hale vd., 2020). Su kaynaklarında mikroplastiklerin birikmesi, su ekosistemlerinde biyolojik birikime yol açar ve besin zincirine karışmalarına neden olur (Shim vd., 2018). Özellikle musluk sularında mikroplastiklerin bulunması, bu kaynakların doğrudan tüketilmesi nedeniyle halk sağlığı açısından ciddi riskler oluşturur. İnsanlar mikroplastiklere, içme suyu veya deniz ürünleri tüketimi yoluyla maruz kalabilir (Cox vd., 2019). Mikroplastiklerin içme suyu yoluyla insan vücuduna alınması, özellikle sindirim sisteminde olmak üzere çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilir (Ballent vd.,

2016) Emenike ve ark. (2023) mikroplastik kaynaklarını değerlendirip mikroplastik maruziyetinin yutma, soluma ve deri teması gibi farklı yollarını ayrıntılı olarak inceleyerek buna bağlı sağlık risklerini açıklamışlardır. Yutulan mikroplastiklerin sindirim sorunları, endokrin bozukluklar ve patojen bakteri ile olası bulaşma gibi sağlık sorunlarına yol açabileceğini vurgulamışlardır. Havadan alınan mikroplastiklerin solunum ve kardiyovasküler sağlık üzerinde olası etkileri nedeniyle ciddi bir endişe kaynağı olduğuna işaret etmişlerdir. Dermal temasın, daha az araştırılmış olmasına rağmen cilt tahrişi ve alerjik reaksiyon olasılığını gündeme getirmişlerdir. Makale boyunca, mikroplastiklerin insan sistemleriyle etkileşimlerini daha derinlemesine anlama ihtiyacının altını çizerek, daha fazla araştırma ve halk farkındalığının gerekliliğini vurgulamışlardır.

Bu bilgiler kapsamında sucul ekosistemlerin önemli bir bileşeni olan ve insanların beslenmesinde önemli bir yer tutan su ürünleri içeriğindeki mikroplastik tespiti de değerlendirilmelidir. Balıklar insan beslenmesinin önemli bir bileşeni olmakla birlikte kritik bir mikro besin kaynağıdır (Naylor vd., 2021 ; Thilsted vd., 2016; Yuan vd., 2023). Su ürünleri yetiştiriciliği sektörü ticari balık üretimiyle hızla büyüyen bir endüstridir, ancak bu sektör 2000-2016 yılları arasında ortalama yıllık %5.8 azalan bir büyüme yaşamıştır (FAO, 2018). Bu endüstride yaygın olarak kullanılan malzeme plastiktir ve çeşitli kullanımlar için fiziksel özellikleri nedeniyle tercih edilir. Örneğin, yetiştirilen türlerin üreme, inkübasyon ve stoklama için kullanılan tanklar, fiber takviyeli plastik (FRP) ve HDPE'den yapılmış olup parçalara ayrılabilir ve daha küçük plastiklere (ikincil mikroplastikler) dönüşebilir (Huntington, 2019). Ayrıca, havalandırma ve su temini amacıyla kullanılan borular da PVC'den yapılmıştır ve plastiklerin mikroplastiklere dönüşümü hızlı olabilir (Huntington, 2019). Su ürünleri yetiştiricilik tesislerinde kullanılan malzemenin çoğunun plastik polimerlerden oluştuğu göz önüne alındığında, bu tesislerde yetiştirilen türler üzerindeki etkileri küçümsenmemelidir.

Su ekosistemlerine giren mikroplastikler, var olan diğer kirleticilerle birlikte kirliliğe katkıda bulunabilir. Ayrıca su ekosistemlerinde sedimentlerde birikerek bentik ekosistemleride etkileyebilirler (Wagner vd., 2014). Mikroplastikler; fitoplankton, zooplankton, midye, balık ve kabuklu canlılar tarafından yanlışlıkla besin olarak alınabilir. Bu durum enerji kaybı, büyüme geriliği ve üreme bozukluklarına yol açabilir (Cole vd., 2013). Dahası, bu plastik parçacıklar zararlı kimyasalları taşıyabildikleri için, organizmalarda toksik etkilere neden olabilir ve besin zinciri boyunca biyomagnifikasyon riski taşırlar (Farrell ve Nelson, 2013).

4. Sonuç ve Öneriler

Mikroplastikler, su kaynakları ve insan sağığı için henüz tam olarak anlaşılmamış ama giderek büyüyen bir tehdit oluşturmaktadır. Aydın vd.'nin (2023) Türkiye'deki su ortamında ve sucul organizmalardaki mikroplastik izleme çalışmalarındaki ilerlemeleri, boşlukları ve gelecekteki yönelimleri belirlemek ve özetlemek için sistematik olarak gerçekleştirdikleri literatür taramasında, derlenen yayınlardan elde edilen verilere göre; Türkiye su ekosistemlerinde mikroplastik izleme çalışmaları çoğunlukla deniz ortamında gerçekleştirildiğini belirtmişlerdir. Tatlı su ekosistemlerinde yapılan çalışmaların sayısının ve kapsamının sınırlı olduğunu ve Türkiye'de plastik kirliliğıyle mücadele için mevzuatların çıkarılması ve uygulanması gerekliliğini vurgulamışlardır. Avrupa Birliğı, 2023 yılında bazı mikroplastiklerin pazara arzını sınırlamaya yönelik yasal düzenlemeler yürürlüğe koymuştur (ECHA, 2023). Türkiye'de de plastik poşet kullanımı ve mikroküre içeren ürünler sınırlanmıştır. Ancak küresel bir sorunun çözümü için daha geniş kapsamlı, bağlayıcı uluslararası mevzuatlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu soruna karşı multidisipliner bir yaklaşımla bilimsel araştırmaların artırılması, yasal düzenlemelerin geliştirilmesi ve toplumsal farkındalığın sağlanması gerekmektedir. Dolayısıyla mikroplastiklerin tüketilen su kaynaklarında ve insan sağığı üzerindeki etkileri konusundaki araştırmaların daha fazla derinleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca mikroplastiklerin yer altı sularında da azaltılması ve kontrol altına alınması, önemli bir çevresel hedef haline getirilmelidir. Gelecekteki çalışmalar, şu anda nadir yayınlanmış verilerin bulunduğu bölgelerdeki mikroplastik kirliliğinin izlenmesine ve sucul ekosistemlerde etkilerinin incelenmesine odaklanmalıdır. Böylece su kaynaklarında mikroplastiklerin yayılımını ve oluşumunu azaltmaya yönelik önlemler alınmasında veriler sağlanacaktır.

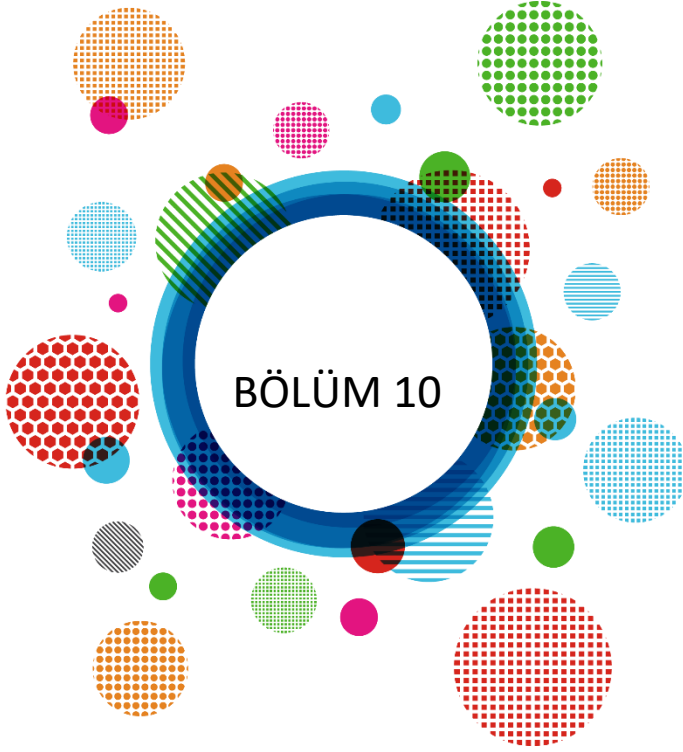
Kaynakça

- Abayomi, O. A., Range, P., Al-Ghouti, M. A., Obbard, J. P., Almeer, S. H., & Ben-Hamadou, R. (2017). Microplastics in coastal environments of the Arabian Gulf. *Marine pollution bulletin*, 124(1), 181-188.
- Aliabad, M. K., Nassiri, M., & Kor, K. (2019). Microplastics in the surface seawaters of Chabahar Bay, Gulf of Oman (Makran coasts). *Marine pollution bulletin*, 143, 125-133.
- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596-1605.
- Aydin, I., Terzi, Y., Gündoğdu, S., Aytan, Ü., Öztürk, R., Atamanalp, M., ... & KIDEYŞ, A. (2023). Microplastic pollution in Turkish aquatic ecosystems: sources, characteristics, implications, and mitigation strategies. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, (12).
- Ballent, A., Corcoran, P. L., Madden, O., Helm, P. A., & Longstaffe, F. J. (2016). Sources and sinks of microplastics in Canadian Lake Ontario nearshore, tributary and beach sediments. *Marine pollution bulletin*, 110(1), 383-395.
- Boerger, C. M., Lattin, G. L., Moore, S. L., & Moore, C. J. (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine pollution bulletin*, 60(12), 2275-2278.
- Botterell, Z. L. R., Beaumont, N., Dorrington, T., Steinke, M., Thompson, R., Lindeque, P. (2019). Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton: A review. *Environmental Pollution*, 245, 98-110.
- Bouwmeester, H., Hollman, P. C., & Peters, R. J. (2015). Potential health impact of environmentally released micro-and nanoplastics in the human food production chain: experiences from nanotoxicology. *Environmental science & technology*, 49(15), 8932-8947.
- Cássio, F., Batista, D., & Pradhan, A. (2022). Plastic interactions with pollutants and consequences to aquatic ecosystems: what we know and what we do not know. *Biomolecules*, 12(6), 798.
- Claessens, M., De Meester, S., Van Landuyt, L., De Clerck, K., & Janssen, C. R. (2011). Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. *Marine pollution bulletin*, 62(10), 2199-2204.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine pollution bulletin*, 62(12), 2588-2597.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T. S. (2013). Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental Science & Technology*, 47(12), 6646-6655.
- Collignon, A., Hecq, J. H., Glagani, F., Voisin, P., Collard, F., & Goffart, A. (2012). Neustonic microplastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea. *Marine pollution bulletin*, 64(4), 861-864.

- Cox, K. D., Covernton, G. A., Davies, H. L., Dower, J. F., Juanes, F., Dudas, S. E. (2019). Human consumption of microplastics. *Environmental Science & Technology*, 53(12), 7068–7074.
- Crawford, C. B., Quinn, B. (2017). The biological impacts and effects of contaminated microplastics. *Microplastic pollutants*, 2017, 159-178.
- Dekiff, J. H., Remy, D., Klasmeier, J., Fries, E. (2014). Occurrence and spatial distribution of microplastics in sediments from Norderney. *Environmental Pollution*, 186, 248-256.
- Desforges, J. P. W., Galbraith, M., Ross, P. S. (2015). Ingestion of microplastics by zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 69(3), 320–330.
- Di, M., & Wang, J. (2018). Microplastics in surface waters and sediments of the Three Gorges Reservoir, China. *Science of the Total Environment*, 616, 1620-1627.
- Dubaish, F., & Liebezeit, G. (2013). Suspended microplastics and black carbon particles in the Jade system, southern North Sea. *Water, air, & soil pollution*, 224, 1-8.
- ECHA. (2023). *Microplastics restriction proposal*. European Chemicals Agency.
- Eerkes-Medrano, D., Thompson, R. C., Aldridge, D. C. (2015). Microplastics in freshwater systems: A review. *Water Research*, 75, 63–82.
- Emenike, E. C., Okorie, C. J., Ojeyemi, T., Egbemhenghe, A., Iwuozor, K. O., Saliu, O. D., ... & Adeniyi, A. G. (2023). From oceans to dinner plates: The impact of microplastics on human health. *Heliyon*, 9(10).
- Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, C., Zellers, A., Edwards, W., ... & Amato, S. (2013). Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine pollution bulletin*, 77(1-2), 177-182.
- FAO-SOFIA (2018) The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 – Meeting the Sustainable Development Goals, Rome, 210 pp. Available from URL: <http://www.fao.org/3/I9540EN/i9540en.pdf>
- Farrell, P., & Nelson, K. (2013). Trophic transfer of microplastic: *Mytilus edulis* to *Carcinus maenas*. *Environmental Pollution*, 177, 1–3.
- Fendall, L. S., & Sewell, M. A. (2009). *Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers*. *Marine Pollution Bulletin*, 58(8), 1225–1228.
- Free, C. M., Jensen, O. P., Mason, S. A., Eriksen, M., Williamson, N. J., & Boldgiv, B. (2014). High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Marine pollution bulletin*, 85(1), 156-163.
- Frias, J., Pagter, E., Nash, R., O'Connor, I., Carretero, O., Filgueiras, A., & Gerdt, G. (2018). Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments. Deliverable 4.2.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782.

- Hale, R. C., Seeley, M. E., La Guardia, M. J., Mai, L., & Zeng, E. Y. (2020). A global perspective on microplastics. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 125(1), e2018JC014719.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: A review of methods used for identification and quantification. *Environmental Science & Technology*, 46(6), 3060–3075.
- Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E., Svendsen, C. (2017). Microplastics in freshwater and terrestrial environments. *Science of The Total Environment*, 586, 127–141.
- Huntington, T. (2019). Marine litter and aquaculture gear–white paper. Report produced by Poseidon Aquatic Resources Management Ltd for the Aquaculture Stewardship Council, 20.
- Imhof, H. K., Ivleva, N. P., Schmid, J., Niessner, R., & Laforsch, C. (2013). Contamination of beach sediments of a subalpine lake with microplastic particles. *Current biology*, 23(19), R867-R868.
- Kaya, A. (2022). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Plastik/Mikroplastikler Konusundaki Tutumlarının Çevre Sorunları Kapsamında Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans Programı – Yüksek Lisans Tezi- 2022
- Lusher, A., Hollman, P., & Mendoza-Hill, J. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. FAO.
- Murphy, F., Russell, M., Ewins, C., Quinn, B. (2017). The uptake of macroplastic & microplastic by demersal & pelagic fish in the Northeast Atlantic around Scotland. *Marine pollution bulletin*, 122(1-2), 353-359.
- Naylor, R.L., Hardy, R.W., Buschmann, A.H., Bush, S.R., Cao, L., Klinger, D.H., Little, D.C., Lubchenco, J., Shumway, S.E., Troell, M. (2021). A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature*, 591(7851), 551-563.
- Pivokonsky, M., Cermakova, L., Novotna, K., Peer, P., Cajthaml, T., & Janda, V. (2018). Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. *Science of the total environment*, 643, 1644-1651.
- Rochman, C. M., Hoh, E., Hentschel, B. T., Kaye, S. (2013). Long-term field measurement of sorption of organic contaminants to five types of plastic pellets: implications for plastic marine debris. *Environmental science & technology*, 47(3), 1646-1654.
- Rodrigues, M. O., Abrantes, N., Gonçalves, F. J. M., Nogueira, H., Marques, J. C., & Gonçalves, A. M. M. (2018). Spatial and temporal distribution of microplastics in water and sediments of a freshwater system (Antuã River, Portugal). *Science of the total environment*, 633, 1549-1559.
- Schymanski, D., Goldbeck, C., Humpf, H. U., & Fürst, P. (2018). Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic

- particles from different packaging into mineral water. *Water research*, 129, 154-162.
- Shim, W. J., Hong, S. H., & Eo, S. (2018). Marine microplastics: abundance, distribution, and composition. In *Microplastic contamination in aquatic environments* (pp. 1-26). Elsevier.
- Shruti, V. C., Pérez-Guevara, F., Kutralam-Muniasamy, G. (2020). Metro station free drinking water fountain-A potential “microplastics hotspot” for human consumption. *Environmental Pollution*, 261, 114227.
- Smith, M., Love, D. C., Rochman, C. M., Neff, R. A. (2018). Microplastics in seafood and the implications for human health. *Current Environmental Health Reports*, 5(3), 375–386.
- Strand, J., Feld, L., Murphy, F., Mackevica, A., & Hartmann, N. B. (2018). Analysis of microplastic particles in Danish drinking water. Aarhus University.
- Thilsted, S. H., Thorne-Lyman, A., Webb, P., Bogard, J. R., Subasinghe, R., Phillips, M. J., Allison, E. H. (2016). Sustaining healthy diets: The role of capture fisheries and aquaculture for improving nutrition in the post-2015 era. *Food Policy*, 61, 126-131.
- Vianello, A., Boldrin, A., Guerriero, P., Moschino, V., Rella, R., Sturaro, A., & Da Ros, L. (2013). Microplastic particles in sediments of Lagoon of Venice, Italy: First observations on occurrence, spatial patterns and identification. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 130, 54-61.
- Wagner, M., Scherer, C., Alvarez-Muñoz, D., et al. (2014). Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. *Environmental Sciences Europe*, 26(1), 12.
- Walker, T. R., & Fequet, L. (2023). Current trends of unsustainable plastic production and micro (nano) plastic pollution. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 160, 116984.
- Yuan, F., Chen, H., Ding, Y., Wang, Y., Liao, Q., Wang, T., ... & Zou, X. (2023). Effects of microplastics on the toxicity of co-existing pollutants to fish: a meta-analysis. *Water Research*, 240, 120113.



Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Farklı Ekim Zamanlarının Tane Verimi ve Verimle İlişkili Özellikler Üzerine Etkileri*

* Bu çalışma Prof. Dr. Abdullah ÖKTEM danışmanlığında Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yürütülen Yüksek Lisans tezinin bir bölümüdür.

Muhammed Türkel¹ & Abdullah Öktem²

1. GİRİŞ

Mısır (*Zea mays* L.), dünya genelinde en önemli tahıl ürünlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Ayrıca mısır bitkisi biyoyakıt üretiminden endüstriyel ham maddelere, insan beslenmesinden hayvan yemine kadar uzanan büyük bir kullanım alanına sahiptir. Tropikal ve subtropikal alanlarda uzunca süredir ekimi yapılan bu bitki, adaptasyon yeteneği vasıtasıyla değişik iklim şartlarında da tarımsal üretimi yapılabilmektedir. Mısır üretiminde dünya genelinde önde gelen ülkeler olarak: ABD, Brezilya, Brezilya ve Çin yer almaktadır.

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nın istatistiklerine göre, 2022 yılında dünya mısır üretimi 1.2 milyar tonun üzerine çıkarak, bu ürünün tarım ekonomisinde ve küresel gıda güvenliğindeki rolü son dönemlerde sürekli artmaktadır. Bilhassa sosyo-ekonomik bakımdan gelişmekte olan ülkelere hayvancılık iş kolunda büyüme ve başta nüfus artışı olmak üzere mısıra olan talebi arttırmıştır (FAO, 2023).

Mısır tarımında kalite ve verime etki eden en önemli unsurlar arasında çeşit seçimi, ekim zamanı, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele, sulama ile yabancı ot yönetimi yer almaktadır. Ekim zamanı, bitkinin fenolojik süreçlerini direkt etkileyerek koçan oluşumu, dölleme ve tane dolumu aşamalarında belirleyici bir rol oynamaktadır.

Erken veya geç ekim, bitkinin çiçeklenme döneminin yüksek sıcaklık veya su stresi gibi olumsuz koşullara denk gelmesine neden olabilir. Bu durum mısır yetiştiriciliğinde verim kayıplarına neden olabilir. Bundan dolayı, bölgesel iklim şartlarına elverişli ekim zamanını belirlemek, sürdürülebilir tarım uygulamaları bakımından son derece önemlidir (Öktem, 1996).

Farklı bölgelerde ekim zamanının mısır verimine etkisini araştıran bazı çalışmalar bulunmaktadır. Hatay ili Amik Ovası koşullarında 2017 yılında ekim zamanının ana ürün olarak yetiştirilen mısır çeşitlerinde ot verimi ve kalitesine etkisini inceleyen Atasever ve ark. (2020), ekim zamanlarına göre sap ağırlığını 295.20 g bitki⁻¹ ile 410.90 g bitki⁻¹; koçan ağırlığının 346.80 g bitki⁻¹ ile 410,00 g bitki⁻¹; yeşil ot veriminin 7293 kg da⁻¹ ile 8510 kg da⁻¹, kuru ot veriminin 2283 kg da⁻¹ ile 2627 kg da⁻¹ arasında değişim gösterdiğini açıklamıştır.

Diyarbakır şartlarında mısır ekim zamanlarının tespit edilmesini planlayan Saruhan ve Öktem (2021), ekim zamanlarına bağlı olarak sap kalınlığının 19.63

¹ Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, ORCID: 0009-0005-6771-1258

² Prof. Dr. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa
ORCID: 0000-0001-5247-7044

mm ile 28.83 mm, koçan uzunluğunun 17.44 cm ile 20.30 cm, koçan kalınlığının 45.90 mm ile 48.67 mm, koçanda dane sayısının 615.89 adet koçan⁻¹ ile 813.11 adet koçan⁻¹, bindane ağırlığının 336.44 g ile 412.22 g, hektolitre ağırlığının 70.58 kg hl⁻¹ ile 81.38 kg hl⁻¹ ve tane veriminin 1000.89 kg da⁻¹ ile 1248.00 kg da⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir.

Ayrıca, Atasever ve ark. (2021), Hatay koşullarında en uygun ekim zamanını 25 Şubat-14 Mart olarak belirlemiş; Seydoşoğlu ve Saruhan (2017) ise Diyarbakır'da ikinci ürün mısır için 15 Temmuz ekim tarihini önermiştir.

Ancak, her bir bölgeye özgü ekolojik faktörlerin dikkate alındığı yerel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Tarımsal uygulamalarda kaynak verimliliği ve sürdürülebilirlik, günümüzün en temel konuları olarak görülmektedir. Doğru ekim zamanının belirlenmesi, su ve gübre kullanımını daha etkin hale getirerek çevresel etkiyi azaltabilir.

Aynı zamanda iklim dostu tarım uygulamalarının geliştirilmesine de önemli katkı sağlayabilir. Bölgesel kalkınma, çiftçi gelirlerinin stabilizasyonu ve gıda güvenliği açısından en uygun kültürel uygulamaların belirlenmesi hayati bir önem sahiptir (Öktem ve ark., 1996).

Bu çalışmanın amacı, ana ve ikinci ürün mısır yetiştiriciliği için en uygun ekim zamanını belirlemek, tane verimi yanında verim unsurları üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Elde edilen bulguların, bölge çiftçilerinin ekim zamanı seçiminde bilinçli kararlar almasına katkı sağlanması hedeflenmektedir. Ayrıca bu çalışmanın, benzer ekolojik koşullara sahip diğer bölgeler için de referans niteliği taşıması beklenmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2. 1. Materyal

Araştırmada materyal olarak SY Cadmium hibrit mısır çeşidi kullanılmıştır.

Araştırma alanının 2024 yılına ait iklim verileri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Denemenin yapıldığı Suruç ilçesinin 2024 ve uzun yıllar meteorolojik verileri

Aylar	Ort. Sıcaklık (°C)	Min sıcaklık	Max sıcaklık (°C)	Aylık Toplam Yağış Miktarı (mm)	Nisbi nem (%)	Uzun yıllar sıcaklık ort.(°C)	Uzun yıllar yağış (mm)	Uzun yıllar nisbi nem (%)
Ocak	5.6	2	10	86.3	65.03	6	43.5	68.60
Şubat	7.1	3	11	68.1	64.38	7	43.2	66.75
Mart	10.9	6	16	65.3	60.22	11	34.7	63.38
Nisan	16.3	11	22	48.9	49.28	16	26.8	51.62
Mayıs	22.3	16	28	27	32.28	22	13.1	35.41
Haziran	28.1	21	34	4.3	27.55	28	2.7	30.15
Temmuz	32	25	38	2	21.90	32	0.6	24.63

Ağustos	31.6	24	37	3.5	23.80	31	0.4	24.05
Eylül	27.2	20	33	4.6	30.82	27	2.6	33.65
Ekim	20.6	15	26	25.6	34.54	20	19.4	41.86
Kasım	13.2	8	17	45.2	53.61	12	37.2	56.27
Aralık	7.6	4	11	79.6	65.84	7	42.0	68.05

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (2024)

Denemenin yapıldığı bölgenin ortalama sıcaklığının 5.6 °C ile 32 °C arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Minimum sıcaklığın en düşük 2 °C (Ocak) ve en fazla 25 °C (Temmuz); maximum sıcaklığın en düşük 10 °C (Ocak) ve en fazla 38 °C olduğu görülmektedir. Buna göre Suruç ilçesinin yazları sıcak, baharları ve kışları ılık olduğu ifade edilebilir. Ocak ayından temmuz ayına doğru sıcaklıkların sürekli arttığı anlaşılmaktadır. Bu durum, uzun yıllar sıcaklık değerleri içinde ifade edilebilir. Ağustos ayından aralık ayına doğru ise bölgede sıcaklıkların düştüğü söylenilebilir. Aşırı yüksek ve düşük sıcaklıklar bitkinin gelişimini kısıtlayabilmektedir. Bitkilerin büyük bir kısmı için gelişme ve büyüme için 5 °C ile 36°C arasındaki sıcaklıklara gereksinim duyulmaktadır (Özcan, 2020).

Suruç'ta en fazla yağışın ocak ayında (86.3 mm) olduğu görülürken, en az yağışın temmuz ayında (2 mm) olduğu belirlenmiştir. Bölgenin nisbi neminde %65.03 (Ocak ayı) %21.90 (Temmuz ayı) arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Suruç ilçesinin yazları kurak, kışları ise yağışlı geçmektedir. Tarla bitkilerinin yazları sıcaklık stresine girmemesi için ihtiyaç duyulan su ihtiyacı sulama yolu ile karşılanmalıdır. Bu doğrultuda deneme parsellerindeki mısır bitkisinin nem ihtiyacı, belirli bir plan doğrultusunda sulama yapılarak karşılanmıştır.

Deneme alanına ait toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 2'de açıklanmıştır.

Tablo 2. Araştırma Yeri Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Parametreler	Birimler	Ort.
Toplam Tuz	%	0.03
Kireç	%	29.73
Sınıf		Killi. Kumlu
Kil	%	26.7
Silt	%	24.1
Kum	%	49.2
Suya Doygunluk	%	52.14
Organik Madde	%	1.13
Ec	ds/m	1.1
pH		7.43
Demir	Mg/kg	2.48
Yararışlı Fosfor	Kg P ₂ O ₅ /da	6.85
Yararışlı Potasyum	Kg K ₂ O /da	150.12
Mangan	Mg/kg	3.45

Bakır	Mg/kg	1.25
Çinko	Mg/kg	0.54

Tablo 2 incelendiğinde pH değerinin 7.43 olduğu izlenmektedir. Deneme alanındaki toprağın suya doygunluğunun %52.14, toplam tuz içeriğinin ise %0.03 olduğu belirlenmiştir. Yarayışlı fosfatın 6.85 kg da^{-1} ve yarayışlı potasyumun ise $150.12 \text{ kg da}^{-1}$ olduğu ölçülmüştür.

2.2. Yöntem

Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak 2024 yılında Şanlıurfa-Suruç Köşeler Köyü Kaynakça Mezrasında yürütülmüştür. Deneme alanı önce goble disk ve ardından diskaro ile işlenerek ekime hazır hale getirilmiştir. Ekimden önce 0-20 cm derinlikten toprak örneği alınarak deneme alanının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile N, P ve K içerikleri belirlenmiştir (Tablo 2).

Ekim zamanları olarak 1 Mart, 15 Mart, 1 Nisan, 15 Nisan, 1 Mayıs, 15 Mayıs, 1 Haziran, 15 Haziran, 1 Temmuz, 15 Temmuz tarihleri arasında olmak üzere toplam 10 adet ekim tarihi kullanılmıştır.

Her parsel 4 sıradan meydana gelmiştir. Ekimde sıra arası mesafeler 70 cm ve sıra üzeri mesafeler 18 cm olarak alınmıştır. Tohumlar elle her ocağa 2'şer tohum bırakılarak 4-6 cm derinliğe ekilmiş, çıkıştan sonra tekleme yapılmıştır.

Taban gübresi olarak ekimden önce 8 kg da^{-1} saf fosfor ve azot verilerek toprağa karıştırılmıştır. Üst gübre ise mısır bitkileri yaklaşık 40 cm boylandığında 16 kg da^{-1} saf azot gelecek şekilde uygulanmıştır.

Ekim tarihlerinde çimlenme için yeterli düzeyde nem bulunmadığı için ekimden sonra yağmurlama sulama yapılmıştır. İlk gelişme döneminde yağmurlama sulama yöntemi, daha sonra ise karık sulama yöntemi kullanılarak parsellere eşit miktarda su verilmiştir. Parseller arası su geçişini engellemek için parseller arasında 2 metre boşluk bırakılmış ve parsellerin etrafı sedde ile çevrilmiştir.

Çimlenmeden sonra traktör çapası ile ilk çapalama bitkiler 15-25 cm arasında iken 2. çapa ise bitkiler 40 cm olunca yapılmıştır. Yabancı ot kontrolü elle ve herbisit kullanılarak yapılmıştır. Herbisit olarak (geniş ve dar yapraklı ilaç (Arrat 25 g da^{-1} ; %25 trifosülfan + %50 dicamba etkili maddeli) kullanılmıştır.

Araştırmada incelenen özelliklerin ölçüm, sayım ve tartımları her parselden rastgele seçilen on bitkide yapılmış ve ortalamaları alınarak değerler elde edilmiştir. Hasat bitkiler tamamen kurduğunda elle yapılmıştır.

Elde edilen verilerin varyans analizleri JMP istatistik paket programından faydalanılarak yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD (Least Significant Difference) testine göre belirlenmiştir.

3.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. İlk Koçan Yüksekliği (cm)

İlk koçan yüksekliği üzerine ekim zamanının istatistiksel bakımdan anlamlı düzeyde etkili olduğu bulunmuştur ($p<0.01$).

Tablo 3'te farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisinin ilk koçan yüksekliğine ait değerler ve çoklu karşılaştırması gösterilmiştir.

Çoklu karşılaştırma testi sonucunda ilk koçan yüksekliği (cm) bakımından ekim zamanları farklı gruplar oluşturmıştır. Tablo 3'te yer alan ilk koçan yüksekliği değerleri incelendiğinde; en yüksek koçan yüksekliği 15 Haziran (100.73 cm), 1 Temmuz (99.95 cm) ve 15 Temmuz (97.75 cm) ekim zamanlarında elde edilmiştir. En düşük ilk koçan yüksekliği ise 1 Nisan (64.63 cm) ve 15 Nisan (64.75 cm) ekim zamanlarında gözlemlenmiştir. Diğer ekim zamanları (1 Mart, 15 Mart, 1 Mayıs, 15 Mayıs, 1 Haziran) orta düzeyde ilk koçan yüksekliği değerlerine sahip olmuştur.

Ekim zamanı geciktikçe ilk koçan yüksekliği değerleri artmıştır. Araştırma bulgularımızla benzer şekilde Turgut ve Balcı (2002) mısır bitkisinde ilk koçan yüksekliklerinin geç ekim dönemlerinde erken ve orta ekim dönemlerine nazaran daha yüksek olduğunu bulmuştur. Kaya ve Kuşaksız (2012) çalışmalarında, dört ekim zamanından (5 Mayıs, 20 Mayıs, 5 Haziran, 20 Haziran) 20 Haziran dönemindeki mısır ilk koçan yüksekliğinin en yüksek (113.89 cm) olduğunu bildirmişlerdir. Bandır (2008) Çanakkale ekolojik koşullarında farklı ekim zamanında (6 Haziran'dan 16 Temmuz'a kadar) yaptığı çalışmada en yüksek ilk koçan yüksekliğine (87.0 cm) ile 16 Temmuz'da yapılan mısır ekilişlerinde ulaşmıştır. Atakul (2011) Diyarbakır şartlarında ekim zamanına göre, ilk koçan yüksekliği değerlerini 51.90 cm (15 Haziran) ile 64.87 cm (15 Temmuz) arasında saptarken, geç ekim döneminde (15 Temmuz) en yüksek ilk koçan yüksekliği değerini saptamıştır.

Bununla beraber, Yaşak (2002) mısırdaki farklı ekim zamanlarının mısır bitkisi ilk koçan yüksekliklerinin erken ve orta ekim dönemlerinde arttığını belirtirken, geç ekim dönemlerinde ise ilk koçan yüksekliklerinin azaldığını belirlemiştir. Cesurer (1995) ve Atasever (2018) genel olarak ekim zamanı geçtikçe ilk koçan yüksekliğinde bir düşüş olduğunu rapor etmişlerdir. Ekim zamanının bitki boyuna etkisi bazı aylarda meydana gelen sıcaklık ve diğer meteorolojik faktörlerle ilişkili olabilmektedir (Üzen ve Öktem, 2022; Kaya ve Kuşaksız, 2012).

3.2. Koçan Çapı (mm)

Ekim zamanının mısır ekilişlerinde koçan çapı üzerinde istatistiksel bakımından önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisinin koçan çapına ait değerler ve çoklu karşılaştırması Tablo 3'te sunulmuştur.

LSD testine göre ekim zamanlarının, mısır bitkisi koçan koçan çapı (mm) değerleri bakımından farklı gruplara ayrıldığı izlenmektedir. 15 Haziran, 1 Temmuz ve 15 Temmuz ekim zamanları, en yüksek koçan çapı değerlerine sahipken (sırasıyla; 45.43 mm, 45.60 mm ve 45.03 mm) aynı zamanda bu değerler çoklu karşılaştırma testi sonucu aynı ve en yüksek grupta yer almıştır. 1 Mart ekim zamanının, en düşük koçan çapı değerine sahip olduğu görülmüş (37.15 mm) ve bu değer diğer ekim zamanlarından (15 Mart, 1 Nisan, 15 Nisan, 1 Mayıs, 15 Mayıs, 1 Haziran) farklı olarak en düşük grupta yer almıştır. Diğer ekim zamanları (15 Mart, 1 Nisan, 15 Nisan, 1 Mayıs, 15 Mayıs, 1 Haziran) ise orta düzeyde koçan çapı değerlerine sahiptir. Bu sonuçlar, mısır yetiştiriciliğinde tarımsal uygulamaların koçan çapı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu açıklamaktadır (Ekinci ve Öktem, 2024).

Tablo 3. Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisinin ilk koçan yüksekliği ve koçan çapına ait değerler ve çoklu karşılaştırması

Ekim zamanları	İlk koçan yüksekliği (cm)**	Koçan çapı (mm)**
1 Mart	78.20 bc†	37.15 f†
15 Mart	74.07 cd	39.07 e
1 Nisan	64.62 e	39.73 de
15 Nisan	64.75 e	40.43 d
1 Mayıs	67.70 de	41.43 c
15 Mayıs	68.90 de	43.96 b
1 Haziran	85.92 b	43.53 b
15 Haziran	100.72 a	45.43 a
1 Temmuz	99.95 a	45.60 a
15 Temmuz	97.75 a	45.03 a
Ortalama	80.26	42.13
LSD	8.6779	0.8248

†: Aynı harf ile ifade edilen ortalamalar arasında LSD testine göre %5 düzeyinde istatistiki olarak önemli farklılık yoktur

** : %1'e göre önemli.

Burcu (2016) Isparta koşullarında şeker mısırında koçan çapının haziran ayında yapılan ekimde en yüksek değerde olduğunu belirlemiştir. Eşiyok ve ark. (2004), Ege koşullarında koçan çapını 4.24 cm ile 4.39 cm arasında tespit etmiştir. Turgut ve Balcı (2002), Bursa koşullarında koçan çapını 4.50 cm

ile 4.15 cm arasında olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Öktem ve ark. (2004), Şanlıurfa ekolojik koşullarında şeker mısırda uygun ekim zamanını (25 Nisan, 10 Mayıs, 10 Haziran, 25 Haziran, 10 Temmuz, 25 Temmuz ve 10 Ağustos) belirlemek için yürüttükleri çalışmada koçan çapı özelliğinin ekim zamanından istatistiksel olarak etkilendiğini ve şeker mısırı tarımında Şanlıurfa ve benzer iklim koşullarına sahip diğer bölgeler için en uygun ekim zamanının 25 Haziran ile 25 Temmuz arasında olduğunu belirlemiştir. Bandır (2008) Çanakkale ekolojik koşullarında farklı ekim zamanına göre yaptığı çalışmada koçan çapını 44.30 cm ile 45.40 cm arasında olduğunu bulmuştur. Bununla birlikte Yaşak (2002) tarafından yapılan çalışmada erken ekim dönemlerine ait koçan çapının daha geç ekim dönemlerine ait mısır bitkisinin koçan çapından yüksek olduğunu rapor etmiştir.

3.3. Koçan Uzunluğu (cm)

Ekim zamanının koçan uzunluğu üzerinde istatistiksel bakımdan anlamlı düzeyde etkili olduğu saptanmıştır ($p<0.01$). Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisinin koçan uzunluğuna ait değerler ve çoklu karşılaştırması Tablo 4’de aktarılmıştır.

Çoklu karşılaştırma testi sonucu ekim zamanlarının mısır bitkisinin koçan uzunluğu (cm) bakımından farklı gruplar oluşturduğu belirlenmiştir. 15 Haziran ve 15 Temmuz ekim zamanları, en yüksek koçan uzunluğu değerlerine sahip olmuş (sırasıyla 21.87 cm ve 21.85 cm) ve aynı istatistiki grupta yer almıştır. 1 Mart, 15 Mart, 1 Nisan ve 15 Nisan ekim zamanları, en düşük koçan uzunluğu değerlerini vermiştir (17.65 cm, 17.62 cm, 17.50 cm ve 17.90 cm). 1 Mayıs, 15 Mayıs, 1 Haziran ve 1 Temmuz ekim zamanları ise orta düzeyde koçan uzunluğu değerlerine sahip olmuş ve bu değerler kendi aralarında farklı grupta yer almışlardır. Bu sonuçlar, mısır yetiştiriciliğinde ekim zamanının koçan uzunluğu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve doğru ekim zamanının seçilmesinin verimliliği artırabileceğini göstermektedir.

Araştırmanın koçan uzunluğu bulgusuna paralel olarak; Burcu (2016) tarafından Isparta koşullarında mısır bitkisi koçan uzunluğunu 15 Nisan’dan 1 Haziran’a kadar yapılan ekimlerde arttığını belirlenmiştir. Benzer şekilde, Turgut ve Balcı (2002) 15 Nisan-15 Temmuz ekim tarihleri arasında 4 farklı ekim zamanında yaptıkları çalışmada geç ekimlerde koçan uzunluğu değerlerinin arttığını rapor ederlerken, bu durumun meydana gelmesinde meteorolojik faktörlerden sıcaklık artışının etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Bandır (2008) Çanakkale ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarında yaptığı çalışmada en yüksek koçan uzunluğunu (17.1 cm) 16 Temmuz’da yapılan mısır ekilişlerinde tespit etmiştir.

Waligora (1997), Polonya’da 3 farklı çeşit ile 20 Nisan, 5 Mayıs ve 20 Mayıs olmak üzere üç ekim zamanında yapmış olduğu çalışmada geciken ekim zamanlarında koçan uzunluğunun azaldığını vurgulamıştır. Bu çalışmada Waligora (1997)’nin bulgusunun aksine ekim tarihlerinin gecikmesi ile koçan uzunluğunda artışlar meydana gelmiştir. Aynı şekilde şeker mısırdaki ekim zamanının, verim ve tarımsal özellikler üzerine etkisi farklı bölgelerde, değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Kültürel uygulamaların ve iklim şartlarının koçan boyunu etkilemesinden dolayı bazı farklılıkların ortaya çıkabileceği vurgulanmıştır (Albayrak (2013); Cengizer ve Öktem, 2023). Ekim zamanındaki gecikmenin koçan uzunluğunu arttırdığı ortaya konulmuştur (Özel ve Tansı 1994; Cesurer ve Ülger 1997).

3.4. Koçanda Dane Sayısı (adet koçan⁻¹)

Mısır bitkisinde, farklı ekim zamanların verim ve verim unsurlarına etkisinin incelendiği bu çalışmada, ekim zamanının koçanda dane sayısı üzerinde istatistiksel bakımdan anlamlı düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$).

Tablo 4’de farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisinin koçanda dane sayısına ait değerler ve çoklu karşılaştırması yer almıştır. Bu çalışmaya ait LSD testi bulguları incelendiğinde ekim zamanlarının mısır bitkisine ait koçandaki dane sayısı bakımından farklı şekilde gruplar meydana getirdiği görülmüştür.

Ekim zamanlarına göre koçanda dane sayısı önemli ölçüde değişmektedir. En yüksek dane sayısı 15 Temmuz ekim zamanında (584.10 adet) elde edilirken, en düşük dane sayısı 1 Mart ekim zamanında (381.68 adet) gözlemlenmiştir. Erken ekimde hava sıcaklığının düşük olması koçanda dane sayısını olumsuz etkilemiş olabilir. Struik ve ark. (1986) tepe püskülü çıkışından tane oluşumuna kadarki dönemdeki yüksek sıcaklığın gelişme hızını artırdığını ancak tozlanma süresini kısalttığını, bunun sonucunda da koçan ucunun tane bağlamasının olumsuz etkilendiğini bildirmiştir. Fotoperiyot süresinin uzun olmasının tozlaşma süresini kısalttığını, ancak başakcık sayısını ve tane sayısını artırdığını belirlemiştir. 1 Mart ekim zamanı, diğer ekim zamanlarına göre en düşük performansı göstermiştir. 15 Mayıs, 1 Haziran ve 15 Haziran ekim zamanlarında düşük düzeyde koçanda dane sayısı (adet koçan⁻¹) değerleri elde edilmiştir. 15 Temmuz ekim zamanı, koçanda dane sayısı açısından en uygun zaman olarak belirlenmiştir. Mısır yetiştiriciliğinde 15 Temmuz ekim zamanı tercih edilerek daha yüksek dane sayısı ve dolayısıyla daha yüksek verim elde edilebilir. Ancak, bu sonuçların bölgesel iklim koşulları ve toprak özelliklerine göre dikkate alınması önerilir.

Tablo 4. Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisinin koçan uzunluğu ve koçanda dane sayısına ait değerler ve çoklu karşılaştırması

Ekim zamanları	Koçan uzunluğu (cm)**	Kaçanda dane sayısı (adet)**
1 Mart	17.65 e†	381.67 e†
15 Mart	17.62 e	435.61 d
1 Nisan	17.50 e	394.75 de
15 Nisan	17.90 e	418.91 de
1 Mayıs	19.37 d	426.10 de
15 Mayıs	20.07 cd	493.83 c
1 Haziran	20.60 bc	518.97 bc
15 Haziran	21.87 a	530.26 bc
1 Temmuz	21.25 ab	563.85 ab
15 Temmuz	21.85 a	584.09 a
Ortalama	19.57	474.80
LSD	0.7651	46.8865

†: Aynı harf ile ifade edilen ortalamalar arasında LSD testine göre %5 düzeyinde istatistiki olarak önemli farklılık yoktur.

** : %1'e göre önemli.

Araştırmamızın bulgusuna benzer olarak, Öktem ve ark. (2004) Şanlıurfa ekolojik koşullarında şeker mısırında farklı ekim zamanlarının denendiği çalışmada, koçanda tane sayısı özelliğinin ekim zamanlarından istatistiksel olarak etkilendiğini tespit ederlerken, geç ekim dönemlerinde daha yüksek koçanda dane sayısını tespit etmişlerdir. Aynı şekilde, Serter (2003) farklı mısır gruplarında koçanda tane sayısını (adet koçan-1) 536.7 adet ile 644.4 adet arasında değiştiğini belirlemiştir. Sönmez (2000) Tokat ekolojik koşullarında ekim zamanlarının (20 Nisan, 10 Mayıs ve 30 Mayıs tarihlerinde) mısırın verim ve verim bileşenlerine etkilerini incelediği çalışmasında 561.9 adet-620.5 adet arasında değişen koçanda dane sayısı değerlerini bildirmiştir. Kaya ve Kuşaksız (2012) çalışmalarında, dört ekim zamanından 5 Haziran zamanındaki (geç ekim zamanı) koçanda dane sayısı değerini en yüksek (600.37 adet) olarak belirlemiştir. Yalım (2016), Yozgat koşullarında bazı şeker mısırı çeşitlerinin ekim zamanının belirlenmesi üzerine yapmış olduğu çalışmada koçanda tane sayısını 466.5-645.0 adet koçan-1 arasında değiştiğini belirlemiştir. Yerli (2015), Van ekolojik şartlarında tatlı mısır çeşitlerinin ekim zamanının belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada koçanda dane sayının, 563.7 adet koçan-1 ile 581.7 adet koçan-1 arasında olduğunu bulmuştur. Kültürel uygulamaların koçanda tane sayısını etkilediği belirtilmektedir (Öktem ve Öktem, 2020; Öktem ve ark., 2025).

3.5. Koçanda Dane Ağırlığı (g koçan⁻¹)

Koçanda dane ağırlığı üzerine farklı ekim zamanlarının istatistiksel olarak etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır

bitkisinin koçanda dane ağırlığına ait değerler ve çoklu karşılaştırması Tablo 5'te yer almıştır.

Ekim zamanları koçanda dane ağırlığı bakımından farklı şekilde gruplar oluşturmuştur. En yüksek koçanda dane ağırlığı 15 Haziran ekim zamanında ($208.0 \text{ g koçan}^{-1}$) elde edilmiştir. En düşük koçanda dane ağırlığı 1 Mart ekim zamanında ($94.30 \text{ g koçan}^{-1}$) gözlemlenmiştir. Tablo 5'te yer alan veriler doğrultusunda erken ekim zamanından geç ekim zamanına doğru koçanda dane ağırlığının doğrusal bir şekilde artış gösterdiği söylenilebilir.

Bu bulgular, mısır üretiminde ekim zamanının optimize edilmesi gerektiğini göstermektedir. Düşük sıcaklıklar koçanda dane ağırlığı üzerinde olumsuz etkiler meydana getirebilmektedir (Andrade ve ark., 1993).

Öktem ve ark. (2004) koçanda tane ağırlığı özelliğinin ekim zamanlarından istatistiksel olarak etkilendiğini ve geç ekim dönemlerinde daha yüksek koçanda dane ağırlığı değerlerini tespit etmesi bu çalışmanın koçanda dane ağırlığı bulgusu ile benzerlik taşımaktadır. Benzer olarak, Çölkesen ve ark. (1997) ve Sencar ve Gökmen (1997) geç ekimde koçan dane ağırlığının arttığını bildirmişlerdir. Sönmez (2000) Tokat ekolojik koşullarında ekim zamanlarının mısırın verim ve verim bileşenlerine etkilerini incelediği çalışmasında 158.00 g ile 237.30 g arasında değişen koçan ağırlığı değerlerini tespit etmişlerdir. Koca ve Turgut (2012), iki farklı ekim zamanındaki mısır ekilişlerinde (25 Nisan ve 7 Temmuz) koçanda dane verimini $176.10 \text{ g koçan}^{-1}$ (7 Temmuz) ile $189.60 \text{ g koçan}^{-1}$ (25 Nisan) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bandır (2008) Çanakkale ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarında yaptığı çalışmada koçanda dane ağırlığını $122.10 \text{ g koçan}^{-1}$ ile $168.00 \text{ g koçan}^{-1}$ arasında olduğunu rapor etmişlerdir. Ekolojik farklılıkların ve kültürel uygulamaların koçanda tane ağırlığını etkilediği belirtilmektedir (Öktem ve ark., 2017).

3.6. Bindane Ağırlığı (g)

Ekim zamanının bindane ağırlığı üzerinde istatistiksel bakımdan önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$). Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisinin bindane ağırlığına (g) ait değerler ve çoklu karşılaştırması Tablo 5'de yer almıştır.

LSD testi sonucuna göre, ekim zamanları bindane ağırlığı (g) bakımından farklı gruplar oluşturmuştur. En yüksek bindane ağırlığı 15 Haziran ekim zamanında (410.95 g) elde edilmiştir. 1 Mart, 15 Mart, 1 Nisan, 15 Nisan, 1 Temmuz, 15 Temmuz ekim zamanlarında sırasıyla 297.08 g , 297.80 g , 304.35 g , 306.98 g , 328.34 g ve 317.41 g değerler elde edilmiş ve bu ekim zamanları aynı grubu istatistiki ve en düşük grupta yer almıştır. 15 Haziran ve 1 Haziran ekim zamanları, bindane ağırlığı açısından en yüksek değerlere (en yüksek seviye)

sahip olmuştur. 1 Mayıs ve 15 Mayıs ekim zamanları da nispeten yüksek bindane ağırlığı değerleri vermiştir.

Tablo 5. Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisinin Koçanda dane ağırlığı ve bindane ağırlığına ait değerler ve çoklu karşılaştırması

Ekim zamanları	Koçanda dane ağırlığı (g koçan ⁻¹)**	Bindane ağırlığı (g)**
1 Mart	94.30 e†	297.07 d†
15 Mart	130.75 d	297.80 d
1 Nisan	123.90 d	304.35 d
15 Nisan	132.40 d	306.97 d
1 Mayıs	151.00 c	377.30 c
15 Mayıs	176.65 b	377.92 bc
1 Haziran	201.55 a	410.00 ab
15 Haziran	208.00 a	410.95 a
1 Temmuz	204.05 a	328.34 d
15 Temmuz	202.62 a	317.40 d
Ortalama	162.52	342.81
LSD	16.2326	32.5467

†: Aynı harf ile ifade edilen ortalamalar arasında LSD testine göre %5 düzeyinde istatistiki olarak önemli farklılık yoktur.

** : %1'e göre önemli.

Bulgularımızı destekler nitelikte bazı araştırmacılar benzer sonuçlar bildirmişlerdir. Sönmez (2000) Tokat ekolojik koşullarında ekim zamanlarının mısırın verim ve verim bileşenlerine etkilerini incelediği çalışmada 317.50 g ile 356.60 g arasında değişen bin dane ağırlığı değerlerini rapor etmiştir. Akçalı (2021) dört farklı ekim zamanında (1 Mart, 15 Mart, 1 Nisan ve 15 Nisan) üretimi yapılan mısırdan bin dane ağırlığı değerlerini 301.30 ile 363.30 g arasında bulmuştur. Yaşak (2002) tarafından yapılan çalışmada ise erken ekim dönemlerinin mısır bitkisi bin dane ağırlığını, daha geç dönemde ekimi yapılan mısır bitkisinin bin dane ağırlığından daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Çanakkale ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarında yapılan bir çalışmada 206.90 g ile 332.60 g arasında (Bandır, 2008) değişen bin dane ağırlığı değerleri saptanmıştır. Karaşahin ve Sade (2012), Konya'da yaptıkları çalışmada, 1000 tane ağırlığını 359.20-411.00 g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Demiray (2013), Bingöl'de yürüttüğü araştırmada, 1000 tane ağırlığını 324.26 g-397.36 g arasında tespit etmiştir. Saruhan ve Öktem (2021) Diyarbakır koşullarında farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisi çeşitlerinin bin dane ağırlığı değerlerini 336.42 g ile 412.22 g arasında tespit etmişlerdir. Bindane ağırlığı değişik kültürel uygulamalar ile farklılaşabilmektedir (Öktem ve Öktem, 2022).

3.7. Hektolitre Ağırlığı (kg hl⁻¹)

Ekim zamanının hektolitre ağırlığı üzerinde istatistiksel bakımdan anlamlı düzeyde bir etkisinin olduğu görülmektedir ($p<0.01$). Tablo 6'da farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisinin hektolitre ağırlığına ait değerler ve çoklu karşılaştırmasına yer verilmiştir.

LSD testi bulgularında mısır bitkisi hektolitre ağırlığı (kg hl⁻¹) bakımından ekim zamanları farklı gruplara ayrılmıştır. En yüksek hektolitre ağırlığı 15 Mart, 1 Nisan, 15 Nisan, 1 Mayıs ve 15 Mayıs ekim zamanlarında (sırası ile 74.25 kg hl⁻¹, 73.78 kg hl⁻¹, 74.98 kg hl⁻¹, 73.43 kg hl⁻¹ ve 75.10 kg hl⁻¹) elde edilmiştir. 1 Haziran, 15 Haziran, 1 Temmuz ve 15 Temmuz ekim zamanları daha düşük hektolitre ağırlığı değerlerine sahiptir ve en düşük hektolitre ağırlığı 1 Temmuz ekim zamanında (68.10 kg hl⁻¹) elde edilmiştir. 1 Mart ekim zamanı, orta düzeyde bir hektolitre ağırlığı değerine sahiptir. Bu sonuçlar, mısır yetiştiriciliğinde ekim zamanının hektolitre ağırlığı üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu ve doğru ekim zamanının seçilmesinin kaliteyi artırabileceğini göstermektedir.

Tiftikci (2011) tarafından Bursa'nın Karacabey bölgesinde yapılan çalışmada, çeşitlerin hektolitre ağırlığını 66.60 kg ile 78.30 kg arasında olduğu belirlenmiştir. Şanlı (2013) Konya ili şartlarında yürüttüğü çalışmada genotiplere ait hektolitre ağırlığını (kg hl⁻¹) 71.10 kg ile 78.20 kg arasında bulmuştur. Akçalı (2021) dört farklı ekim zamanında (1 Mart, 15 Mart, 1 Nisan ve 15 Nisan) yapılan mısır yetiştiriciliğinde hektolitre ağırlığı değerlerini 72.80 kg ile 78.70 kg arasında tespit etmiştir. Öktem ve Toprak (2013) Çukurova koşullarında bazı atdışi mısır genotiplerinde hektolitre ağırlığının 64.50 kg hl⁻¹-72.20 kg hl⁻¹ arasında değiştiğini belirlemiştir. Bununla birlikte; Saruhan ve Öktem (2021) Diyarbakır koşullarında yetiştirilen mısır bitkisi çeşitlerinin hektolitre ağırlığı orta ekim zamanından geç ekim zamanına doğru azaldığını bildirmişlerdir.

3.8. Sömek Oranı (%)

Sömek oranı üzerine ekim zamanları arasında istatistiksel bakımdan önemli bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisinin sömek oranına ait değerler ve çoklu karşılaştırması Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisinin hektolitreye ağırlığı sömek oranına ait değerler ve çoklu karşılaştırması

Ekim zamanları	Hektolitreye ağırlığı (g)**	Sömek oranı (%)**
1 Mart	70.90 b†	20.03 a†
15 Mart	74.25 a	14.19 cd
1 Nisan	73.78 a	15.29 cd
15 Nisan	74.98 a	13.68 d
1 Mayıs	73.43 a	15.94 cd
15 Mayıs	75.10 a	13.95 d
1 Haziran	69.95 bc	16.45 bc
15 Haziran	68.65 bc	18.48 ab
1 Temmuz	68.10 c	19.14 a
15 Temmuz	68.68 bc	19.23 a
Ortalama	71.78	16.64
LSD	2.39	2.380

†: Aynı harf ile ifade edilen ortalamalar arasında LSD testine göre %5 düzeyinde istatistiki olarak önemli farklılık yoktur.

** : %1'e göre önemli.

Sömek oranı bakımından mısır bitkisi ekim zamanlarının farklı gruplara ayrıldığı izlenmiştir. Tablo 6 incelendiğinde ekim zamanlarına göre sömek oranları %13.68 ile %20.03 arasında değiştiği belirlenmiştir. 1 Mart, 15 Haziran, 1 Temmuz ve 15 Temmuz ekim zamanları, en yüksek sömek oranlarına (sırasıyla, %20.03, %18.48, %19.14 ve %19.23) sahip olup, bu ekim zamanları LSD testine göre aynı grupta ve en yüksek seviyede yer almıştır. 15 Nisan ve 15 Mayıs ekim zamanları, en düşük sömek oranlarına (%13.68 ve %15.94) sahip olup, bu gruplar arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Bu sonuçlar, mısır yetiştiriciliğinde ekim zamanının sömek oranı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve optimal ekim zamanlarının seçilmesinin verimliliği artırabileceğini göstermektedir.

Kıraç (2018) II. Ürün olarak atdığı mısır çeşitlerinde 1 Haziran, 20 Haziran ve 10 Temmuz tarihlerinde yaptığı çalışmada sömek oranını %18.90 ile %22.20 arasında tespit etmiştir. Öktem ve Toprak (2013), Çukurova koşullarında bazı atdığı mısır genotiplerinde sömek oranı değerlerini 13.50 ile 20.30 arasında olduğunu bulmuşlardır. Diyarbakır ve Şanlıurfa ekolojik koşullarında mısır bitkisinde Çölkesen ve ark., (1997) %13.00-28.30 aralığında sömek oranını belirlemişlerdir. Cesurer ve Ünlü, (2001) mısırdaki %13.40- %20.90 arasında sömek oranını tespit etmiştir. Araştırmanın yapıldığı bölgede Üzen ve Öktem (2022) Şanlıurfa ili ikinci ürün koşullarında sömek oranını %19.13- %15.75 arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

3.9. Tane Verimi (kg da⁻¹)

Ekim zamanlarının tane verimi üzerinde istatistiksel bakımdan çok önemli bir etkisinin olduğu izlenmiştir ($p<0.01$). Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisinin tane verimine ait değerler ve çoklu karşılaştırması Tablo 7’de yer almıştır.

Çoklu karşılaştırma testi bulgularından ekim zamanları bakımından tane veriminin farklı şekilde gruplara ayrıldığı görülmektedir. Tablo 7’de ekim zamanlarına göre tane verimi 636.98 kg da⁻¹ ile 1455.80 kg da⁻¹ arasında değişmekte olduğu izlenmiştir. 1 Temmuz ekim zamanı, 1455.80 kg da⁻¹ ile en yüksek tane verimine sahip olduğu belirlenirken, 15 Haziran ekim zamanı, 1372.30 kg da⁻¹ ile ikinci en yüksek verime sahip olduğu belirlenmiştir. 1 Mart ekim zamanında ise, 636.98 kg da⁻¹ ile en düşük tane verimine ulaşılmıştır. Bu sonuçlar, mısır yetiştiriciliğinde ekim zamanının tane verimi üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olduğunu ve 1 Temmuz ekim zamanının en yüksek tane verimi sağladığını göstermektedir.

Öktem ve Öktem (1999) tarafından şeker mısırında yapılan çalışmada, koçan veriminin 838.50 kg da⁻¹ ile 1637 kg da⁻¹ arasında değişim gösterdiği bulunmuştur. Kaya ve Kuşaksız (2012) çalışmalarında, ekim zamanına göre tane veriminin 1185.37 kg da⁻¹ ile 1404.08 kg da⁻¹ arasında olduğunu bildirmiştir. Saruhan ve Öktem (2021) Diyarbakır koşullarında farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisi çeşitlerinin tane verimi değerlerini 1000.89 kg da⁻¹ ile 1248.00 kg da⁻¹ arasında tespit etmişlerdir. Sönmez (2000) Tokat ekolojik koşullarında ekim zamanlarının mısırın verim ve verim bileşenlerine etkilerini incelediği çalışmada; 3932.90 kg da⁻¹ ile 1175.90 kg da⁻¹ arasında değişen tane verimi değerlerinin elde edildiğini rapor etmiştir. Akçalı (2021) dört farklı ekim zamanında (1 Mart, 15 Mart, 1 Nisan ve 15 Nisan) üretimi yapılan mısırdaki tane verimini (kg da⁻¹) 1058.70 kg da⁻¹ ile 1164.80 kg da⁻¹ arasında bulmuştur. Öktem ve Toprak (2013) Çukurova koşullarında 17 at dişi mısır çeşidinde tane veriminin 848.1 kg da⁻¹-1182.4 kg da⁻¹ arasında değiştiğini belirlemiştir. Bandır (2008) Çanakkale ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarında yaptığı çalışmada en yüksek tane verim değerlerini 16 Haziran (1161.20 kg da⁻¹), 26 Haziran (1183.70 kg da⁻¹) ve 6 Temmuz (1140.0 kg da⁻¹) ekilişlerinde tespit etmiştir. Yerli (2015) Van ekolojik şartlarında tatlı mısır çeşitlerinde en uygun ekim zamanının belirlenmesi (27 Mayıs, 10 Haziran, 24 Haziran ve 8 Temmuz) üzerine yaptığı çalışmada en yüksek kavuzlu koçan verimini geç ekim zamanında (3430.70 kg da⁻¹- 8 Temmuz) belirlemiştir.

Hunter ve ark. (1977) düşük sıcaklıkların tane dolum periyodunun süresini uzattığı için çiçeklenme sonrası kuru madde artışına ve bu sürenin daha uzun olmasına etki ederek tane veriminin artmasına neden olduğunu bildirmiştir. Bu

doğrultuda Atakul (2011) Diyarbakır ekolojik şartlarında mısır bitkisi ile farklı ekim zamanlarında yaptığı çalışmada 15 Nisan ekim zamanında (955.40 kg da⁻¹) en yüksek taze verimi elde edildiğini bildirirken, 15 Haziran (403.11 kg da⁻¹), 15 Temmuz (402.38 kg da⁻¹) ve 1 Temmuz (479.82 kg da⁻¹) ekim zamanlarında ise en düşük taze tane verimi elde edildiğini bildirmiştir. Tane veriminin kültürel uygulamalardan etkilendiği belirtilmektedir (Özel ve Öktem, 2020).

3.10. Hasat indeksi (%)

Mısır yetiştiriciliğinde hasat indeksi değeri açısından, ekim zamanının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkisinin olduğu bulunmuştur ($p<0.01$).

Tablo 7’de yer alan LSD bulguları incelendiğinde ekim zamanları mısır bitkisi hasat indeksi bakımından farklı şekilde gruplanmıştır. Tablo 7’de yer alan bilgiler doğrultusunda; ekim zamanlarına göre hasat indeksi değerlerinin %14.93 ile %35.79 arasında değişmekte olduğu bulunmuştur. 1 Haziran ekim zamanı, %35.79 ile en yüksek hasat indeksine sahip olurken, 1 Mart ekim zamanı, %14.93 ile en düşük hasat indeksine (%) sahip olmuştur.

Tablo 7. Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır bitkisinin tane verimi ve hasat indeksine ait değerler ve çoklu karşılaştırması

Ekim zamanları	Tane verimi (kg da ⁻¹)**	Hasat indeksi (%)**
1 Mart	636.98 f†	14.93 e†
15 Mart	757.83 e	21.18 d
1 Nisan	759.85 e	20.31 d
15 Nisan	779.79 de	23.43 cd
1 Mayıs	880.79 d	26.36 bc
15 Mayıs	1002.21 c	26.64 bc
1 Haziran	1043.78 c	35.78 a
15 Haziran	1372.30 ab	28.43 b
1 Temmuz	1455.80 a	28.90 b
15 Temmuz	1264.81 b	28.10 b
Ortalama	995.4138	25.41
LSD	114.826	3.717

†: Aynı harf ile ifade edilen ortalamalar arasında LSD testine göre %5 düzeyinde istatistiki olarak önemli farklılık yoktur.

** : %1’e göre önemli.

15 Haziran, 1 Temmuz ve 15 Temmuz ekim zamanları, hasat indeksi (%) açısından benzer performans göstermiştir ve LSD testine göre aynı grupta (ikinci en yüksek değer) yer almıştır. Bu sonuçlar, mısır yetiştiriciliğinde ekim zamanının hasat indeksi (%) üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olduğunu ve 1 Haziran geç ekim zamanlarının daha yüksek hasat indeksi (%) sağladığını göstermektedir. Mısır yetiştiriciliğinde hasat indeksini (%) artırmak için 1 Haziran ve diğer geç ekim zamanları tercih edilebilir. Ancak, bu ekiliş

zamanlarında bölgesel iklim koşullara ve diğer agronomik faktörlere uygunlukta göz önünde bulundurulmalıdır. Dahmardeh ve Dahmardeh (2010), İranda 5 farklı mısır çeşidiyle 4 farklı ekim zamanında (6 Temmuz, 21 Temmuz, 5 Ağustos 20 Ağustos) yürüttüğü çalışmada 5 Ağustos ekimlerinin hasat indeksi bakımından avantaj sağladığını rapor etmiştir.

Kıraç (2018) II. Ürün olarak atdiği mısır çeşitleri ile farklı ekim zamanlarında (1 Haziran, 20 Haziran ve 10 Temmuz) yaptıkları çalışmada hasat indeksini %13.50 ile %24.00 arasında tespit etmiştir. Akgün ve ark. (2019) Çukurova ikinci ürün koşullarında hasat indeksini %23.50- 33.20 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Uçak ve ark. (2013) Adana ekolojik koşullarında, hasat indeksini %33.80- 36.40 arasında olduğunu belirlemiştir.

Bununla birlikte Getaneh ve ark. (2016) hasat indeksini %31-%49 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Kuşçu, (2010) Bursa koşullarında denemenin ilk yılında %35.90- %60.70 ve denemenin ikinci yılında %48.00- %77.00 arasında olduğunu rapor etmiştir. Bu farklılıklar, kullanılan çeşidin verim potansiyelinin yüksekliğine, silajlık/tanelik olup olmamasına, ana ürün ya da ikinci ürün olarak ekilmesine, iklim, sıcaklık toprak gibi çevresel etmenlere bağlı olabilmektedir.

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Farklı ekim zamanlarının mısır bitkisinin sap kalınlığı dışında incelenen tüm özellikler üzerinde istatistiksel bakımdan etkili olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Araştırma sonucunda ekim zamanlarına göre tane veriminin $636.98 \text{ kg da}^{-1}$ (1 Mart) ile $1455.80 \text{ kg da}^{-1}$ (1 Temmuz) arasında olduğu saptanmıştır. Mısır yetiştiriciliğinde en iyi kalitede ve birim alandan en yüksek verim amaçlandığında; tane verimi açısından en yüksek verim alınabilecek ekim zamanının 15 Haziran ile 1 Temmuz arasında olduğu belirlenmiştir.

Erken ekilen bitkilerin, uzun vejetasyon süresine sahip olmalarına rağmen, tane verimleri arasında belirgin bir farkın olmadığı ve tane verimlerinin de daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca erken ekim zamanlarında havanın kapalı ve yağışlı olması sebebiyle toprağın işlenmesi, yabancı otlarla mücadele ve ekimin yapılması aşamalarında birtakım güçlükler de yaşanması mümkündür. Bütün bu durumlar dikkate alındığında Şanlıurfa ve benzer ekolojilere sahip bölgeler için 15 Haziran ile 1 Temmuz döneminde ekiminin daha elverişli olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akçalı, C. T. (2021). *Mısırın (Zea Mays L.) fizyolojik, morfolojik ve tarımsal özellikleri üzerine ekim zamanının etkisi*. (Yayın No. 704803) [Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Akgün, R., Dokuyucu, T. ve Sevilmiş, U. (2019). Çukurova’da İkinci Ürün koşullarında bazı tanelik mısır çeşitlerinin verim performansının belirlenmesi. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 2(2), 166-175.
- Albayrak, Ö. (2013). *Diyarbakır koşullarına uygun şeker mısır (Zea Mays L. Saccharata Sturt.) çeşitlerinin belirlenmesi*. (Yayın No. 335514) [Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Andrade, F.H., Uhart, S.A. and Cirilio, A. (1993). Temperature affects radiation use efficiency of maize. *Field Crops Res.* 32: 17–25.
- Atakul, Ş. (2011). *Diyarbakır koşullarında farklı ekim zamanlarının beş şeker mısırı (Zea Mays L. Saccharata Sturt.) çeşidinde taze koçan ve tane verimi ile bazı tarımsal özelliklere etkisi*. (Yayın No. 285227) [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Atasever, M. (2018). *Ekim zamanının Amik Ovası koşullarında yetiştirilen mısır (Zea mays L.) çeşitlerinde silaj ve tane verimine etkisi*. (Yayın No. 487921) [Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Atasever, M., Yılmaz, Ş. ve Ertekin, İ. (2020). Ekim zamanının Amik Ovası koşullarında yetiştirilen bazı mısır (Zea mays L.) çeşitlerinde ot verimi ve kalitesine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3): 326-340.
- Atasever, M., Yılmaz, Ş. ve Ertekin, İ. (2021). Hatay ekolojik koşullarında yetiştirilen mısırdaki farklı çeşit ve ekim zamanlarının tohum verimi ve verim özelliklerine etkileri. *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(2): 51-56.
- Bandır, S. (2008). *İkinci ürün olarak yetiştirilen mısırdaki ekim zamanının verim ve verim unsurlarına etkisi*. (Yayın No. 238546) [Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Burcu, Y. (2016). *Isparta koşullarında farklı ekim zamanı ve bitki sıklığının şeker mısırında (Zea Mays Saccharata Sturt.) taze koçan verimi ve kalite özellikleri üzerine etkisi*. (Yayın No. 470781) [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Cesurer, L. ve Ülger, A.C. (1997). Taze koçan olarak değerlendirilen şeker mısırının silajlık bitki olarak üretime girmesi. *Türkiye I. Silaj Kongresi*. 17-19 Eylül 1997, Bursa, 255-260.
- Cesurer, L. ve Ünlü, İ. (2001). Farklı lokasyonlarda yürütülen ikinci ürün hibrit mısır çeşitlerinin bazı bitkisel ve tarımsal özelliklerinin incelenmesi. *KSÜ Fen ve Müh. Derg.* 4(1):138-149.

- Cesurer, L. (1995). *Kahramanmaraş koşullarında ekim zamanı ve ekim sıklığının şeker mısırında taze koçan verimine ve diğer bazı tarımsal ve bitkisel özelliklere etkisi*. (Yayın No. 38892) [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Cengizer, Z., & Öktem, A. G. (2023). Farklı dozlarda ve farklı dönemlerde uygulanan yavaş salınımlı azotlu gübrenin atdışi mısırdaki (Zea mays L. var. indentata) verim ve verim unsurlarına etkisi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(3), 438-450.
- Çölkesen, M., Öktem, A., Akıncı, C., Gül, İ., İri, R. ve Kaya, Y. (1997). Şanlıurfa ve Diyarbakır koşullarında bazı mısır çeşitlerinde farklı ekim zamanlarının verim ve verim komponentleri üzerine etkisi. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*. 22-25 Eylül, Samsun, s. 139-142.
- Dahmardeh, M. and Dahmardeh, M., 2010. The effect of sowing date and some growth physiological index on grain yield in three maize hybrids in southeasten iran. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9(7): 432-436.
- Demiray, Y.G. (2013). *Bingöl ili ekolojik şartlarına uygun tane mısır çeşitlerinin belirlenmesi*. (Yayın No. 351883) [Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Ekinci, E., & Öktem, A. G. (2024). Farklı miktarlardaki azot ve tavuk gübresi uygulamalarının atdışi mısırın (Zea mays L. indentata) koçan ve tane özellikleri ile kaliteye etkileri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 13(1), 1-17.
- Eşiyok, D., Bozokalfa, M. K. ve Uğur, A. (2004). Farklı lokasyonlarda yetiştirilen şeker mısır (zea mays l. var saccharata) çeşitlerinin verim, kalite ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(1): 1-9.
- Getaneh, L., Belete, K. and Tana, T. (2016). Growth and productivity of maize (Zea mays L.) as influenced by inter- and intra-row spacing in kombolcha, eastern ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6(13): 90-101
- Gıda ve Tarım Örgütü (GTÖ; Food and Agriculture Organization, (FAO), 2023. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>. (Erişim Tarihi: 21.12.2025).
- Hunter, R.B., Tollenaar, M. and Breuer, C.M. (1977). Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive growth of maize (Zea mays) hybrid. *Can. J. Plant Sci.*, 57: 1127-1133.
- Karaşahin, M. ve Sade, B. (2012). Hibrit mısır çeşitlerinde (zea mays l.indendata s.) tane verimi ve diğer verim unsurları üzerine olum gruplarının etkileri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26 (2):12-17.
- Kaya, Ç. ve Kuşaksız, T. (2012). Farklı ekim zamanlarında yetiştirilen mısır (zea mays l.) çeşitlerinde verim ve verimle ilgili bazı özelliklerin belirlenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 48-58.
- Kıraç, N. (2018). *Atdışi mısırdaki ekim zamanı ve bitki sıklıklarının morfofizyolojik karakterler ve verime etkisi*. (Yayın No. 526128) [Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi]. YÖKTEZ.

- Koca, O. Y. ve Turgut, İ., (2012). Mısırdaki (*Zea mays L.*) farklı ekim zamanlarının tane verimine, kuru madde birikimine, yaprak alanı indeksine ve bazı büyüme parametrelerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2012, 9(1): 1 – 10.
- Kuşçu, H. (2010). *Bursa koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinde kısıntılı sulamanın verim ve kalite üzerine etkisi.* (Yayın No. 340044) [Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (2024). Şuruç ilçesi meteorolojik verileri.
- Oktem, A. G., & Oktem, A. (2020). Effect of farmyard manure application on yield and some quality characteristics of popcorn (*Zea mays L. everta* Sturt) at the organic farming. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 21(9), 35-42.
- Öktem, A. (1996). *Harran Ovası koşullarında II. ürün olarak yetiştirilebilecek 10 mısır genotipinde (zea mays L.) farklı dozlarda uygulanan fosforun verim ve verim unsurlarına etkisi.* (Yayın No. 50241) [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Öktem, A. ve Öktem, A.G. (1999). Bazı şeker mısırları çeşitlerinin taze koçan ve tane verimleri ile tarımsal karakterlerinin belirlenmesi. *Ü. Z.F. Dergisi*, 20 (1): 33-46.
- Öktem, A., Öktem, A.G. and Coşkun, Y. (2004). Determination of sowing dates of sweet corn (*Zea mays L. saccharata* Sturt.) under Şanlıurfa conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28: 83-91.
- Öktem, A. ve Toprak, A. (2013). Çukurova koşullarında bazı atdışi mısır (*Zea mays L. indentata*) genotiplerinin verim ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. *HR.Ü.Z.F. Derg.*, 17(4): 15-24.
- Öktem, A., Çelik, A., & Öktem, A. G. (2017). Toprağa humik asit uygulamasının mısır bitkisinin (*Zea mays L. indendata*) verim ve bazı verim karakterleri üzerine etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 268-272.
- Öktem, A.G. & Öktem, A. (2022). Bazı Atdışi Mısır (*Zea mays L.indentata*) Genotiplerinin Gap Bölgesi'ne Adaptasyonu Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Yeni Trendler. *Platanus Kitap* S:695-712.
- Öktem, A. G., Ağaçkesen, M. N., & Öktem, A. (2025). Effect of slow-release nitrogen fertilizer with NBPT inhibitor on popcorn (*Zea mays L. everta*) yield and quality. *Turkish Journal of Field Crops*, 30(1), 1-10.
- Özcan, M. (2020). Ekoloji ders notu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi. (<https://www.yandex.com.tr/search/?text=Ekoloji+ders+notlar%C4%B1.+Ondokuz+May%C4%B1s+%C3%9Cniversitesi+Ziraat+Fak%C3%BCltesi+%2C&clid=2411726&lr=103825>), (Erişim Tarihi: Şubat 2025).
- Özel, R. ve Tansı, V., (1994). Çukurova koşullarında iki şeker mısır çeşidinde şaşırtmanın ve farklı ekim zamanlarının verim ve diğer bazı özelliklere etkisi. *Tarla Bitkileri Kongresi*, İzmir, Türkiye, 25-29 Nisan 1994, Cilt.1, No.1, s.300-302.

- Özel, M. R., & Öktem, A. G. (2021). Farklı Düzeylerdeki Vermikompost Uygulamasının Atdışı Mısırın (*Zea mays L. indentata*) Verim ve Verim Karakterlerine Etkisi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(4), 1324-1333.
- Saruhan, M. ve Öktem, A. G. (2021). Diyarbakır koşullarında farklı ekim zamanlarının bazı tane mısır (*zea mays l.*) çeşitlerinde morfolojik ve teknolojik özellikler ile tane verimine etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 10(2): 145-154.
- Sencar, Ö. ve Gökmen, S. (1997). Şeker mısırının (*Zea mays sacchara*) agronomik özelliklerine ekim zamanı ve yetiştirme tekniklerinin etkisi. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 21:65-71.
- Serter, E. (2003). *Farklı mısır gruplarında büyüme derece gün, sıcaklık parametreleri ve verim komponentlerinin saptanması*. (Yayın No. 131692) [Doktora, Adnan Menderes Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Seydoşoğlu, S. ve Saruhan, V. (2017). Farklı ekim zamanlarının bazı silajlık mısır çeşitlerinde verim ve verim unsurlarına etkisinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(4), 377-383.
- Sönmez, F. (2000). Farklı ekim zamanlarının bazı mısır çeşitlerinde tane verimi ve verim komponentlerine etkisi. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1): 95-101.
- Struik, P.C., Doorgeest, M. and Boonman, J.G. (1986). Environmental effects on flowering characteristics and kernel set of maize (*Zea mays L.*). *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 34: 469-484.
- Şanlı, H. M. (2013). *Kendilenmiş Atdışı mısır (zea mays indentata sturt.) hattının diallel melezlerinde bazı tarımsal ve kalite özelliklerinin kalıtımı*. (Yayın No. 357022) [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Taş, T., Öktem, A. G., Öktem, A. and Işık, Y. (2017). Harran Ovası koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinde (*Zea Mays L. Indentata*) farklı ekim sıklığının silaj verimi ve bazı tarımsal özelliklere etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel Sayı-1): 64-69.
- Tiftikci, H. (2011). *Türkiye’de yetiştirilen melez mısır çeşitlerinin bazı tarımsal özellikler bakımından incelenmesi*. (Yayın No. 292584) [Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Turgut, İ. ve Balcı, A. (2002). Bursa koşullarında değişik ekim zamanlarının şeker mısırı (*Zea mays saccharata Sturt.*) çeşitlerinin taze koçan verimi ile verim öğeleri Üzerine Etkileri. *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi*, I. Cilt, 17-21 Eylül, Tekirdağ, s.195-199.
- Uçak, A. B., Gençoğlu, C. and Değirmenci, H. (2013). The effect of direct and traditional seeding methods and different water levels on the water–yield relationship of drip irrigated corn. *JFAE*, 11(3&4):828-833.
- Üzen, S. ve Öktem, A.G. (2022). Yarı kurak iklim koşullarında bazı atdışı mısır (*zea mays l. indentata*) genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*. 11(1): 99-108. DOI: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.942944>.

- Waligora, H. (1997). The influence of sowing terms on vegetation period and morphological characters of sweet corn. *Pracez Zakresu Nauk Rolniczych*, 83: 135- 140.
- Yalım, M. (2016). *Bazı şeker mısırları (Zea mays L. saccharata Sturt) çeşitlerinin ekim zamanının belirlenmesi*. (Yayın No. 432937) [Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Yaşak, S. (2002). *Mısırdaki (Zea Mays. L.) ekim zamanının tohum tutma ve diğer bazı özellikler üzerine etkileri*. (Yayın No. 131753) [Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi]. YÖKTEZ.
- Yerli, C. (2015). *Van Ekolojik şartlarında tatlı mısırın (Zea mays L. var. saccharata) çeşit ve ekim zamanlarının belirlenmesi*. (Yayın No. 418883) [Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖKTEZ.



Su Kaynakları Yönetiminde İklim Değişikliğinin Rolü: Havza Temelli Su Ürünleri Yönetimi

Mustafa İlker Sürer¹ & Nilüfer Yazıcı²

¹ Dr, 0000-0002-2735-9545.

² Prof. Dr. ISUBÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, 0000-0002-4397-5639

GİRİŞ

IPCC raporlarında küresel sıcaklıkların artışı su kaynaklarının dağılımını değiştirerek bazı bölgelerde su stresini arttırdığı, bazı bölgelerde ise su taşkınlarına neden olduğu bildirilmiştir. İklim değişikliği yağış rejimlerinde önemli değişikliklere yol açmaktadır. Bazı bölgelerde daha fazla yağış, diğer bölgelerde ise kuraklık yaşanmaktadır. Bu durum suyun eşit şekilde dağılmamasına yol açmakta ve su kaynakları üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır. Akdeniz havzası gibi su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde bu etkiler daha belirgin yaşanmaktadır. Türkiye gibi Akdeniz iklimine sahip ülkeler, bu değişikliklerden ciddi şekilde etkilenmektedir (IPCC, 2019).

Türkiye'deki iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkilerini analiz eden çalışmalar özellikle Ege, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinde su miktarındaki azalmanın su yönetiminde daha fazla risk oluşturduğunu belirtmiştir. Türkiye'de iklim değişikliği nedeniyle yağışlar düzensizleşmektedir. Akdeniz bölgesindeki yağışlar yaz aylarında ciddi şekilde azalırken, kış aylarında ise aşırı yağışlar yaşanmaktadır. Bundan dolayı su kaynaklarının düzenli ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi zorlaşmaktadır. Türkiye'deki su kalitesi iklim değişikliği nedeniyle kötüleşmeye başlamıştır. Sıcaklık artışları suyun oksijen seviyelerini düşürdüğü için su ekosistemleri üzerinde tehditler oluşturmaktadır. Ayrıca, tarımsal faaliyetlerin artması ve yağışların düzensizliği nedeniyle su kirliliği de artmaktadır. Bu da içme suyu temini ve sulama suyu açısından ciddi sorunlar doğurmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020).

Türkiye'de iklim değişikliği nedeniyle özellikle İç Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgelerinde su seviyelerinin düşeceği ve su kıtlığının daha belirgin hale geleceği öngörülmüştür ve bu durum suyun verimli kullanımını zorlaştıracaktır. Ayrıca Türkiye'de su kullanımının büyük bir kısmı tarımsal sulama için harcanmaktadır ve su seviyelerindeki azalma tarımsal üretimi olumsuz etkileyebilecektir (TÜBİTAK, 2018).

Birleşmiş Milletler Çevre Programı raporunda; küresel sıcaklık artışı ile su kaynaklarının azalacağı ve bu durumun bazı bölgelerde su stresini artıracağı belirtilmiştir. Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Asya gibi su kaynaklarının zaten sınırlı olduğu bölgelerde su kıtlığı daha da derinleşecektir (UNEP, 2016). FAO raporuna göre; su kaynaklarındaki azalma tarımda verim kayıplarına ve su stresinin daha da artmasına neden olmaktadır. Bu da suyun daha verimli kullanılmasını zorlaştırmakta ve yönetim için yeni stratejilerin gerekliliğini doğurmaktadır. Ayrıca bu raporda; dünya genelinde su kaynaklarının eşit şekilde dağılmadığına ve iklim değişikliği ile bu eşitsizliğin daha da arttığına değinilmektedir. Su kaynaklarının yönetiminde eşitsizlikler, suyu yöneten politika ve stratejilerin etkili olmasını engellemektedir. Bu durum, su kaynaklarının sürdürülebilirliğini

tehdit etmekte ve su kaynakları yönetiminin daha adil ve etkin hale getirilmesini zorunlu kılmaktadır (FAO, 2018).

IPCC'nin 2021 raporunda; sıcaklık artışlarının su ekosistemleri üzerinde ciddi etkiler yarattığı belirtilmiştir. Sıcaklık artışı suyun oksijen seviyelerini azaltarak su ekosistemlerinin sağlığını tehdit etmektedir. Bu durum, özellikle tatlı su gölleri ve nehirlerinde su kalitesinin bozulmasına yol açmakta ve balık gibi su canlılarının yaşamını zorlaştırmaktadır. Özellikle balıkçılık endüstrisinin, suyun oksijen seviyesinin düştüğü yerlerde ciddi zorluklarla karşılaşması öngörülmektedir (IPCC, 2021).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü raporunda; birçok akademik çalışma su yönetimi politikalarının iklim değişikliği ile uyumlu hale getirilmesi gerektiğini savunmaktadır (FAO, 2018). Su yönetiminin iklim değişikliği ile uyumlu hale getirilmesinin, su krizlerinin çözülmesi açısından kritik olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, su kaynaklarının yönetiminde daha sürdürülebilir yöntemlerin benimsenmesi gerektiği ifade edilmiştir (Vörösmarty ve Reynolds, 2000).

HAVZA TEMELLİ YÖNETİM VE SU ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜ

Türkiye'deki su ürünleri yetiştiriciliği ve avcılığının su ekosisteminin sürdürülebilirliğini tehdit eden bazı zorluklarla karşı karşıya olduğu vurgulanmaktadır. Özellikle barajlar, göletler ve nehirlerdeki su seviyesindeki değişiklikler, su ürünleri sektörünün verimliliğini etkilemektedir. Bundan dolayı havza temelli yönetim bu tür sorunları minimize etmek için önemli stratejiler sunmaktadır. Havza bazında yapılan izleme ve düzenleme su ürünleri yetiştiriciliğini ekosistem sağlığına zarar vermeden sürdürülebilir kılma yolunda etkili olabilmektedir (Çalışkan, 2018).

Havza temelli yönetim stratejilerinin su ürünleri yönetimi üzerinde önemli bir etkisi olduğu, bu stratejilerin biyolojik çeşitliliği korumada ve ekosistem sağlığını iyileştirmede faydalı olduğu ortaya koyulmuştur (Kay ve White, 2015). Havza temelli yaklaşımlar balık popülasyonlarının sürdürülebilirliğini desteklemekte ve ekosistem hizmetlerini iyileştirdiği belirlenmiştir. Özellikle, su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan kaynakların daha verimli ve çevreye daha az zarar verecek şekilde yönetilmesi gerekmektedir (Fisher vd., 2014).

Havza temelli su yönetimi biyolojik çeşitliliğin korunmasında önemli bir araç olduğu belirtilmiştir. Nehir havzalarının biyolojik çeşitlilik açısından önemli alanlar olduğu ve bu tür ekosistemlerin bütüncül bir yaklaşım ile yönetilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca özellikle su ürünleri yetiştiriciliğinde suyun doğal akışının korunmasının ve habitat çeşitliliğinin sağlanmasının su ekosistemlerinin sürdürülebilirliği için önemli olduğu ifade edilmiştir (Bergström, 2015; Öztürk, 2017). Nehir havzalarında çiftlik su ürünleri

yetiştiriciliği ile ilgili riskler ortaya çıkmıştır. Havza temelli yönetim bu tür çiftliklerde yapılan yetiştiriciliğin çevresel etkilerini azaltma, su kalitesini iyileştirme ve biyolojik çeşitliliği koruma konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Buna ek olarak su ürünleri çiftliklerinin havza içindeki ekosistemle entegrasyonu ve yönetiminin hem çevre hem de yerel ekonomi için planlanması gerekmektedir

(Gomez ve Secor, 2015; Tüzün ve Kaya, 2016; Aydın ve Yılmaz, 2019).

SU ÜRÜNLERİ YÖNETİMİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Türkiye'deki göletler ve akarsularda gerçekleştirilen su ürünleri avcılığı, hatalı yönetim uygulamaları nedeniyle ekolojik dengeyi olumsuz etkilemiştir. Bu olumsuzlukların giderilmesi amacıyla, havza odaklı su ürünleri yönetiminin ekosistem yaklaşımının bütüncül bir şekilde uygulanması gerektiği vurgulanmaktadır. Havza bazlı yönetim anlayışı, yalnızca su ürünleri stoklarının takibini yapmakla kalmaz; aynı zamanda bu sucul ekosistemlerin biyolojik çeşitliliğini ve sundukları ekosistem hizmetlerini uzun vadede korumayı amaçladığını belirtmişlerdir (Kara ve ark., 2017). Bu tür bir yönetim yaklaşımı, su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak adına kritik bir adım olarak değerlendirilmektedir.

İklim değişikliğinin sucul ekosistemler üzerindeki etkileri, günümüzde su kaynakları yönetiminde karşılaşılan büyük zorluklardan birini oluşturmaktadır. Artan su sıcaklıkları ve değişen yağış düzenlerinin, su canlılarının yaşam döngülerini olumsuz yönde etkileyebileceği, yapılan araştırmalarda sıklıkla dile getirilmektedir. Ayrıca, ekosistem sağlığını korumada ve iklim değişikliğine uyum sağlayacak stratejiler geliştirmede önemli bir rol oynamaktadır (Hughes ve Reynolds, 2008). Bu durum su kaynaklarının etkin kullanımı ve doğal dengenin korunması için kritik öneme sahiptir.

Su ekosistemlerinin biyolojik çeşitliliğinin korunmasının önemi, yalnızca ekolojik faktörlerle değil, aynı zamanda sosyo-ekonomik unsurlarla da doğrudan ilişkilidir. Bu şekilde, yerel halkın su ürünleri sektöründen elde ettiği gelirler korunabilir ve sürdürülebilir bir ekonomik yapı sağlanabilir. Ekolojik çeşitliliği korumanın yanı sıra su ürünleri sektörünün ekonomik sürdürülebilirliğini de desteklediğini göstermektedir (Davis ve Slobodkin, 2004). Su ekosistemlerinin sağladığı ekosistem hizmetlerinin ekonomik açıdan nasıl değerlendirilebileceği, sürdürülebilir su ürünleri yönetimi doğrultusunda nasıl optimize edilebileceği üzerine yapılan araştırmalar, havza temelli yönetim anlayışının büyük bir potansiyel taşıdığını göstermektedir. Ekosistem hizmetlerini dikkate alarak hem çevresel hem de ekonomik verimliliği artırabilir. Bu tür bir yaklaşım, doğal sucul sistemlerin sunduğu faydaları göz ardı etmeden su ürünleri üretiminin sürdürülebilir biçimde yapılmasını sağlayabilir (Barbier, 2008). Su ürünleri

retiminde doğal ekosistem sınırlarının gözetilmesinin, kaynakların aşırı kullanımını ve çevresel bozulmayı önleyebileceğini ortaya koymuştur. Bu çerçevede, ekosistem temelli yönetim ilkelerinin üretim süreçlerine entegre edilmesi ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik stratejilerin uygulanması gerekliliği vurgulanmıştır (Muir, 2008). Ekonomik sürdürülebilirliğin, çevresel sürdürülebilirlik ile paralel bir şekilde ele alınması gerektiği, bu alandaki en önemli bulgulardan biridir.

Türkiye’deki su kaynakları üzerine yapılan bir araştırma, iklim değişikliğinin etkilerini değerlendirerek havza odaklı su yönetiminin bu etkileri hafifletmedeki önemini tartışmıştır. Özellikle kuraklık ve düzensiz yağışlar gibi iklim kaynaklı tehditler, Türkiye’nin su kaynaklarını ciddi şekilde tehdit etmektedir. Bunun yanı sıra havza temelli yönetim stratejileri, çevresel değişimlere uyum sağlama açısından etkili bir yöntem sunmaktadır ve bu yönetim yaklaşımlarının benimsenmesi, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı açısından büyük önem taşımaktadır (Acar ve Keskin, 2020). Su rnleri yetiştiriciliği ve çiftlik balıkçılığının, Türkiye’deki havza temelli yönetim stratejileriyle daha verimli hale getirilebilmesi üzerine yapılan araştırmalar, su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileri azaltarak su kalitesini artırabileceğini ve yerel ekosistemleri koruyabileceğini ortaya koymuştur. Çiftlik balıkçılığının çevresel etkilerinin en aza indirilmesi için ekosistem odaklı bir yönetim anlayışının benimsenmesi gerektiği, sektörde sürdürülebilir üretim süreçlerinin sağlanabilmesi adına önemli bir gereklilik olarak ifade edilmiştir (Demir ve Erdem, 2018).

İç su kaynaklarında gerçekleştirilen su ürünleri avcılığının sürdürülebilirliğini arttırmaya yönelik olarak; havza bazlı su yönetimi stratejilerinin, aşırı avcılık, habitat kaybı ve su kirliliği gibi çevresel sorunların azaltılmasında önemli bir rol oynayabileceğini vurgulamaktadır. Bu tür bir yönetim anlayışının, ekosistem dengesini koruyarak su ürünleri avcılığında biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliğini sağlamak için etkili stratejilerin geliştirilmesine olanak tanıyacağı ifade edilmiştir (Yazıcı ve Baş, 2015). Böylece hem ekosistem sağlığı hem de su ürünleri sektörünün uzun vadeli sürdürülebilirliği açısından önemli bir adım atılacağı savunulmaktadır.

SONUÇ

Su kaynakları yönetiminde iklim değişikliğinin etkileri, giderek daha önemli ve güncel bir konu haline gelmiştir. Su kaynaklarının sürdürülebilirliği, yalnızca ekosistem sağlığı açısından değil, aynı zamanda toplumların yaşam kalitesi için de hayati öneme sahiptir. İlim değişikliğinin su kaynaklarını tehdit eden etkileri arttıka, havza temelli su ürünleri yönetimi, bu tehditlere karşı esnek ve etkili bir çözüm sunduğu için kritik bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Bu yaklaşım, çevresel sürdürülebilirliği sağlamakla kalmaz, aynı zamanda ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği de destekleyebilir. Havza temelli yönetim, su kalitesini

iyileştirmek ve ekosistemlerin biyolojik çeşitliliğini korumak için gerekli bir model sunarken, yerel toplulukların su ürünleri sektöründeki gelir kaynaklarını da güvence altına almayı hedeflemektedir.

Bütünsel bir yaklaşım olarak, havza temelli su yönetimi yalnızca bilimsel verilerle değil, aynı zamanda toplumların aktif katılımı ve yerel yönetimlerin desteğiyle başarılı olabilir. Bu bağlamda, iklim değişikliğinin etkilerinin derinleşmeye devam ettiği bir dönemde, havza temelli su yönetimi özellikle su ürünleri yönetiminde kritik bir strateji olarak karşımıza çıkmaktadır. Ekosistemler için olduğu kadar, insan faaliyetlerinin sürdürülebilirliği açısından da büyük öneme sahiptir.

Bu nedenle, havza temelli yönetim modellerine dair daha fazla araştırma yapılarak, farklı havzalarda karşılaşılan özel durumlara yönelik uyarlanmış politikaların geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Su kaynakları yönetimi ile iklim değişikliği arasındaki karmaşık ilişkiyi çözmek, havza temelli yönetimle mümkün olacaktır. Bu alanda yapılacak daha fazla çalışma, su kaynaklarının korunması ve su ürünleri sektörünün sürdürülebilirliği açısından önemli adımlar atılmasına olanak sağlayacaktır.

Su kaynakları yönetimi ile iklim değişikliği arasındaki ilişki, karmaşık ve çok boyutlu bir sorundur. Bu sorunun çözülmesinde, havza temelli yönetim güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır. Eğer bu alanda daha fazla araştırma yapılırsa, su kaynaklarının korunması ve su ürünleri sektörünün sürdürülebilirliği konusunda önemli adımlar atılabilir. Havza temelli yönetim, bu karmaşıklığı ele alarak hem ekosistemlerin hem de toplumsal yapıların uyum içinde varlıklarını sürdürmelerine katkı sağlayacaktır.

Havza temelli yaklaşım, su kaynaklarını bölgesel bir perspektiften yönetmeye olanak tanırken, su ürünlerinin verimliliğini artırmak ve ekosistem sağlığını korumak için bütüncül bir yol sunar. İklim değişikliği ile mücadelede, havza temelli yönetim sistemleri, su kaynaklarının daha etkin ve sürdürülebilir bir biçimde kullanılmasına katkı sağlar. Bu strateji, sadece su kalitesinin iyileştirilmesi değil, aynı zamanda biyolojik çeşitliliğin korunması, ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği ve yerel toplumların yaşam kalitesinin artırılması için de kritik öneme sahiptir.

Sonuç olarak, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin hafifletilmesi ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için havza temelli yaklaşımlar büyük bir rol oynamaktadır. Bu süreçte, yerel yönetimler, bilim insanları ve toplumların iş birliği içinde çalışarak hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürülebilir bir su yönetimi sağlanabilir. Havza temelli su ürünleri yönetimi, su kaynaklarının ve ekosistemlerin korunması açısından hem günümüzün hem de geleceğin su yönetimi stratejilerinin merkezinde yer almalıdır.

KAYNAKLAR

- Acar, H., & Keskin, S. (2020). İklim değişikliğinin Türkiye'deki su kaynakları üzerindeki etkileri ve havza temelli su yönetimi. *Çevre ve İklim Dergisi*, 12(1), 77–89.
- Aydın, A., & Yılmaz, T. (2019). Türkiye'deki su ürünleri yetiştiriciliği ve havza temelli yönetim: Sorunlar ve çözüm önerileri. *Su Kaynakları Yönetimi Dergisi*, 7(4), 123–138.
- Barbier, E. B. (2008). Ecosystem services and economic valuation: A systematic approach to integrating ecological and economic management of water resources. *Ecological Economics*, 64(2), 162–174.
- Bergström, L. (2015). Integrating biodiversity and ecosystem services into river basin management plans. *Environmental Science & Policy*, 56, 30–38.
- Çalışkan, F. (2018). Su ürünleri yönetiminde havza temelli yaklaşım: Türkiye örneği. *Su Kaynakları ve Yönetimi Dergisi*, 10(2), 101–113.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2020). *Türkiye'nin su kaynakları ve iklim değişikliği etkileri*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yayınları.
- Davis, M. A., & Slobodkin, L. B. (2004). The role of aquatic ecosystems in biodiversity maintenance: Integrating ecological and socio-economic management approaches. *Restoration Ecology*, 12, 1–3. <https://doi.org/10.1111/j.1061-2971.2004.0351.x>
- Demir, G., & Erdem, M. (2018). Su kaynakları yönetiminde çiftlik yetiştiriciliği ve havza temelli stratejiler. *Türkiye Su ve Çevre Yönetimi Dergisi*, 6(3), 56–69.
- FAO. (2018). *The state of the world's water resources: Climate change and water security*. Food and Agriculture Organization.
- Fisher, S., Russo, T., Alfredo, K., & Fisher, J. (2014). Sustainable aquatic ecosystem management: A holistic approach. *Journal of Aquatic Conservation*, 24(6), 745–758.
- Gomez, G., & Secor, D. H. (2015). Sustainable aquatic ecosystem management: A holistic approach. *Ecological Economics*, 116, 1–11. <https://doi.org/10.4337/9781783471416.00015>
- Hughes, R. M., & Reynolds, L. J. (2008). Aquatic ecosystem services and climate change: Implications for freshwater and marine ecosystems. *Environmental Management*, 42(6), 925–937.
- IPCC. (2019). *Climate change and water: Impacts, adaptation, and vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2021). *Climate change: The physical science basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kara, M. (2017). Tuzla Gölü'nde su ürünleri yönetimi: Ekosistem temelli bir yaklaşım. *Çevre Bilimleri Dergisi*, 6(4), 45–58.
- Kay, G., & White, C. (2015). Sustainable management of freshwater ecosystems for aquatic species. *Aquatic Ecology*, 49(1), 91–101.

- Muir, J. (2008). River basin management and aquaculture: Managing the limits of growth. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1453).
- UNEP. (2016). *Global environment outlook: Regional assessments*. United Nations Environment Program.
- Öztürk, M. (2017). Türkiye'de havza temelli su yönetimi ve sürdürülebilirlik. *Çevre ve Su Kaynakları Dergisi*, 5(3), 45–58.
- TÜBİTAK. (2018). *Türkiye’de iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkileri*. TÜBİTAK Yayınları.
- Tüzün, M., & Kaya, S. (2016). Su ürünleri yönetiminde ekosistem temelli yaklaşımlar ve havza temelli yönetim uygulamaları. *Su Bilimleri Dergisi*, 8(2), 25–41.
- Vörösmarty, C. J., & Reynolds, L. J. (2000). Global water resources: Vulnerability from climate change and population growth. *Science*, 289(5477), 284–288.
- Yazıcı, M., & Baş, M. (2015). Türkiye’deki su ürünleri avcılığına yönelik havza temelli yönetim politikaları. *Tarım ve Su Bilimleri Dergisi*, 11(1), 99–111.



Hastalık ve Zararlılara Karşı Sebzelerde Aşılı Fide Kullanımının Değerlendirilmesi

Garip Yarşı¹ & Gülay Zulkadir²

¹ Doç. Dr., Mersin Üniversitesi, Silifke Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü/ Silifke, Mersin-Türkiye Orcid: 0000-0002-1952- 0300, Sorumlu Yazar

² Doç. Dr., Mersin Üniversitesi, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletme Yüksekokulu, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü/ Silifke, Mersin-Türkiye, Orcid: 0000-0003-3488-4011

Giriş

Aşılı sebze üretimi 1920’li yıllarda başlamış ve bugüne kadar hızlı bir şekilde ilerleme kaydetmiştir. Ülkemizde ise 1980’li yıllarda başlayan aşılı sebze üretimi bugün ileri bir seviyeye ulaşmıştır (Arpacı ve ark., 2016; Yarşı, 2003; Yetişir ve ark., 2004). Aşılamanın en çok yaygın olduğu ülkelerin başında İspanya, İtalya, Yunanistan, Hollanda gelmektedir. Bunun yanında üretim alanlarının dar olmasından dolayı aşılı sebze yetiştiriciliğine önem veren Japonya ve Kore’de de aşılı sebze yetiştiriciliği yaygındır (Lee, 1994; Oda, 1995). Ülkemizde daha çok domates ve karpuzda aşılı fide kullanılmaktadır. Ancak bunun yanında hıyar, patlıcan ve kavunda da aşılı sebze yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yetişir ve Öztekin (2022) belirtilen bu sebzelerin dışında yurtdışındaki çalışmalarda Fasulye, fesleğen ve enginar da aşılamanın yapıldığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, aşılı fide üreten fide işletmelerinin sayısının gün geçtikçe arttığını ve 2020 yılı itibarı ile 40 işletmenin olduğunu, aşılı sebze fidesi üretiminin 250 milyon adedi geçtiğini, Antalya’nın ise bu üretimde ilk sırayı aldığını bildirilmiştir.

Ülkemizde toplam sebze üretimimizin büyük bir kısmını meyvesi yenilen sebzeler (%80-82), bunu yumrusu ve kökleri yenilen sebzeler (%12-13) izlerken, yaprakları yenilen sebzelerin oranı ise %6-7 olarak bildirilmiştir. Örttü altı tarımında en çok üretilen sebzelerin domates olduğu ve bunu sırasıyla hıyar, karpuz, biber ve patlıcanın izlediği; ayrıca bölgeler bazında ise en büyük üretici bölgenin Akdeniz bölgesi, sonrasında ise Ege, Marmara, Orta Karadeniz, Orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri olarak sıralandığı rapor edilmiştir (Duman ve ark., 2020).

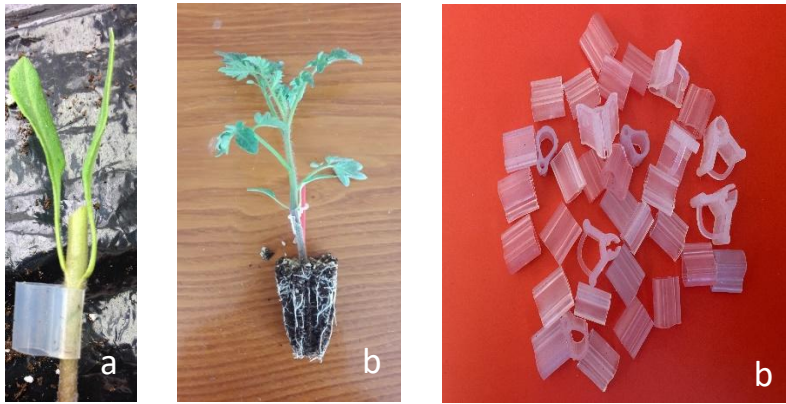
Aşılı sebzelerde verimdeki ve kalitedeki başarı anaç ile kalem arasındaki uyuma, çevresel olarak yetiştirme şartlarına, üreticilerin tercih ettikleri üretim metoduna bağlı olarak değişiklikler göstermektedir (Cohen ve ark., 2005). Aşılama genel olarak verimde ve kalitede artış, özellikle toprak kökenli hastalık ve zararlılara karşı dayanım, suyun ve besin elementlerinin etkin bir şekilde alınması, ekonomik verim süresinin uzaması, abiyotik ve biyotik stres koşullarına dayanımın artması gibi pozitif yönde iyileşmeler sağlanmaktadır (Yetişir ve ark., 2004; Lee ve ark., 2010; Huang ve ark., 2015; Khah, 2005; Yarsi ve ark., 2017a; Yarşı ve ark., 2017b; Yarsi ve Rad, 2004; Yarşı ve Sarı, 2006, Yarşı ve ark., 2008; Morra ve Biloto 2006).

Aşılama ve Hastalık-Zararlılar

Sebzelerde aşılama delme aşı, yanaştırma aşı, yarma aşı, tüp aşılama, tek kotiledonlu eğik aşı, pin aşı gibi farklı teknikler kullanılmaktadır (Yetişir ve ark., 2004; Kabiraj ve ark., 2017; Hakiya ve ark., 2021). Benzer organik özelliklere sahip iki bitki parçasının farklı tekniklerle birleştirilmesi ve tek bir bitki gibi hayatına devam etmesini sağlamak aşılama olarak bilinir ve vegetatif bir çoğaltım

şeklidir. Bu işlemde kullanılan anaç bitkinin kök sistemini oluştururken, toprak üstü kısmını ise kalem oluşturmaktadır. Günümüzde aşılı fide yetiştiriciliği ve aşılı sebzelerle yapılan üretim konusunda bazı sıkıntılar hala devam etmektedir. Bunların başında uygun anaç bulma en büyük sorunların başında gelmektedir. Özellikle toprak kökenli hastalıklar (fungal ve bakteriyel) ve zararlılar (nematod vb) üzerine yapılan çalışmaların yanında, bitkiyi uygun anaçlar kullanılarak güçlü ve sağlıklı yetiştirmek, dolayısı ile bitkileri hastalık ve zararlılara karşı korumak da amaç edinilmiştir (King et al., 2008; Liu ve Zhou, 2009; Yao ve Wu, 2010).

Yapılan bazı çalışmalarda anaç/kalem uyuşmasının, üretim metodunun ve bitkilerin yetiştirildiği çevre koşullarının bitkilerin gelişimini etkilediğini bildirirken uyuşmazlığa bağlı olarak meyvenin kalitesinde bir bozulmanın olabileceği, ayrıca özellikle kabakgillerde aşılamanın çiçeklerde cinsiyeti etkilediği bildirilmiştir (Lee ve Oda, 2003; Mavrona ve Pritsa, 2000; Cohen ve ark., 2005). Yarşı (2003) ise uygun anaç kullanımının kavunlarda tat ve aromada iyileştirici bir etki yarattığını rapor etmiştir.



Şekil 1. a; Aşılانmış domates fidesi, b; Dikime hazır fide, c; Farklı aşı klipsleri

Lee ve Oda (2003) aşılı sebze ile yapılan yetiştiriciliğin toprak kökenli hastalıkların kontrol edilerek hassas çeşitlerin yetiştirilmesine olanak sağlayan çevre dostu bir uygulama olduğunu ve organik tarımda rahatlıkla kullanılabileceğini bildirmektedirler. Aşılamanın yoğun olarak yapıldığı türlerde (Cucurbitaceae ve Solanaceae), daha çok *Fusarium* spp., bakteriyel solgunluk gibi toprak kökenli hastalıkların kontrol edilmesinde kullanılmaktadır (Oda, 1999; Nisini ve ark. 2002).

Biberde yapılan bir çalışmada toprak kökenli hastalık ve zararlılara karşı tür içinde aşılamanın kullanıldığı (Morra ve Biloto 2006), yine biberde yapılan başka

bir çalışmada ise dayanıklı anaçlar üzerine aşılamanın seralarda yapılan yetiştiricilikte kök boğazı yanıklığına karşı başarılı olduğu rapor edilmiştir (Santos ve Goto 2004).

Arpacı ve ark. (2016) biberde yaptıkları çalışmada, hastalık ve zararlıların olmadığı alanlarda aşılı fide kullanımının verimde artış yaratmadığını ancak kök boğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici*) etmeninin bulaşık olduğu alanlarda CM334 anacına aşılı fidelerin kullanılmasının avantajlı olduğunu bildirmişlerdir. Patlıcanda yapılan bir çalışmada ise farklı anaçların kullanılması ile aşılı patlıcanlarda nematod zararına karşı bir korunumun sağlandığı ve böylece verimde ve kalitede artışın olduğu bildirilmiştir (Carmina ve ark., 2011).

Rahman ve ark., (2021) domateslerde yaptıkları bir çalışmada maxifort anacı üzerine aşılınmış anaçlarda toprak kökenli hastalıklara ve zararlılara (*Fusarium*, *verticillium*, kök çürüklüğü, nematod gibi) karşı dayanım kazandığını, ve aşılınmamış bitkilere oranla verimde yaklaşık %90 artış sağladığını bildirmişlerdir. Yine domateste yapılan bir çalışmada *Ralstonia solanacearum*'un neden olduğu bakteriyel solgunluğa karşı aşılı domates kullanılmış ve hastalığın kontrol edildiğini dolayısıyla verimde artışın olduğunu rapor etmişlerdir (Rivard ve ark., 2012). Domateste bakteriyel solgunluğa karşı aşılamanın kullanıldığı ve başarılı olduğu bir çok çalışma bulunmaktadır (Lin ve ark., 2008; Matsuzoe ve ark.,1993; Peregrine ve Binahmad, 1982). Domateste yapılan başka bir çalışmada ise *Sclerotium rolfsii* ve kök ur nematodlarına (*Meloidogyne* spp.), karşı Big Power (sadece bir lokasyon), Beaufort ve Maxifort anaçlarının verimde artış sağladığını ve topraktaki hastalık ve zararlı popülasyonunu baskıladığını bildirmişlerdir.

Yetişir ve Sarı (2003a) aşılı karpuzlarla yaptıkları bir çalışmada uygun anaç/kalem kombinasyonunun bitki büyümesini pozitif yönde etkilediğini ve böylece verim ve kalitede artış sağlandığını rapor etmişlerdir. Yarşı (2003) kavunlarda yaptığı bir çalışmada da uygun anaç kullanımı ile verim, kalite ve bitkinin biyomasının arttığını ve özellikle nematoda dayanıklı anaçlarda bu artışın daha fazla olduğunu vurgulamıştır.

Toprak kökenli patojenler kök ur nematodu, *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Sclerotinia* spp., *Verticillium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Ralstonia solanacearum* gibi etmelerdir ve bunlar toprakla temas eden bitki dokularını etkileyen ve bulaşık topraklarda yaklaşık %68 oranında ürün kaybına neden olan ve aynı zamanda farklı yerlerde ve farklı formlarda uzun süre canlı kalabilen organizmalardır(Yadav, 2020)

Tablo 1. Sebzelerde aşılama kullanılan bazı anaçların kullanım amaçları (Hakiya ve ark., 2021’den modifiye edilmiştir).

Sebze Türü	Kullanılan Anaçlar	Dayanıklılık ve Pozitif Etki
Domates	AR-9707 (<i>Solanum lycopersicum</i>)	Tuzluluk
	Maxifort (<i>S. lycopersicum</i> × <i>S. habrochaites</i>)	Verimlilik Ağır Metal
	Beaufort (<i>S. lycopersicum</i> × <i>S. habrochaites</i>)	Toprak kökenli hastalıklar
	Cheong Gang and Jjak Kkung	Kuraklık stresi
	Black beauty (eggplant)	Sıcak stresi
	Beaufort	Kök ur nematodu
	B-blocking	Thermal stress
Patlıcan	<i>S. integrifolium</i>	Kök ur nematodu
	<i>S. torvum</i>	Verticilium solgunluğu
	<i>S. incanum</i> × <i>S. melongena</i>	Verimlilik
Tatlı Biber	AR-96023 (<i>Capsicum annuum</i>)	Kök ur nematodu
	AF-2638 (<i>C. annuum</i>)	<i>Phytophthora capsici</i>
Karpuz	Shintoza (<i>Cucurbita maxima</i> × <i>C. moschata</i>)	Fusarium solgunluğu
	Cucurbita spp.	Verticilium solgunluğu
	PS 1313 (<i>C. maxima</i> × <i>C. moschata</i>)	Etkili su alımı
	Shintoza (<i>C. maxima</i> × <i>C. moschata</i>)	Kök ur nematodu
	Brava (<i>C. pepo</i> L.)	Azot metabolizması
	Jinxinzheng (<i>C. moschata</i>)	Potasyum alımı ve metabolizması
	TZ 148 (<i>C. maxima</i> × <i>C. moschata</i>)	Tuzluluk
Hıyar	Shintoza (<i>C. maxima</i> × <i>C. moschata</i>)	Yüksek sıcaklık
	Kabak (<i>C. moschata</i>)	Wax-free fruit
	Shintoza (<i>C. maxima</i> × <i>C. moschata</i>)	Soğuk
Kavun	TZ 148 (<i>C. maxima</i> × <i>C. moschata</i>)	Fusarium solgunluğu, Tuzluluk
	Shintoza (<i>C. maxima</i> × <i>C. moschata</i>)	Besin elementi ve su alımı
		Kök çürüklüğü hastalıkları

Aşılama ile toprak kökenli bazı hastalıkların ve zararlıların sebze türlerine bağlı olarak kontrol edilebileceği bazı çalışmalarda verilmiştir. Bunların bazıları *Fusarium oxysporum* ve *Verticillium dahliae* (Domates, Biber, Karpuz, Kavun, hıyar); *Fusarium oxysporum* ve *Fusarium solani* (domates, biber, karpuz); *Monosporascus cannonballus* (Karpuz, kavun); *Phytophthora capsici* (biber, domates, karpuz, hıyar); *Phytophthora lycopersici* (domates, patlıcan); *Corynespora cassicola* (hıyar); *Phomopsis sclerotioides* (kavun, hıyar); *Ralstonia solanacearum* (domates, biber, patlıcan); *Meloidogyne* spp. (hıyar,

kavun, karpuz, domates, biber, patlıcan); *Pyrenochaeta lycopersici* (domates, biber, patlıcan) olarak bilinmektedir (Yetiştir ve ark., 2003b; Suansia ve Samal, 2021; King ve ark., 2008; Louws ve ark., 2010).

Sonuç olarak:

Dünya sebze üretimi uygun olmayan toprak koşullarına, toprak kökenli hastalık ve zararlılara ve bunun yanında farklı biyotik ve abiyotik stres koşullarına her geçen gün daha fazla maruz kalmaktadır. Aşılı sebze yetiştiriciliği bu olumsuzlukları gidermek için kullanılan tarım dostu bir uygulama olarak tercih edilmektedir (Suansia ve Samal, 2021).

Aşılı fide yetiştiriciliği ülkemizde önemli bir sektör haline gelmiştir. Fidebirlik verilerine göre 2008 yılında 41 üye ile kurulan **FİDEBİRLİK**'in üye sayısı, 2024 yılı Kasım sonu itibarıyla 251'e ulaşmış ve 251 üyenin 216'sı sebze, 31'i çilek, 3'ü doku kültürü, 1'i de tıbbi ve aromatik bitki fidesi üretmektedir. İlk üç sırada yer alan işletmelerin 91'i Antalya, 22'si İzmir ve 19'u Mersin'de bulunmaktadır (Anonim, 2024a). Özellikle aşılı fide yetiştiriciliğinde son 20 yılda yaklaşık %50 lik bir artışın olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2024b). Bu bağlamda fide üretiminde uzmanlaşmış elemanların kullanılması çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Aşılama sırasında gerekli özenin gösterilmemesinden kaynaklanan kalitesiz fidelerin oluşmaması için hem üretim tesisinin hem de aşılı yapan kişilerin her aşamada çok dikkatli olması gerekmektedir. Aşılı fide yetiştiriciliğinde daha çok hibrit olan iki tohumun kullanılması maliyeti artırıyor gibi gözükse de, birim alana fide sayısının daha az dikilmesi ve üretimde, verimde ve kalitede meydana gelen artış kazancı artırmaktadır. Ancak anaç bulma konusunda araştırmaların hız kesmeden devam etmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, Üniversiteler, Tarımsal Araştırma Merkezleri, özel şirketler birbirine materyal ve üretim alanında destek sağlamalıdır.

Aşılı sebze kullanmak özellikle toprak kökenli hastalıklar ve zararlılardan bitkiyi korumak için önemlidir. Dayanıklı anaçlarla yapılacak aşılı fide kullanımı ile pestisit kullanımı azalacağı için çevre dostu bir tarım olacak, böylece hem insan sağlığı hem de çevre sağlığının korunmasına yardımcı olunacaktır. Özellikle hem toprakta hem de bitkide kalıntı etkisi yaratan zirai ilaç kullanımının azaltılmış olması, girdi masraflarının kullanımının azaltılması açısından da son derece önemlidir. Aşılı fidelerin kullanılmasında önemli olan bazı konulara dikkat etmek gerekmektedir. Bunlardan bazılarını şu şekilde sıralayabiliriz;

- Öncelikle uyuşur anaçlar üzerine aşılama yapmak ve bu fideleri kullanmak gerekir.
- Aşılı fideleri dikerken aşı noktasının zarar görmemesine özen gösterilmelidir. Çoğu zaman aşılama için kullanılan klipsler koruyabilir

ancak yine de zaman zaman dikim sırasında aşı noktasında kırılmalar meydana gelebilmektedir.

- Aşılı fideleri dikerken aşı noktasının dikimi yapılan ortamın altında kalmamasına dikkat edilmelidir. Özellikle kolay köklenen domates gibi bitkilerde bu durum kalemin köklenmesine yol açabilir. Böylece aşılamanın asıl amacı ortadan kalkmış olur ve bitkiler toprak kökenli hastalık ve zararlılardan etkilenebilir.
- Anacın güçlü kök yapısı sayesinde bitki çok daha güçlü gelişeceği için dikim mesafelerinin normal dikim mesafelerinden fazla olmasına özen gösterilmelidir. Böylece bitkiler daha rahat gelişecektir. Sık dikimlerde görülebilen havalanma sorunu ortadan kalkacağı için fungal (mantari) ve bakteriyel hastalıkların önüne geçilebilir.
- Üreticiler aşılı bitkilerle üretim yaparken kültürel işlemlerde ve özellikle gübrelemede çok daha hassas davranmalıdırlar. Anacın kök sisteminin daha hızlı ve hacimsel olarak daha çok olması nedeni ile sulama ve gübreleme bunlar dikkate alınarak yapılmalıdır.
- Aşılı fide alırken anaç ve kalemin özelliklerinin tam olarak araştırılıp bu doğrultuda tercihler yapılmalıdır. Kullanılan anaçlar, özellikle yetiştiriciliği yapılacak şartlara uygunluk açısından önemli olacaktır.
- Aşılı karpuz yetiştiriciliğinde hasat dönemi daha çok önemli olmaktadır. Meyvelerin iri olması nedeniyle erken hasat edilmesi kalitede azalmaya neden olmaktadır. Hasatta dikkatli olunması ile zaman zaman tüketicilerden gelen bu yöndeki şikayetlerin önüne de geçilmiş olur.
- Fide üreten işletmelerin üretim ve maliyet verileri her yıl analiz edilmeli ve bu veriler yeni açılacak işletmelere referans olacak şekilde ulaşılabilir olmalıdır.
- Fide üretimi yapan işletmelerin en büyük sorunlarından biri aşı yapacak uzman personel bulma durumudur. Bu alanda tecrübe kazanan personelin sabit olmaması sıkıntı yaratmaktadır.
- Aşılı fide üretim maliyetinin fazla olması hem işletmeleri hem de üreticileri zor durumda bırakmaktadır. Bu durum üreticilerin aşılı fideye pozitif yönde yaklaşımını zorlaştırmaktadır.
- Aşılı fidenin tarımda kullanılması ile aşılı fide üreten işletmelerde işçi sayılarında artış meydana gelmektedir. Bu bağlamda işletmelerin ve çalışanların haklarının iyileştirilmesi kapsamında gerekli düzenlemelerin yapılması üretimde kaliteyi arttırabilir.

Kaynaklar

Anonim, 2024a.

<http://www.fidebirlik.org.tr/uyelik/fidebirlikin-yillara-ve-illere-gore-uye-sayisi/>,
(Erişim Tarihi: 05.05.2025).

Anonim, 2025b. <http://www.fidebirlik.org.tr/haberler/avrupanin-fide-ureticileri-antalyada-bulustu/> (Erişim Tarihi: 05.05.2025).

Arpacı, B.B., Ak, A., Abak, K. 2016. Kök Boğazı Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı Biber (*Capsicum annuum* L.) Melezlerinin Anaç Performansları. YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi, 26(1): 7-15

Carmina, G., Prohens, J., Raigon, M.D., Stommel, J.R., Nuez, F. 2011. Eggplant relatives as sources of variation for developing new rootstocks: Effects of grafting on eggplant yield and fruit apparent quality and compositi. Scientia Horticulturae 128 (2011) 14–22.

Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., Porat, A., Edelstein, M. 2005. Performance of Galiatype melons grafted on to *Cucurbita* rootstock in *Monosporascus cannonballus* infested and non infested soils. Ann. Appl. Biol;146:381-387.

Duman, İ., Tüzel, Y., Appelman, D.J. 2020. Türkiye’de Sebze Üretiminde Tür ve Çeşit Tercihleri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., Özel Sayı: 169-178.

Hakiya, T., Parameswari, E., Davamani, V., Yazhini, G., Singh, S. 2021. Grafting Mechanism in Vegetable Crops. Res J. Chem. Environ. Sci., Vol 9(4): 18-26.

Huang, Y., Kong, Q.S., Chen, F., Bie, Z.L. 2015. The history, current status and future prospects of vegetable grafting in China. Acta Hort. 1086:31-40.

Kabiraj, J., Saha, S.K., Das, S.P., Devi, A.P. 2017. Vegetable Grafting: An effective tool for biotic and abiotic stress management: A review International Journal of Chemical Studies, 5(6): 1297-1300

King, S.R., Davis, A.R., Liu, W.G., Levi, A. 2008. Grafting for disease resistance. Hortscience;43:1673-1676.

Khah, E.M. 2005. Effects of grafting on growth, performance and yield of aubergine in the field and greenhouse. J. Food Agric. Environ. 3, 92- 94.

Khah, E., Kakava, E., Mavromatis, A., Chachalis, D., Goulas, C. 2006. Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open- field. J. Appl. Hort. 8:3-7.

Lee, J. M., 1994. ‘Cultivation of grafted vegetables I. Current status grafting methods and benefits’. *Hort Science*, 29(4), 235-239.

Lee, J.M., Kubota, C., Tsao, S.J., Bie, Z.L., Hoyos, E.P., Morra, L., Oda, M. 2010. Current status of vegetable grafting: diffusion, grafting techniques, automation. Scientia Hort. 127:93-

Lee, J.M., Oda, M. 2003. Grafting of Herbaceous vegetables and Ornamental Crops. Hort. Revi. In: Janick J. (ed.). Horticultural reviews. John Wiley & Sons. New York, NY.; 28:61-124.

- Lin, C., Hsu, S., Tzeng, K., Wang, J. 2008. Application of a preliminary screen to select locally adapted resistant rootstock and soil amendment for integrated management of tomato bacterial wilt in Taiwan. *Plant Dis.* 92:909-916.
- Liu, N., Zhou, B., 2009. Grafting eggplant onto tomato rootstock to suppress *Verticillium dahliae* infection: the effect of root exudates. *HortScience* 44, 2058–2062.
- Louws F.J., Rivard C.L., Kubota C. 2010. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. *Scientia Horticulturae* 127, 127-146
- Matsuzoe, N., Okubo, H., Fujieda, K. 1993. Resistance of tomato plants grafted on Solanum rootstocks to bacterial wilt and root-knot nematode. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 61:865-872.
- Mavrona, T., Pritsa, T. 2000. Response of Squash (*Cucurbita* spp.) as Rootstock For Melon (*Cucumis melo* L.). *Scientia Horticulturae* 83:353-362.
- Morra, L., Bilotto, M., 2006. Evaluation of new rootstocks for resistance to soil-borne pathogens and productive behaviour of pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 81, 518–524.
- Nisini, P.T., Colla, G., Granati, E., Temperini, O., Crino, P., Saccardo, F. 2002. Rootstock resistance to Fusarium wilt and effect on fruit yield and quality of two muskmelon cultivars. *Sci. Hort.*; 93:281-288
- Oda, M. 1999. New grafting method for fruit-bearing vegetables in Japan. *Japan Ag. Res. Quart.*; 29:187-194.
- Oda, M., 1995. 'New grafting method for fruit-bearing vegetables in Japan'. *Japan Agricultural Research Quarterly* 29: 187-194.
- Peregrine, W.T.H., Binahmad, K., 1982. Grafting - a simple technique for overcoming bacterial wilt in tomato. *Trop. Pest Manag.* 28, 71–76
- Rahman, M., Islam, T., Jett, L., Katcon, J. 2021. Biocontrol agent, biofumigation, and grafting with resistant rootstock suppress soil-borne disease and improve yield of tomato in West Virginia. *Crop Protection* 145 : 105630
- Rivard, C.L., Louws, F.J. 2008. Grafting to manage soil-borne diseases in heirloom tomato production. *Hortscience*;43:2104-2211.
- Rivard, C.L., O'Connell, S., Peet, M.M., Louws, F.J. 2010. Grafting tomato with interspecific rootstock to manage diseases caused by *Sclerotium rolfsii* and southern root-knot nematode. *Plant Dis*;94:1015-1021.
- Rivard, C. L., O'Connell, S., Peet, M. M., Welker, R. M., Louws, F. J. 2012. Grafting Tomato to Manage Bacterial Wilt Caused by *Ralstonia solanacearum* in the Southeastern United States. *Plant Dis.* 96:973-978.
- Santos, H.S., Goto, R., 2004. Sweet pepper grafting to control phytophthora blight under protected cultivation./Enxertia em

plantas de pimentão no controle da murcha de fitóftora em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* 22, 45–49.

- Suansia, A., Samal, K.C. 2021. Vegetable grafting: A sustainable and eco-friendly strategy and soil-borne pest and disease management. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(1):1634-1642.
- Yadav, R. A. 2020. Comprehensive review on management of soil borne diseases through vegetables grafting. A comprehensive review on management of soil borne diseases - GRIN eBook, 1-13.
- Yao, H., Wu, F. 2010. Soil microbial community structure in cucumber rhizosphere of different resistance cultivars to *Fusarium* wilt. *FEMS Microbiol. Ecol*;72:456-463.
- Yarşı, G. 2003. Sera Kavun Yetiştiriciliğinde Aşılı Fide Kullanımının Verim, Meyve Kalitesi ve Bitki Besin Maddeleri Alımı Üzerine Etkilerinin Araştırılması. ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Yarşı, G., Rad, S., 2004. Cam serada aşılı fide kullanımının Faselis F1 patlıcan çeşidinde verim, meyve kalitesi bitki büyümesine etkisi. *Alatarım*, 3(1):16-22
- Yarşı, G., Sarı, N. (2006). Aşılı fide kullanımının sera kavun yetiştiriciliğinde beslenme durumuna etkisi. *Alatarım*, 5,1-8.
- Yarşı, G., Rad, S., Çelik, Y. 2008. Farklı anaçların Kybele f1 hıyar çeşidinde verim, kalite ve bitki gelişimine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 27-34.
- Yarsi, G.; Sivaci, A.; Dasgan, H.Y.; Altuntas, O.; Binzet, R.; Akhoundnejad, Y. 2017a. Effects of salinity stress on chlorophyll and carotenoid contents and stomata size of grafted and ungrafted galia C8 melon cultivar. *Pak. J. Bot.*, 49, 421–426
- Yarsi, G.; Altuntas, O.; Sivaci, A.; Dasgan, H.Y. 2017b. Effects of salinity stress on plant growth and mineral composition of grafted and un-grafted Galia C8 melon cultivar. *Pak. J. Bot.*, 49, 819–822.
- Yetisir, H., Sari, N. 2003. Effect of Different Rootstock on Plant Growth, Yield and Quality of Water melon. *Animal Production Science*,43;10: 1269-1274
- Yetişir, H., Yarsi, G., ve Sarı, N., 2004. ‘Sebzelerde aşılama’. *Bahçe* 33 (1- 2): 27- 37.
- Yetisir, H., Kurt, S., Sarı, N., Tok, F.M. 2007. Rootstock potential of Turkish *Lagenaria siceraria* germplasm for watermelon: plant growth, graft compatibility, and resistance to *Fusarium*. *Turkish J. Agricult. Forestry*;31:381-388.
- Yetisir, H., Sari, N., Yucel, S. 2003b. Rootstock resistance to *Fusarium* wilt and effect on watermelon fruit yield and quality. *Phytoparasitica*;31:163-169.
- Yetişir, H., Öztekin, G.B. 2022. "Sebzelerde Aşılama," In *Sebzelerde Fide Yetiştiriciliği-2* , Ankara: Gece kitablığı,pp.169-224.



Akustik Uyarı Cihazlarının (Pinger) Balıkçılıkta Kullanımı

Adnan Tokaç¹

¹ Prof. Dr., Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, ORCID: 0000-0002-2968-7315

Giriş

Balıkçılıkta hedef dışı yakalamaların (by-catch) ve bununla ilişkili olarak meydana gelen ekosistem etkilerinin azaltılması, kaynaklarının daha sürdürülebilir ve seçici bir yaklaşımla işletilmesi oldukça önemlidir. Son yıllarda bu hedefe ulaşılmasına hizmet etmek amacıyla akustik uyarı cihazları (pinger) balıkçılık takımlarında ve ağlarda kullanım kazanmıştır (Dawson vd., 1998; Carlström vd., 2002; Götz ve Janic, 1996; Kastelein vd., 2007).

Akustik uyarı cihazları (Pingerlar), özellikle deniz memelilerinin (yunuslar, foklar, balinalar) ağlara takılma riskini azaltmayı hedefleyen ve bununla birlikte hedef dışı yakalamaların ve ağ hasarlarının meydana gelmesini engelleyen akustik sinyaller yayan küçük elektronik cihazlardır (Buscaino vd., 2009). Bu sinyaller, hedeflenen türlerin işitme aralığında olup onları ağın varlığı konusunda uyararak uzaklaşmalarını sağlamaktadır.

Akustik uyarı cihazları (Pingerlar) belirli aralıklarla (ör. 20–30 saniye) ve belirli frekanslarda (genellikle 10–160 kHz arasında) ses sinyalleri üretir (Götz ve Janic, 1996). Bu sinyaller, deniz memelilerinde kaçınma tepkisini tetiklerken hedeflenen balık türleri üzerinde ya pek etkili olmadığından ya da minimum etkiye sahiptir. Cihazlar ağın yüzeyinde, halatında ya da torba kısmında uygun aralıklarla yerleştirilir (Northridge vd., 2013).

Akustik Uyarı Cihazlarının (Pinger) Uygulama Alanları

Akustik uyarı cihazları (Pinger), hedef dışı yakalamaların ve bununla ilişkilenen ekosistem etkilerinin azaltılması amacıyla çeşitli balıkçılık operasyonunda ve avcılık metodunda oldukça etkili ve seçici çözüm sunmaktadır (Dawson ve Slooten 2005).

Bu cihazlar, özellikle deniz memelilerinde (yunus, fok, yüzgeçsiz yunus gibi) ağa yakalanma riskini minimuma indirirken, hedef türlerin yakalanma oranlarını pek etkilememesi sebebiyle sürdürülebilir ve ekosistem temelli balıkçılığı pekiştirmektedir (Palka vd., 2008).

Galsama Ağları (Uzatma Ağları)

Galsama ağları ile yapılan balıkçılık küçük ölçekli balıkçılık yöntemleri arasında Dünyada ve ülkemizde en yaygın kullanılan balıkçılık yöntemidir. Akustik uyarı cihazlarının (Pinger) en yoğun ve etkili kullanıldığı alan galsama (uzatma) ağlarıyla yapılan avcılıktır (Northridge vd., 2013). Galsama ağları, hedef balık türleri arasında yunus ve yüzgeçsiz yunus gibi deniz memelilerinde kazara yakalamalara neden olabilmektedir. Pinger’lar bu ağlar üzerinde düzenli aralıklarla (100–200 m) yerleştirilir ve oluşturulan akustik sinyaller hedef olmayan bu türleri ağın varlığı hakkında uyarıp uzak durmalarını sağlamaktadır. Bununla birlikte, akustik uyarı cihazlarının (pinger’lerin) etkisi hedef türlerin

yakalanma miktarında ya da kalitesinde önemli değişime neden olmadığından, ekosistem temelli ve seçici balıkçılığı destekleyen uygulamalar arasında gösterilmektedir (Palka vd., 2008).

Trol Ağları

Trol ağlarıyla avcılıkta pinger'lar daha sınırlı oranda, fakat hedef dışı yakalamaların azaltılmasına ve özellikle deniz memelilerinde meydana gelen istenmeyen avın engellenmesine hizmet edecek şekilde uygulanmaktadır. Trol ağlarına akustik uyarı cihazları (pinger'lar) takılarak, ağın yaklaştığını fark eden deniz memelilerinde kaçınma tepkisi oluşturulması hedeflenmektedir. Bu, özellikle yunus gibi trol ağlarının içine girerek yakalanma ve boğulma riskini azaltabilir ve böylece yunus popülasyonunun korunmasına önemli katkı sunabilmektedir.

Ağ Dalyan Gibi Sabit Ağlarda

Akustik uyarı cihazları ağ dalyan gibi denizin belli alanlarına kurulan sabit ağlarda (pinger) daha fazla stratejik nokta ve ağın geçiş kısımları arasına yerleştirilebilir. Böylesi ağlarda akustik uyarı cihazları (pinger), özellikle kıyılara, resiflere ya da deniz memelilerinin göç rotasında kalan sahalara yerleştirilir (Dawson vd., 1998). Böylece hedef dışı yakalamaların meydana gelme olasılığı azalırken, hedeflenen türlerin yakalanma başarısı etkilenmeden kalabilmektedir (Palka vd., 2008).

Diğer Uygulamalar ve Ekosistem Yaklaşımlı Balıkçılık Yönetiminde Akustik Uyarı Cihazları (Pinger) Kullanımı

Akustik uyarı cihazları, yunus ve fok gibi hedef olmayan, korunması gereken türlerin yaşam alanlarını ve göç rotalarını daha güvenli hale getirmek amacıyla koruma alanları ve balıkçılığı düzenleyen kuralların yerine getirilmesinde önemli katkılar sağlamaktadırlar (Northridge vd., 2013).

Bununla birlikte akustik uyarı cihazları (pinger), habitat tahribatı, ölüm oranlarının artması ve popülasyonun azalması gibi daha geniş ekosistem etkilerinin ortaya çıkmasını engelleme hedefinde etkili ve uygun maliyetli, teknik ve operasyonel bir çözüm sunmaktadır (Mangel vd, 2013).

Tablo 1. Akustik uyarı cihazlarının farklı balıkçılık uygulamalarında kullanımı

Avcılık Yöntemi	Pinger Kullanımı	Deniz Memelisi by-catch'inde Azalma Oranı	Hedef Türü Avında Değişim
Galsama Ağı	Var	% 79 (Palka vd., 2008)	+ % 0,5
Galsama Ağı	Yok	% 0	+ % 0
Trol Ağı	Var	% 55 (Cox vd., 2007)	+ % 0
Trol Ağı	Yok	% 0	+ % 0
Ağ Dalıyan	Var	% 60 (Harwood, 2015)	+ % 0
Ağ Dalıyan	Yok	% 0	+ % 0

Akustik Uyarı Cihazlarının (Pinger) Sinyal Özellikleri

Akustik uyarı cihazları özellikle deniz memelilerinin işitme aralığında sinyaller üretir (Reckendorf vd., 2023). Sinyaller kısa, tekrarlanan ton patlamaları şeklinde ve değişebilir frekanslarda yayımlanmaktadır.

Tablo 2. Akustik uyarı cihazlarının (Pinger) sinyal özellikleri

Pinger Modeli	Frekans (kHz)	Sinyal Süresi	Tekrarlama Aralığı	Ses Şiddeti (dB re 1 µ Pa)
AQUAmark 100	10–160	300ms	4–30 saniye	132–145
Dukane Netmark 1000	20–160	500ms	5–20 saniye	135–150
Future Oceans pinger	30–160	300ms	2–10 saniye	140–160

Sonar ve Akustik Caydırıcılığı

Akustik uyarı cihazları, memeliler tarafından işitilecek fakat hedef balık türleri tarafından pek fark edilmeyecek frekanslarda sinyal üretir (Harwood, 2015). Bunun sebebi, memelilerin işitme aralığının daha geniş (10–160 kHz) olması, hedef türlerin ise daha düşük frekanslarda (100 Hz–1 kHz) işitmesidir.

Böylesi akustik seçicilik, akustik uyarı cihazlarının hedef dışı yakalamayı azaltıp hedef yakalamayı pek etkilememesi bakımından oldukça önemlidir.

Düzenleme ve Mevzuatlar

Akustik uyarı cihazlarının (Pinger) kullanımı AB (EU) 812/2004 ve ABD (Marine Mammal Protection Act) gibi ulusal ve uluslararası mevzuatlarla zorunlu hale getirilebilir (Harwood, 2015). AB Konseyi 812/2004 Tüzüğü, Baltık Denizi, Kuzey Denizi ve Doğu Atlas Okyanusu'nda galsama ağlarına pinger takılmasını zorunlu kılmıştır (EU Council, 2004).

Benzeri düzenleme ve çalışmalar ABD, Kanada, Avustralya ve Yeni Zelanda gibi pek çok ülkede de uygulanmaktadır (Slooten 2013). Ulusal ve uluslararası bu mevzuatlar pinger'lerin standartlarını (frekans, sinyal süresi, ses basıncı) ve kullanım şartlarını da belirlemiştir.

Akustik Uyarı Cihazlarının (Pinger) Ekosistem Temelli Etkileri

Akustik uyarı cihazları, hedef dışı yakalamaların azalmasına hizmet etmekle kalmayıp, ekosistemin bütünlüğünü ve hedef olmayan türlerin korunmasını da destekleyen uygulamalardır. (Harwood, 2015). Balıkçılık operasyonları esnasında kazaen de olsa deniz memelilerinin de balıkçılık takınları tarafından yakalanmasının önüne geçilmesi besin zinciri ve popülasyon dinamiklerinde daha istikrarlı koşulların yaratılmasına ve böylece denizel ekosistemin korunmasına katkı sağlamaktadır (Palka vd., 2008). Sonuç olarak akustik balık bulucu cihazlar (pinger), sürdürülebilir balıkçılığı ve deniz ekosisteminde dengenin korunmasını birlikte mümkün kılmaktadır.

Sonuç ve Tatışma

Akustik uyarı cihazlarının balıkçılıkta hedef dışı yakalamaların azaltılmasında etkili ve seçici bir çözüm sunduğu bugüne kadar yapılan bir çok çalışma ile ortaya konulmuştur. Akustik uyarı cihazları, özellikle galsama ağları, trol ve ağ dalyan gibi avcılık takımlarında deniz memelilerinin istemeden yakalanmasının önlenmesine önemli katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte bu cihazların hedef türlerin yakalanma miktarında istatistiksel açıdan önemli değişim meydana getirmediği, dolayısıyla ekosistem temelli ve sürdürülebilir balıkçılığı desteklediği görülmüştür (Northridge vd., 2013).

Akustik uyarı cihazlarının etkili olabilmesi için akustik sinyal frekanslarının hedef dışı türlerin işitme aralığında olması, ağlar arasında uygun aralıklarla ve doğru biçimde yerleştirilmesi ve düzenli bakımlarının yapılması oldukça önemlidir.

Bununla birlikte pinger'lar, hedef dışı yakalamaların tamamen ortadan kaldırılmasında tek çözüm değil, alternatif ve tamamlayıcı yaklaşımlarla birlikte uygulanması gereken etkili ve bütüncül bir stratejinin parçasıdır (Cox vd., 2007).

Denizel ekosistemlerde hedef dışı yakalamaların azaltılmasında akustik uyarı cihazlarının (pinger'lerin) rolü oldukça önemlidir. Bu teknoloji, özellikle deniz memelilerinde meydana gelen ölümlerin azalmasına ve popülasyonlarının korunmasına hizmet etmektedir (Dawson, 2013). Bununla birlikte bu akustik uyarı cihazlarının etkilerinde; habitatın özellikleri, avcılık tipi, akustik uyarı cihazı (pinger) aralıkları ve akustik sinyal frekansları gibi faktörlerin de rol oynadığı görülmüştür (Harwood, 2015). Ayrıca akustik uyarı cihazlarının hedef dışı yakalamaların azaltılmasında etkili olması, ekosistem temelli yaklaşımların ve balıkçılık yönetiminin başarısını pekiştirmekte ve uluslararası mevzuatların hedefleriyle de uyumlu hale getirmektedir (EU Council, 2004).

Bununla birlikte akustik uyarı cihazlarının, hedef dışı yakalamaların tamamen ortadan kaldırılmasını değil, önemli ölçüde azaltılmasını sağladığını vurgulamak gerekir (Palka vd., 2008).

Sonuç olarak akustik uyarı cihazları, diğer hedef dışı avı azaltma yöntemleri (ağ gözü genişliği, zaman ve derinlik sınırlaması, balıkçı eğitimi gibi) ile birlikte ve entegre bir yaklaşımla ele alındığında daha etkili ve kalıcı bir çözüm sunmaktadır (Cox vd., 2007).

Gelecekte pinger'lerin daha etkili olması ve denizel ekosistemlerin korunmasına daha fazla hizmet etmesi için akustik sinyal tasarımında, yerleşiminde ve balıkçılık uygulamalarında daha fazla araştırma ve iş birliğine ihtiyaç duyulmaktadır (Harwood, 2015). Bu çalışmalar, hedef dışı yakalamaların en aza indirilmesinde ve sucul canlı kaynakların daha sürdürülebilir bir şekilde işletilmesinde önemli rol oynamaya devam edecektir.

Kaynaklar

- Slooten E (2013) Effectiveness of area-based management in reducing bycatch of the New Zealand dolphin. *Endang Species Res* 20:121-130 <https://doi.org/10.3354/esr00483>
- EU Council. (2004). *Council Regulation (EC) No 812/2004 of 26 April 2004 laying down measures governing incidental catches of cetaceans in fisheries*. Official Journal of the European Union, L 150, 30.04.2004, pp. 12–31. [<https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=celex%3A32004R0812>]
- Reckendorf, A., Seidelin, L., & Wahlberg, M. (2023). Marine mammal acoustics. In *Marine mammals: A deep dive into the world of science* (pp. 15-31). Cham: Springer International Publishing.
- Carlström, J., Berggren, P., Dinné, F., & Börjesson, P. (2002). A field experiment using acoustic alarms (pingers) to reduce harbour porpoise by-catch in bottom-set gillnets. *ICES Journal of Marine Science*, 59(4), 816-824.
- Götz, T., & Janik, V. M. (2013). Acoustic deterrent devices to prevent pinniped depredation: efficiency, conservation concerns and possible solutions. *Marine Ecology Progress Series*, 492, 285-302.
- Kastelein, R. A., van der Heul, S., van der Veen, J., Verboom, W. C., Jennings, N., de Haan, D., & Reijnders, P. J. (2007). Effects of acoustic alarms, designed to reduce small cetacean bycatch in gillnet fisheries, on the behaviour of North Sea fish species in a large tank. *Marine Environmental Research*, 64(2), 160-180.
- Buscaino, G., Buffa, G., Sara, G., Bellante, A., Tonello, A. J., Hardt, F. A. S., ... & Mazzola, S. (2009). Pinger affects fish catch efficiency and damage to bottom gill nets related to bottlenose dolphins. *Fisheries Science*, 75, 537-544.
- Dawson, S. M., Read, A., & Slooten, E. (1998). Pingers, porpoises and power: uncertainties with using pingers to reduce bycatch of small cetaceans. *Biological Conservation*, 84(2), 141-146.
- Northridge, S. M. D. S., Waples, D., & Read, A. J. (2013). To ping or not to ping: the use of active acoustic devices in mitigating interactions between small cetaceans and gillnet fisheries. *Endangered Species Research*, 19(3), 201-221.
- Dawson, S. M., & Slooten, E. (2005). Management of gillnet bycatch of cetaceans in New Zealand. *J. Cetacean Res. Manage.*, 7(1), 59-64.
- Palka, D. L., Rossman, M. C., VanAtten, A. S., & Orphanides, C. D. (2008). Effect of pingers on harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) bycatch in the US Northeast gillnet fishery. *J. Cetacean Res. Manage.*, 10(3), 217-226.
- Mangel, J. C., Alfaro-Shigueto, J., Witt, M. J., Hodgson, D. J., & Godley, B. J. (2013). Using pingers to reduce bycatch of small cetaceans in Peru's small-scale driftnet fishery. *Oryx*, 47(4), 595-606.

- Cox, T. M., Lewison, R. L., Žydelis, R., Crowder, L. B., Safina, C., & Read, A. J. (2007). Comparing effectiveness of experimental and implemented bycatch reduction measures: the ideal and the real. *Conservation Biology*, 21(5), 1155-1164.
- Harwood, L. A., Smith, T. G., George, J. C., Sandstrom, S. J., Walkusz, W., & Divoky, G. J. (2015). Change in the Beaufort Sea ecosystem: diverging trends in body condition and/or production in five marine vertebrate species. *Progress in Oceanography*, 136, 263-273.



Sürdürülebilir Balık Sağlığında Nanoteknolojiye Dayalı Uygulamalar: Biyosentezlenmiş Nanopartiküllerin Kullanımı

Pınar Yıldırım¹ & Ayşegül Kubilay²

¹ Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi
Orcid No: 0000-0002-8856-5238

² Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi

Giriş

Sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliği dinamik bir kavramdır ve sürdürülebilirlik, hem çevrenin bütünlüğü hem de sosyoekonomik faydalar korunurken, hayvan sağlığı sorunlarının bulunmadığı durumlarda sağlanabilmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği hızlı büyüyen hayvansal gıda üretim endüstrilerinden birisidir ve tüm dünyada beslenme ihtiyacına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Hastalıklar (hem bulaşıcı hem de bulaşıcı olmayan) küresel su ürünleri yetiştiriciliği üretiminin en büyük kısıtlamalarından biri olarak kabul edilmektedir ve bulaşıcı hastalıklar yıllık milyar dolarlık kayba neden olmaktadır.

Bugüne kadar su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe hormonlar, vitaminler, antibiyotikler ve diğer bazı kimyasallar yıllar boyunca kontrol önlemleri olarak uygulanmıştır. Tedavi maliyetlerinin yüksek olması ve iyileşme döneminde balıklarda büyümenin yavaşlamasından dolayı üretim maliyetlerinde artışa neden olmaktadır. Bu durumun yetiştiricilik sistemlerinde büyük bir endişe kaynağı olduğu bilinmektedir.

Günümüzde, biyoteknolojideki ilerlemeler, hastalık salgınları ve su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisindeki ortaya çıkan kayıpları azaltarak çeşitli bulaşıcı patojenlere karşı yeni metotların geliştirilmesinde büyük bir etkiye sahip olmuştur. Öte yandan, balık sağlığının iyileştirilmesi ve su ürünleri yetiştiriciliğinde sürdürülebilir balık üretiminin sürdürülmesi için ele alınması gereken balıklarda çeşitli sağlık sorunları bulunmaktadır. Bu sorunların etkili bir şekilde yönetilebilmesi için yeni teknolojik yaklaşımlar geliştirilmektedir. Bu yaklaşımlardan biri olan nanoteknoloji, su ürünleri yetiştiricilik sektörü için alternatif kullanım alanları sunan önemli bir etkiye sahiptir (Latif vd., 2022).

Bilimsel ve teknolojik inovasyonda nanobilim ve nanoteknoloji oldukça umut verici ve hızla ilerleyen disiplinlerdir. Hem tarım hem de su ürünleri yetiştiriciliği alanlarında nanoteknoloji çeşitli disiplinler arası uygulamaları göstermektedir.

Nanoteknolojinin en yalın haliyle “nanoölçekte teknoloji”dir. Nanoteknolojinin sözlük tanımı, “maddelerin nano ölçekte tasarımı, karakterizasyonu, imalatı, şekil ve boyut kontrollü uygulaması” olarak tanımlanmıştır. Yunanca “nano” öneki “cüce” kelimesinden türetilmiştir ve 10⁻⁹’luk bir boyut veya zaman küçülmesini ifade etmektedir, bu da bir mikrondan 1000 kat daha küçük olduğu anlamına gelmektedir. Nanometre (nm) ölçeği genellikle bir metrenin milyarda biri olarak tanımlanır (Sharma vd., 2022).

Nanobilim ve nanoteknolojinin amacı, materyallerin temel özellikleri (yani kimyasal, fiziksel ve biyolojik) materyalin boyutları 100 nm'nin altına düşürüldüğünde, özelliklerinde ortaya çıkan değişiklikleri incelemektir. Bu nedenle materyaller, boyut ve yapıyla özel olarak bağlantılı değişikliklere ek olarak belirli bir performans sağlamak veya bir malzemeye yeni özellikler kazandırmak için nano yapılandırılmaktadır. Nanopartiküller (NP'ler), 1 ile 100 nm arasında ortalama bir yarıçapla birbirine bağlanmış atomların bir topluluğundan oluşmaktadır. NP'ler, büyük yüzey-hacim oranı, yüzey morfolojisi ve parçacık boyutuyla bağlantılı olan elektronik özelliklere sahiptirler (Lee vd., 2010).

Doğada nanoteknoloji, proteinler, enzimler, karbonhidratlar, DNA, RNA ve virüsler gibi vücuttaki biyolojik varlıkların sentezi için kullanılmakta ve hücresel yapıların bileşenlerini oluşturmaktadır (Roco vd., 2000). Nanopartiküllerin, daha büyük partiküllere göre daha fazla bir yüzey alanına sahip olması, onları belirli diğer moleküllere karşı daha reaktif hale getirmektedir. Bu özellikleriyle birçok farklı alanda kolay ve etkili sonuçlar vermektedir.

Nanoteknolojinin Ortaya Çıkışı

Nanoteknoloji kavramı ünlü fizikçi Dr. Richard P. Feynman'a atfedilmiştir. Feynman'ın "There's Plenty of Room at the Bottom" başlıklı konuşması, nanoteknolojiyi hem bilimsel hem de teknolojik bir devrim olarak şekillendiren fikirler sunmuştur. Özellikle, atomların hassas bir şekilde yeniden düzenlenmesi fikri, günümüzde nanoyapılar ve nanoaygıtlar konusundaki araştırmaların temelini oluşturmaktadır. Ayrıca çeşitli nanoyapılar ve nanoaygıtlar yaratmak için "atomları yeniden düzenlemeyi" önerdiği bir çalışma yapmıştır (Feynman, 1960).

16. yüzyılın başlarında İsviçreli bir doktor ve kimyager von Hohenheim, belirli hastalıklardan muzdarip hastalara altın NP'leri sentezleyerek uygulamış; terapötik amaçlar için önerilen manyetik NP'ler arasında yer almasını sağlamıştır (Nasrollahzadeh vd., 2019).

Feynman'ın 1959'daki bazı başarılı uygulamaları arasında, silikon bir yüzey üzerinde tek atomların manipülasyonu, elektrostatik tekniklerle mevcut çözeltilerden tek ya da 3 boyutlu, nanometre çapındaki kolloidal parçacıkların yakalanması ve taramalı tünelleme mikroskobu (STM) ile tek atomların konumlandırılması yer almaktadır. Feynman'ın nanoteknolojinin önemini belirlediği ve önerdiği 1960'larda, nanoteknolojiyi kolaylaştıracak temel cihazlar henüz icat edilmemiştir (Bayda vd., 2019; Nasrollahzadeh vd., 2019). Tablo 1'de verilen zaman çizelgesi nanoteknolojinin ilerleyişini özetlemektedir.

Tablo 1. Nanobilim ve nanoteknolojinin evrim zaman çizelgesi (Bayda vd., 2019)

Yıl	Nanoteknolojik Gelişme
4. Yüzyıl	Lycurgus Kupası (Renkli cam).
500–1450	Katedraller (Vitray pencereler).
1450–1600	Deruta Çömlekçiliği (Yanardöner/metalik kümeler).
1857	Michael Faraday (Kolloidal yakut altın nanopartiküllerinin sentezi).
1908	Gustav Mie (Işık saçan nanopartiküller).
1928	Edward Synge (Yakın alan optik mikroskobu).
1931	Max Knoll ve Ernst Ruska (transmisyon elektron mikroskobunun (TEM) icadı).
1936	Erwin Müller (Alan elektron mikroskobunun icadı).
1947	William Shockley, Walter Brattain ve John Bardeen (Yarı iletken transistörün keşfi).
1951	Erwin Müller (Alan-iyon mikroskobunun icadı, yüzeydeki atomları ilk gören).
1953	James Watson ve Francis Crick (DNA'nın Keşfi).
1956	Arthur Von Hippel (Moleküler Mühendislik).
1958	Leo Esaki (Elektron tünelleme).
1959	Richard Feynman (There's Plenty of Room at the Bottom adlı kitabı yayınladı).
1960	Charles Plank ve Edward Rosinski (Zeolitler ve kataliz).
1963	Stephen Papell (Ferrofluid sıvıların keşfi).
1965	Gordon E. Moore (Moore Yasası).
1970	Eiji Osawa (C60'ın ikosahedron biçiminde varlığını tahmin etti).
1974	Norio Taniguchi ("Nanoteknoloji" teriminin ilk kullanımı).
1974	Mark A. Ratner ve Arie Aviram (Moleküler elektronik).
1977	Richard P. Van Duyne (Yüzey Geliştirilmiş Raman Spektroskopisinin (SERS) Keşfi).
1980	Jacop Sagiv (Kendiliğinden Düzenlenen Tek Katmanların (SAM'ler) Keşfi).
1981	Gerd Binnig ve Heinrich Rohrer (Taramalı Tünel Açma Mikroskobunun (STM) İcadı).
1981	Alexey Ekimov (Cam matristeki nanokristalin Kuantum Noktaların Keşfi).
1981	Eric Drexler (Moleküler Mühendislik).
1982	Nadrian Seeman (DNA Nanoteknolojisi kavramının geliştirilmesi).

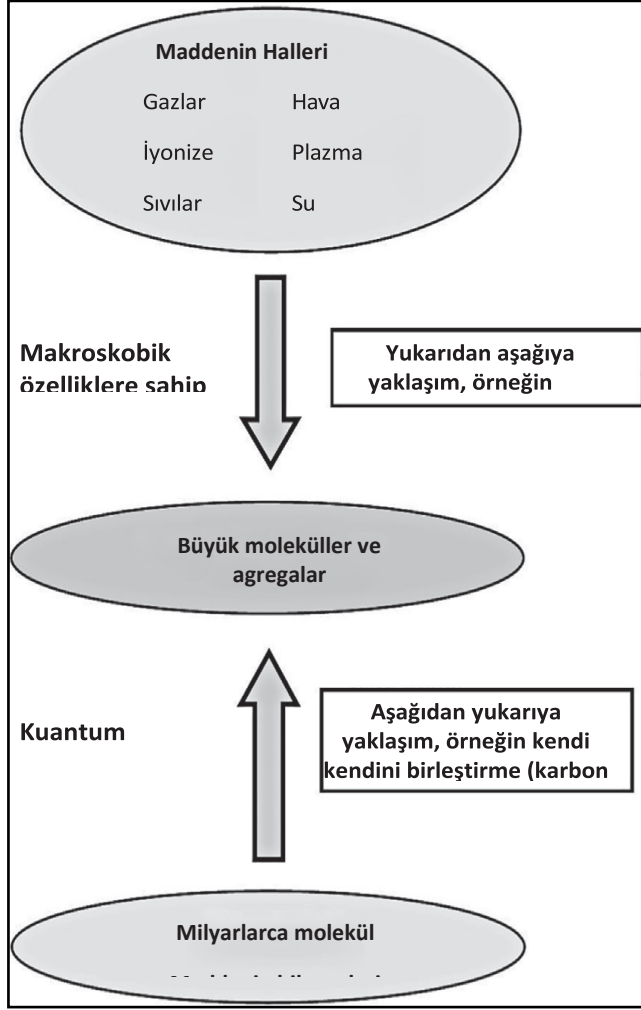
1983	Louis Brus (Kolloidal Kuantum Noktalarının Keşfi).
1985	Richard Smalley, Robert Curl ve Harold Kroto (Buckminsterfullerene C60'ın Keşfi).
1986	Gerd Binnig, Christoph Gerber ve Calvin F. Quate (Atomik Kuvvet Mikroskobunun (AFM) İcadı).
1987	Dimitri Averin ve Konstantin Likharev (Tek Elektron Tünel Açma (SET) transistörü).
1990	Donald Eigler ve Erhard Schweizer (Tek tek Xenon atomlarının IBM harflerini oluşturacak şekilde düzenlenmesi).
1991	Sumio Iijima (Çok Duvarlı Karbon Nanotüplerin Keşfi).
1992	Charles T. Kresge (Mezogözenekli silika MCM-41'in keşfi).
1993	Sumio Iijima ve Donald Bethune (Tek Duvarlı Karbon Nanotüplerin Keşfi).
1996	Chad Mirkin ve Robert Letsinger (DNA+altın kolloidlerin SAM'ı).
1997	Zyvex (İlk nanoteknoloji şirketi kuruldu).
1998	Cees Dekker (Karbon nanotüpleri kullanılarak bir Transistörün oluşturulması).
1999	Chad Mirkin (Dip Kalem Nanolitografinin (DPN) Geliştirilmesi).
2000	Mark Hersam ve Joseph Lyding (Geri Bildirim Kontrollü Litografi (FCL)).
2000	Başkan Bill Clinton ABD Ulusal Nanoteknoloji Girişimini (NNI) duyurdu.
2001	Carlo Montemagno (Moleküler nanomakineler: nano ölçekli silikon cihazlara sahip moleküler motor (rotor)).
2002	Cees Dekker (DNA ile işlevselleştirilmiş Karbon nanotüpleri).
2003	Başkan George W. Bush, 21. Yüzyıl Nanoteknoloji Araştırma ve Geliştirme Yasasını yasalaştırdı.
2003	Naomi Halas (Altın nanokabukların geliştirilmesi).
2004	Andre Geim ve Konstantin Novoselov (Grafenin keşfi).
2004	Xu ve diğerleri. (Floresan Karbon noktalarının keşfi).
2005	James Tour (Buckyball tekerleklerini döndüren Nanocar).
2006	Paul Rothemund (DNA origami).
2007	J. Fraser Stoddart (pH ile tetiklenen kas benzeri yapay moleküler makineler).
2008	Osamu Shimomura, Martin Chalfie ve Roger Y. Tsien (Yeşil floresan proteini GFP'nin keşfi ve geliştirilmesi nedeniyle Nobel Kimya Ödülü).
2009	Nadrian Seeman (DNA yapıları 3 boyutlu rombohedral kristallere dönüşümü).

2010	IBM (3 boyutlu nano ölçekli dokulu yüzey oluşturmak için ultra hızlı bir litografinin geliştirilmesi).
2011	Leonhard Grill (taramalı tünelleme mikroskobu (STM), bireysel moleküllerin ve polimer zincirlerinin elektronik ve mekanik özelliklerini açıklar).
2016	Jean-Pierre Sauvage, Sir J. Fraser Stoddart ve Bernard L. Feringa (Moleküler makinelerin tasarımı ve sentezi için Nobel Kimya Ödülü).
2017	2017 Nobel Fizik Ödülü: Yerçekimi dalgaları.
2018	DNA'dan yapılmış dünyanın en küçük tic-tac-toe oyun tahtası.
2018	Nesneleri nano ölçeğe küçültmek.

1980'lerin başında Prof. Eric Drexler, "nanoteknoloji" terimini kullanmıştır. Nanoteknoloji araştırmacısı olan Drexler, proteinleri kullanılarak sofistike nanomakineler üretmek için aşağıdan yukarıya yöntemin kullanılmasını önermiştir. Bilim insanları onlarca yıldır NP'lerle çalışsalar da, NP'lerin yapısını çözümlenene kadar çalışmalarının etkinliği sınırlı kalmıştır. Taramalı elektron mikroskobunun geliştirilmesinden sonra, nanoteknoloji gerçekten ivme kazanmaya başlamış ve böylece "Feynman ölçeği" (bir Feynman (Φ) = 10^{-9} m = 10^{-3} μ) ortaya çıkmıştır (Nasrollahzadeh vd., 2019).

Nanopartiküllerin Sentez Yöntemleri

Nanomühendislikli malzemelerin ve cihazların sentezi için genel olarak iki ana yaklaşıma "yukarıdan aşağıya sentez" ve "aşağıdan yukarıya sentez" yaklaşımları olarak sınıflandırılmaktadır (Şekil 1). "Yukarıdan aşağıya sentez" teknikleri, makroskobik bir malzeme veya malzeme grubuyla başlayarak bunlara daha küçük ölçekli ayrıntıların dahil edilmesiyle oluşmaktadır. "Aşağıdan yukarıya sentez" yaklaşımı, daha yüksek mertebeden mezoskala ve makroskala yapılarla kendi kendine birleşme veya kendi kendine organize olma yeteneğine sahip özel yapım molekülleri tasarlayarak ve sentezleyerek başlamaktadır (Isaacoff ve Brown, 2017).



Şekil 1. Nanoteknolojide kullanılan iki teknolojik yaklaşım: yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya yaklaşımlar (Nasrollahzadeh vd., 2019)

Yukarıdan Aşağıya Yaklaşımlar

Nanomateriyal (NM) sentezi için yukarıdan aşağıya yaklaşımlar mekanik ve kimyasal üretim tekniklerini içermektedir. Yukarıdan aşağıya yaklaşımlarda, NM'ler genellikle termal ayırma yöntemi, mekanik yöntem/bilyalı öğütme yöntemi, litografik yöntemler, lazer ablasyonu, püskürtme yöntemi gibi çeşitli yollarla yığın halindeki malzemenin nanoparçacıklara ayrılmasıyla elde edilmektedir. Yukarıdan aşağıya yaklaşımlar, ince filmler ve 100 nm'den büyük NM'ler üretmek için daha uygun olduğu bildirilmiştir. Bu teknikler, iyi entegrasyon ve bağlantıya sahip elektrik devrelerinin üretimi için

kullanılmaktadır. Entegre devre üretimi, minik mekanik bileşenlerin (örneğin, kollar, yaylar ve sıvı kanalları) minik bir çipe yerleştirildiği yukarıdan aşağıya nanoteknolojinin bir örneğidir. Mevcut yukarıdan aşağıya yöntemlerde temel dezavantajı çözünürlük sınırları oluşturmaktadır (Isaacoff ve Brown, 2017).

Aşağıdan Yukarıya Yaklaşımlar

Aşağıdan-yukarıya sentez yaklaşımı; kimyasal buhar biriktirme (cvd), sol –jel yöntemiyle NP sentezi, döndürme yöntemi, piroliz ve yeşil sentez gibi yollarla NM’lerin elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Yukarıdan aşağıya yöntemlerle karşılaştırıldığında, aşağıdan yukarıya yöntemler daha az hataya sahip NM’lerin oluşturulmasına izin vermektedir. Bu tür yaklaşımlarda, atomlar, moleküller ve nanoparçacıklar karmaşık nanoyapılar oluşturmak için kullanılan başlangıç malzemesidir. İyonik ve moleküler olarak kendi kendine birleşme, hidrojen ve iyonik bağlar, Van Der Waals bağları ve su aracılı hidrojen bağı gibi kovalent olmayan bağlar yoluyla kimyasal veya fiziksel kuvvetlerin bireysel blokları/molekülleri daha büyük yapılara toplamak için kullanıldığı aşağıdan yukarıya bir yaklaşımdır. Aşağıdan yukarıya yaklaşımlar, bireysel blokların özelliklerini ve bileşimini mekansal olarak kontrol edilmesine olanak sağlamaktadır (Isaacoff ve Brown, 2017).

Aşağıdan-yukarıya sentez yaklaşımındaki zorluk, pH’taki bir değişiklik, belirli bir çözünen maddenin konsantrasyonu veya bir elektrik alanının uygulanması gibi belirli bir kimyasal veya fiziksel tetikleyicinin kontrollü değişimi üzerine kendiliğinden kendi kendine birleşen molekülleri sentezlemektir. Kendi kendine birleşmeyi üreten fiziksel mekanizmalar, yani bu molekülleri organize yapılara kendi kendine birleşmeye iten itici güçler, termodinamik ve hidrofobik/hidrofilik kuvvetler, hidrojen bağı ve farklı moleküler yapılandırma için enerji durumlarını en aza indirmeyi amaçlayan Van Der Waals etkileşimleri dahil olmak üzere rekabet eden moleküler etkileşimlerden kaynaklanmaktadır. Önemli olan, bileşen moleküllerin kendileri tarafından gösterilmeyen istenen kimyasal ve/veya fiziksel özellikleri gösteren makroskobik daha yüksek mertebeden yapılara kendi kendine birleşen sistemler tasarlamaktır (Stupp vd., 1997; Silva, 2004).

Gümüş Nanopartiküllerin Yeşil Sentezi

Alexzander Flemming tarafından antibiyotiklerin keşfine kadar gümüş, antimikrobiyal ajan olarak yaygın olarak kullanılmıştır. Gümüş bileşikleri uzun yıllar antimikrobiyal olarak kullanılmıştır. Sonraki yıllarda sentetik antibiyotiklerin düşük maliyetle benzer etkinlikte olması nedeniyle kullanımına son verilmiştir. Günümüzde balık patojenleri sentetik antibiyotiklere karşı direnç geliştirdiği ve bunun yanı sıra çok fazla yan etkilerinin olması nedeniyle gümüşün antimikrobiyal olarak kullanımı tekrar gündeme gelmiştir. Yakın geçmişte,

gümüş nanopartiküller (AgNP), çok çeşitli mikroorganizmalara karşı olağanüstü savunmaları ve ayrıca yaygın olarak kullanılan antibiyotiklere karşı ilaç direncinin ortaya çıkması nedeniyle araştırmacıların büyük ilgisini çekmiştir (Sharma vd., 2009).

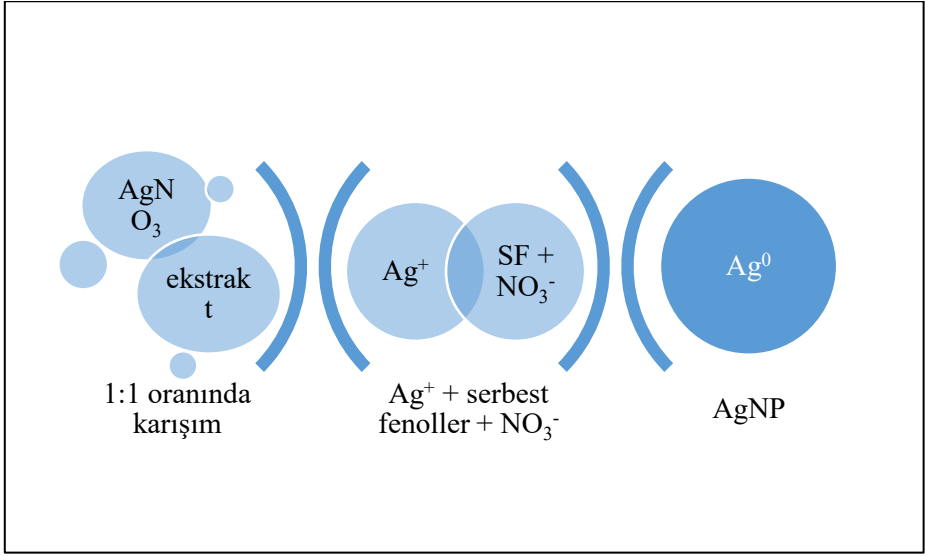
AgNP'lerin düşük konsantrasyonlarda antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Partikül boyutunun küçülmesi ile doğrudan ilişkili olduğu belirlenmiştir (Baker vd., 2005; Özcan, 2014).

Günümüzde metal NP'ler kimyasal, elektrokimyasal ve fotokimyasal yaklaşımlar gibi farklı yöntemlerden elde edilen çeşitli farmasötik uygulamalar için kullanılmaktadır. Kimyasal yöntemde, indirgeyici ajanlar (organik ve inorganik) tarafından metal iyon çözeltisinin (sulu veya susuz) indirgenmesi NP senteziyle sonuçlanır. Yaygın indirgeyici ajanlar sodyum sitrat, askorbat, Bor hidrat, N,N-dimetilformamid (DMF) ve polietilen glikol blok kopolimeridir. Bu tür NP'ler kontrollü ilaç salınımı, ilaç koruması, hedefli ilaç dağıtımı, kombinasyon terapisi, tanı, sensör geliştirme ve diğer sinerjik etkiler için üretilebilir (Thomas vd., 2015) (Tablo 2). Bu faydalara rağmen, sentetik ve geleneksel NP geliştirme yöntemleri çeşitli sınırlamalarla karşı karşıyadır. Bunlar toksik yan ürünlerin üretimi, organik çözücülerin yoğun kullanımı (çevresel endişeler), pahalı yöntemler, uzun prosedürler, toksisite (kısa ve uzun vadeli), karmaşık yöntemler ve ölçek büyütme sorunlarıdır.

Tablo 2. Nanopartiküllerin uygulama alanları

Terapötik alan	• DNA analizi, Gen terapisi, Kanser tedavisi, Yara pansumanı
Antimikrobiyal aktivite	• Antifungal aktivite, Antibakteriyel aktivite, antiviral aktivite, Larvisidal aktivite
Biyomedikal alan	• İlaç dağıtımı, Tanı, biyolojik tarama uygulamaları, Biyosensörler
Tarım alanı	• Biyopestisitler, Biyogübre, Bitki büyümesini teşvik eden hormonlar
Elektronik	• Güneş hücreleri, elektronik cihazlar, LED'ler, OLED'ler
Su arıtma	• Boya bozunumu, organik ve inorganik kirleticiler giderimi, ağır metal iyonlarının giderimi
Gıda	• Gıda paketleme ve depolama
Kozmetikler	• Güneş kremi, Pigmentler.

Araştırmacılar bu zorlukların üstesinden gelmek için güvenilir bir yaklaşım alternatifi olarak bitki, mantar, bakteri ve enzimler gibi doğal kaynakları kullanarak yeşil metal nanopartikül sentezini benimsemişlerdir (Thomas vd., 2015; Salem ve Fouda, 2021) (Şekil 2). Bu teknikler, özelleştirilebilir boyutlara (10-100 nm) ve morfolojiye (küresel, üçgen ve çubuk şeklinde) sahip son derece kararlı NP'ler oluşmasını sağlamıştır.



Şekil 2. AgNP Biyosentez mekanizması

Nanopartikülleri kolayca sentezlemek için basit yöntemler geliştirilmiştir. Ayrıca biyoyumludurlar, çevre dostudurlar ve yüksek endüstriyel ilgiye sahiptirler. Biyofarmasötik ve farmakodinamik özellikleri özelleştirmek için, morfolojik değişiklikler (biyojenik altın NP'leri), yüzey fonksiyonelleştirmesi (kaplama ve ligand konjugasyonu) ve kombinasyon stratejileri, belirli farmakolojik etkileri gerçekleştirmek için uygulanmıştır (Mohanraj ve Chen, 2006; Thomas vd., 2015). Bu alanda yapılan bazı çalışmalar Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 3. Balıklar ve patojenler üzerine yapılan bazı çalışmalar

Yazar	İndirgen madde	Çalışma koşulları	Notlar
Govindaraju vd. (2009)	<i>Sargassum wightii</i> 'nin sulu süzöntü	1 mM, 1 saat, oda sıcaklığı, 10 ml/90 ml, Statik	<i>S. aureus</i> , <i>B. rhizoids</i> , <i>E. coli</i> ve <i>P. aeruginosa</i> 'ya karşı antibakteriyel
Srivastava vd. (2011)	Fissidens dakikalarının sulu ve etanol filtratı	0.5 mM, 1 saat, oda sıcaklığı. 10ml/1ml, Sarsılmış	<i>E. coli</i> , <i>B. cereus</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>P. aeruginosa</i> 'ya karşı antibakteriyel etki
Kulkarni vd. (2011)	Anthoceras'ın sulu filtratı	1 mM, 25°C, karanlık, 5 ml/1 ml, Tedirgin	<i>E. coli</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>P. aeruginosa</i> 'ya karşı antibakteriyel etki
Kulkarni vd. (2012)	Riccia'nın etanol filtratı	1 mM, 25°C, karanlık, 5ml/1ml, Tedirgin	<i>P. aeruginosa</i> karşı antibakteriyel etki
Kulkarni vd. (2012)	Anthoceras'ın etanol filtratı	0.5 mM, 10 dk, oda sıcaklığı. 5 ml/1 ml, Statik	antibakteriyel aktivite
Nalwade vd. (2013)	<i>Cheilanthes forinosa</i> yaprağının sulu ekstraktı	1 mM, 4 saat, oda sıcaklığı. 10 ml/90 ml	<i>S. aureus</i> ve <i>Proteus morgani</i> 'ye karşı antibakteriyel etki
Bhor vd. (2014)	<i>Nephrolepis sexaltata</i> L. eğrelti otunun sulu ekstraktı	1 mM, 4 saat, 10ml/90ml	Birçok insan ve bitki patojenine karşı antibakteriyel etki
Ashokkumar vd. (2015)	<i>Abutilon indicum</i> yaprağının süzölmüş sulu ekstraktı	10 mm, 15 dk, oda sıcaklığı. 2 ila 3.5 ml/30 ml, Statik	<i>S. typhi</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>B. subtilus</i> 'a karşı antimikrobiyal etki
Sadeghi vd. (2015)	<i>Pistacia atlantica</i> tohum tozunun süzölmüş sulu-metanol ekstraktı	1 mM, 35 dk, oda sıcaklığı. 1 ml/10 ml, Çalkalanmış, 10 k rpm'de 15 dakika	Stabilite: 7 - 11 pH aralığı. <i>S. aureus</i> 'a karşı antibakteriyel etki.

Tawfik (2017)	vd.	Nano-Çinko oksit Kimyasal yöntem		Tilapialarda, Yeme ilave, (15, 30, 45 ve 60 mg/kg)
Uzo-God (2019)	vd.	Nano demir oksit Kimyasal yöntem		Afrika yayın balığı (<i>Clarias geriepinus</i>) yavruları, yeme ilave (0,2, 0,4, 0,8, 1,2 ve 1,6 g/kg)
Kakakhel (2021)	vd.	koyun kan serumundan sentezlenen AgNP	100 mL serum, 100 mL gümüş nitrat çözeltisi (10 mM) 150 rpm'de 37 °C'de 24 saat inkübasyon	sazanlar (<i>C. Carpio</i>) (0.03, 0.06 ve 0.09 mg/L), suya ilave
Vankdoth (2022)	vd.	Tulsi, neem ve zerdeçal ekstraktları		<i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Staphylococcus aureus</i> ' a karşı antimikrobiyal etki
Vali vd. (2022)		AgNP		10 g'lık sazanlarda (<i>C. carpio</i>) (0, %12.5, %25 ve %50)
Ghetas (2022)	vd.	<i>Origanum vulgare</i> yaprakları ekstraktı kullanılarak sentezlenen AgNP		<i>Streptococcus agalactiae</i> , <i>Aeromonas hydrophila</i> ve <i>Vibrio alginolyticus</i> bakterileri ile <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Fusarium moniliforme</i> ve <i>Candida albicans</i>
Popoola (2023)	vd.	AgNP Kimyasal yöntem		Rohu balıkları (<i>Labeo rohita</i>) (10 ve 15 µgKg ⁻¹ yemde)
Uçaş (2023)	vd.	AgNP Kimyasal yöntem		gökkuşağı alabalıkları, yeme ilave (0, 0.2 ve 2 mg/kg)

Meena ve Santhakumar (2024)	<i>Robinia Neomexicana</i> ekstraktı		<i>E. coli. Streptococcus bacillus</i> 'a karşı antimikrobiyal etki
Nwanna ve Ikuesan, (2025)	Aloe vera yaprağı ekstraktı demir oksit nanopartikül	500 mg Aloe vera ekstraktı 0,1 M FeCl ₃ çözeltisi	Afrika yayın balığı <i>Clarias gariepinus</i> , (0, 40, 80, 120 ve 160 mg/kg) yeme ilave

Balık sağlığının yönetimi bir diğer zor konu olarak ortaya çıkmıştır. İklim değişikliğinin etkileri ve azalan çevre kalitesi, su ürünleri yetiştiriciliğinde patojenlerde ve hastalıklarda belirgin bir artışa neden olduğu görülmüştür. Bu bağlamda araştırmacılar gümüş nanopartiküllerin su kalitesini iyileştirmede kullanılabileceği yönünde çalışmalar yürütmektedirler (Zodrow vd., 2009; Dosoky vd., 2015). Nanogümüş ve poliamid (PA) ile hibrit nano-kompozit membranların üretimi, mikrobiyal büyümeyi ve biyolojik kirlenmeyi engelleme yeteneklerini göstermiştir. Tuz reddetme etkisine ve su akışına ek olarak, *Pseudomonas* sp., çeşitli tipteki kirli sularda filtrasyon sistemleri olarak görev yapan çok işlevli membranlar oluşturmak için nanogümüş kompozit kullanılabileceği gösterilmiştir (Lee vd. 2007; Fewtrell, 2014; Zahid vd. 2018).

Yapılan çalışmalarda su arıtımında uygulanan nanopartiküllerin analizinde bakteri ve viral patojenlerin büyümesinin engellenmesi vurgulanmış olsada; suya doğrudan uygulanan nanopartiküllerin biyolojik birikim yoluyla balık kültürünü etkileyebileceği göz ardı edilemez. Su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisinde kullanımını düzenlemek için toksisite değerlendirmesi yapılması önem kazanmaktadır.

NP'lerin su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerinde uygulanması, balık verimliliğini etkileyen çeşitli zorluklarla mücadele etmeyi mümkün kılmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliği endüstrisinde, çinko, gümüş, selenyum, demir ve bakır gibi farklı nanopartiküller kullanılarak hastalık yönetimi, aşılar, büyüme faktörü artışı, su kalitesinin iyileştirilmesi ve besin dağıtımı gibi çeşitli zorluklarla başa çıkmak için kullanılmaktadır. Birçok araştırma, nanopartiküllerin antioksidan ve antibakteriyel olma konusunda yüksek bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir. Bunun dışında, nanopartiküllerin balık sağlığı üzerinde zararlı etkilere neden olabilecek bazı toksikolojik etkileri mevcuttur ve derin gözlemler yapılmadan kullanıldığında istenmeyen sonuçlara yol açabileceği göz önüne alınmalıdır. Bu bağlamda, AgNP'lerin su kalitesi ve balıkların genel sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Biyosentezle nanopartikül eldesi bu noktada, balıklar için güvenli kullanım

aralığı oluşturmakta ve diğer metotlara kıyasla zararlı etki göstermemektedir. Uygulamalar için uygun dozların tespit edilmesi konusu araştırmacılar için umut veren gelişmelerdir.

Yapılan araştırmaların sonuçlarından, biyosentezlenen nanopartiküllerin bakteriyel patojenlere karşı çok iyi antimikrobiyal aktivite göstermesi, antioksidan özellikleri su ürünleri çiftliklerinde antibiyotikler için iyi bir alternatif olabileceği anlamına gelmektedir. Optimum konsantrasyonu ve maruz kalma süresi, yan etkiler olmadan balıklar arasında bakteriyel enfeksiyonların kontrol edilmesine yardımcı olabilir.

TEŐEKKÜR

Bu alışma yazar PY' nin doktora tezinden türetilmiştir. Doktora tezi Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından 123O294 numaralı proje ile desteklenmiştir. Projeye verdiği destekten ötürü TÜBİTAK'a teőekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Ashokkumar, S., Ravi, S., Kathiravan, V., & Velmurugan, S. (2015). Synthesis of silver nanoparticles using a. indicum leaf extract and their antibacterial activity. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 134, 34-39.
- Baker, C., Pradhan, A., Pakstis, L., Pochan, D. J., & Shah, S. I. (2005). Synthesis and antibacterial properties of silver nanoparticles. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 5(2), 244-249.
- Bayda, S., Adeel, M., Tuccinardi, T., Cordani, M., & Rizzolio, F. (2019). The history of nanoscience and nanotechnology: from chemical–physical applications to nanomedicine. *Molecules*, 25(1), 112.
- Bhor, G., Maskare, S., Hinge, S., Singh, L., & Nalwade, A. (2014). Synthesis of silver nanoparticles using leaflet extract of *Nephrolepis sexaltata* L. and evaluation antibacterial activity against human and plant pathogenic bacteria. *Asian Journal of Pharmaceutical Technology and Innovation*, 2(7), 6.
- Dosoky R, Kotb S, Farghali M (2015) Efficiency of silver nanoparticles against bacterial contaminants isolated from surface and ground water in Egypt. http://bdvets.org/JAVAR/V2I2/b79_pp175-184
- Fewtrell L (2014) Silver: water disinfection and toxicity. Aberystwyth University, Centre for Research into Environment and Health, p 58
- Feynman, R. P. (1960). There's plenty of room at the bottom. In *Handbook of Nanoscience, Engineering, and Technology*, 3rd ed. (pp. 22-36)
- Ghetas, H. A., Abdel-Razek, N., Shakweer, M. S., Abotaleb, M. M., Paray, B. A., Ali, S., ... & Khalil, R. H. (2022). Antimicrobial activity of chemically and biologically synthesized silver nanoparticles against some fish pathogens. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(3), 1298-1305. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.11.015>
- Govindaraju, K., Kiruthiga, V., Kumar, V. G., & Singaravelu, G. (2009). Extracellular synthesis of silver nanoparticles by a marine alga, *Sargassum wightii* Grevilli and their antibacterial effects. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 9(9), 5497-5501. <https://doi.org/10.1166/jnn.2009.1199>
- Isaacoff, B. P., & Brown, K. A. (2017). Progress in top-down control of bottom-up assembly. *Nano Letters*, 17(11), 6508-6510.
- Kakakhel, M. A., Wu, F., Sajjad, W., Zhang, Q., Khan, I., Ullah, K., & Wang, W. (2021). Long-term exposure to high-concentration silver nanoparticles induced toxicity, fatality, bioaccumulation, and histological alteration in fish (*Cyprinus carpio*). *Environmental Sciences Europe*, 33, 1-11.
- Kulkarni, A. P., Srivastava, A. A., Harpale, P. M., & Zunjarrao, R. S. (2011). Plant mediated synthesis of silver nanoparticles-tapping the unexploited sources. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, 1(4), 100-107.
- Kulkarni, A. P., Srivastava, A. A., Nagalgaon, R. K., & Zunjarrao, R. S. (2012). Phytofabrication of silver nanoparticles from a novel plant source and its

- application. *International Journal of Biological & Pharmaceutical Research*, 3(3), 417-21.
- Latif F, Aziz S, Kousar S, Iqbal R and Shahzad MM, (2022). Applications of nanotechnology in fish health. In: Abbas RZ, Khan A, Liu P and Saleemi MK (eds), *Animal Health Perspectives*, Unique Scientific Publishers, Faisalabad, Pakistan, Vol. 2, pp: 244- 253. <https://doi.org/10.47278/book.ahp/2022.66>
- Lee, J., Mahendra, S., & Alvarez, P. J. (2010). Nanomaterials in the construction industry: a review of their applications and environmental health and safety considerations. *ACS Nano*, 4(7), 3580-3590.
- Meena, J., & Santhakumar, K. (2024). Sustainable synthesise of silver nanoparticles using *Robinia Neomexicana*: Antibacterial, antioxidant and photocatalytic properties. *Inorganic Chemistry Communications*, 159, 111783.
- Mohanraj, V. J., & Chen, Y. J. T. J. O. P. R. (2006). Nanoparticles-a review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 5(1), 561-573. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v5i1.14634>
- Nalwade, A. R., Badhe, M. N., Pawale, C. B., & Hinge, S. B. (2013). Rapid biosynthesis of silver nanoparticles using fern leaflet extract and evaluation of their antibacterial activity. *International Journal of Biological Technology*, 4(2), 12-18.
- Nasrollahzadeh, M., Sajadi, S. M., Sajjadi, M., & Issaabadi, Z. (2019). An introduction to nanotechnology. In *Interface science and technology* (Vol. 28, pp. 1-27). Elsevier.
- Özcan, M. A. (2014). Gümüş nanopartiküller ve kanatlı hayvan beslemede kullanımına yönelik çalışmalar. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 11(2), 16-20.
- Popoola, O. M., Behera, B. K., & Kumar, V. (2023). Dietary silver nanoparticles as immunostimulant on rohu (*Labeo rohita*): Effects on the growth, cellular ultrastructure, immune-gene expression, and survival against *Aeromonas hydrophila*. *Fish and shellfish immunology Reports*, 4, 100080.
- Roco, M. C., Williams, R. S., & Alivisatos, P. (2000). *Nanotechnology Research Directions: IWGN Workshop Report: Vision for Nanotechnology in the Next Decade*. Springer Science & Business Media.
- Sadeghi, B., Rostami, A., & Momei, S. S. (2015). Facile green synthesis of silver nanoparticles using seed aqueous extract of *pistacia atlantica* and its antibacterial activity. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 134, 326-332.
- Salem, S. S., & Fouda, A. (2021). Green synthesis of metallic nanoparticles and their prospective biotechnological applications: an overview. *Biological trace element research*, 199(1), 344-370.
- Sharma, R., Sharma, K. S., & Kumar, D. (2022). Introduction to nanotechnology. In *Nanomaterials in Clinical Therapeutics: Synthesis and Applications*. (pp. 1-31)

- Sharma, V. K., Yngard, R. A., & Lin, Y. (2009). Silver nanoparticles: green synthesis and their antimicrobial activities. *Advances in Colloid and Interface Science*, 145(1-2), 83-96.
- Silva, G. A. (2004). Introduction to nanotechnology and its applications to medicine. *Surgical Neurology*, 61(3), 216-220.
- Srivastava, A. A., Kulkarni, A. P., Harpale, P. M., & Zunjarrao, R. S. (2011). Plant mediated synthesis of silver nanoparticles using a bryophyte: *fissidens minutus* and its anti-microbial activity. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 3, 8342-8347.
- Stupp, S. I., LeBonheur, V., Walker, K., Li, L. S., Huggins, K. E., Keser, M., & Amstutz, A. (1997). Supramolecular materials: self-organized nanostructures. *Science*, 276(5311), 384-389. <https://doi.org/10.1126/science.276.5311.384>
- Tawfik, M., Moustafa, M., Abumourad, I. M. K., El-Meliegy, E., & Refai, M. (2017). Evaluation of nano zinc oxide feed additive on tilapia growth and immunity. In 15th international conference on environmental science and technology, Rhodes, Greece. (pp. 1-9)
- Thomas, SC., Kumar Mishra, P., & Talegaonkar, S. (2015). Ceramic nanoparticles: fabrication methods and applications in drug delivery. *Current Pharmaceutical Design*, 21(42), 6165-6188.
- Uçaş, Ö., Evliyaoğlu, E., Sevgili, H., Akarsu, E., İzam, S. N. I. N., Yılmaz, H. A., & Eroldoğan, O. T. (2022). Diyetel Gümüş Nanopartikülün Gökkuşığı Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Yetiştiricilik Parametreleri ve Yüksek Sıcaklık Toleransına Etkisi. *Acta Aquatica Turcica*, 19(3), 246-256.
- Uzo-God, O. C., Agarwal, A., & Singh, N. B. (2018). Effects of dietary nano and macro iron oxide (Fe₂O₃) on the growth, biochemical, and hematological profiles of African catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings. *Journal of Applied Aquaculture*, 31(2), 153–171. <https://doi.org/10.1080/10454438.2018.1534704>.
- Vali, S., Majidiyan, N., Yalsuyi, A. M., Vajargah, M. F., Prokić, M. D., & Faggio, C. (2022). Ecotoxicological effects of silver nanoparticles (Ag-NPs) on parturition time, survival rate, reproductive success and blood parameters of adult common molly (*Poecilia sphenops*) and their larvae. *Water*, 14(2), 144.
- Vankdoth, S., Velidandi, A., Sarvepalli, M., & Vangalapati, M. (2022). Role of plant (tulasi, neem and turmeric) extracts in defining the morphological, toxicity and catalytic properties of silver nanoparticles. *Inorganic Chemistry Communications*, 140, 109476. <https://doi.org/10.1016/j.inoche.2022.109476>
- Zahid M, Rashid A, Akram S, Rehan ZA, Razzaq W (2018) A comprehensive review on polymeric nano-composite membranes for water treatment. *J Membr Sci Technol* 8:1–20. <https://doi.org/10.4172/2155-9589.1000179>
- Zodrow K, Brunet L, Mahendra S, Li D, Zhang A, Li Q, Alvarez PJ (2009) Polysulfone ultrafiltration membranes impregnated with silver nanoparticles

show improved biofouling resistance and virus removal. *Water Res* 43(3):715–723. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2008.11.014>

Nwanna, L. C., & Ikuesan, B. B. (2025). Aloe vera leaf (*Aloe barbadensis*) iron-oxide nanoparticles improved growth performance, immune response and survival of African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*) challenged with *Aeromonas hydrophilia*. *Journal of Applied Aquaculture*, 37(2), 208-225.



Sucul Ekosistemlerde Bozulma Süreçleri ve Sürdürülebilir Koruma Yaklaşımları

Naime Filiz Karadaş¹

¹ Atatürk Üniversitesi. Su Ürünleri Fakültesi, , Orcıd no: 0000-0003-3488-3481

Giriş

Sucul ekosistemler, tatlı su (göller, nehirler, bataklıklar) ve tuzlu su (denizler, okyanuslar, haliçler) ortamlarını içeren, biyotik ve abiyotik bileşenlerin karmaşık etkileşimler içerisinde bulunduğu ekolojik sistemlerdir. Bu ekosistemler; içme suyu temini, gıda üretimi (örneğin balıkçılık), iklim düzenlemesi, karbon depolama ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi hayati ekosistem hizmetleri sağlamaktadır (Dodds & Whiles, 2010; MEA, 2005). Dünya yüzeyinin yaklaşık %75'i su kütleleriyle kaplı olmasına rağmen, bu su kaynaklarının yaklaşık %97'si tuzlu sudan oluşmakta ve sadece %3'lük kısmı tatlı su niteliğindedir. Üstelik, bu tatlı suyun erişilebilir kısmı oldukça sınırlıdır (Yıldız vd., 2005: 75–76; Gleick, 1993). Bu durum, tatlı su kaynaklarının korunmasının ve sürdürülebilir yönetiminin önemini artırmaktadır. Son dönemlerde artan antropojenik baskılar, sucul ekosistemlerin bozulma riskini önemli ölçüde artırmıştır. Sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan toksik gazlar ve kimyasal atıkların atmosfer ve su sistemlerinde birikmesi, kalıcı çevresel kirliliklere yol açmaktadır (Smith et al., 2018). Ayrıca, küresel iklim değişikliğinin etkileri, özellikle kutup bölgelerindeki buzulların erimesiyle deniz seviyesinin yükselmesine ve kıyı ekosistemlerinin su altında kalma riskine neden olmaktadır (IPCC, 2021). Bunun yanı sıra, hızlı nüfus artışı ve artan insan faaliyetleri, temiz su kaynakları, verimli tarım arazileri, orman ekosistemleri ve biyolojik çeşitliliğin temel unsurlarını tehdit etmektedir. Bu süreç, yalnızca doğal çevrenin sürdürülebilirliğini değil, aynı zamanda insan sağlığını ve gelecek kuşakların yaşam hakkını da doğrudan etkilemektedir (Rockström et al., 2009).

1. Su Kirliliği

Sucul ekosistemlerde, hem doğal süreçler sonucu oluşan hem de dış çevreden kaynaklanan çeşitli zararlı maddeler bulunabilmektedir. Bu maddelerin bir kısmı ekosistemin doğal mekanizmaları tarafından etkisiz hale getirilebilir veya tamamen elimine edilebilir. Ancak kirleticilerin miktarı, ekosistemin kendi temizleme kapasitesini aşarsa, sucul yaşam üzerinde olumsuz etkiler ortaya çıkar. Bu durum “kirlenme” olarak adlandırılır ve kirlenmeye neden olan maddeler ise “kirleticisi” olarak tanımlanır. Doğal dengenin bozulması, sucul ortamlardaki kirlenmenin temel göstergesidir. Su ortamında yaşayan organizmaların sağlık durumları ve çeşitliliği, kirlilik seviyesinin belirlenmesinde önemli göstergelerdir. Kirleticinin ekosisteme ne oranda girdiği ve verdiği zararın şiddeti; kirleticinin tipi, yoğunluğu, su ortamının kimyasal, fiziksel ve biyolojik özellikleri, alanın büyüklüğü ve derinliği ile etkilenen canlıların tür ve büyüklükleri gibi çok sayıda faktöre bağlı olmaktadır (Tanyolaç, 2011). Sucul sistemlerde en yaygın kirleticiler; evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı atıklar

olup; bunlar asit ve bazlar, deterjanlar, gübreler, gıda endüstrisi artık maddeleri, ısırlı kirlilik, çeşitli metaller ve gazlar, besin elementleri (nutrientler), yağlar, organik toksinler, patojen mikroorganizmalar ve pestisitler gibi geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır (Göksu, 2003). Suların bu kadar yoğun ve çeşitli kirlenici baskısı altında olması, su kaynaklarının etkin biçimde korunmasının önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Evsel ve şehirsel atıklar

Akarsular, atıkların uzaklaştırılması için sıklıkla doğal bir taşıyıcı ortam olarak kullanılmaktadır. Örneğin, evsel atıkların kanalizasyon sistemleri aracılığıyla doğrudan su kaynaklarına boşaltılması yaygın bir uygulamadır. Bu durum, çoğu zaman çevremizi temiz tuttuğumuz izlenimini yaratırken, aslında sucul yaşam alanlarının ve çevrenin kirlenmesine yol açtığımızın farkında olunmamaktadır ya da bu konu yeterince önemsenmemektedir. Halbuki atıkların doğaya bırakılması, ekosistemlerin sağlığını olumsuz etkilemekte ve bazı durumlarda canlıların kitlesel ölümüne neden olabilecek boyutta zararlara sebep olmaktadır (Chapman, 1996).

Evsel kaynaklı kirlilik genellikle organik maddelerden kaynaklanmakta ve bu durum su kalitesinde azalmaya yol açarak canlı organizmalar üzerinde doğrudan etkiler oluşturmaktadır. Su içerisindeki organik madde miktarının artması, çözünmüş oksijen seviyelerinin düşmesine neden olmaktadır. Bu da, oksijen gereksinimi yüksek olan türlerin yaşam alanlarını terk edip, daha düşük oksijen seviyelerine tolerans gösterebilen türlerin hakimiyet kurmasına sebep olmaktadır (Wetzel, 2001). Ayrıca, evsel atıklarda sadece organik maddeler değil, bulaşık deterjanları ve çamaşır yıkama gibi günlük aktivitelerden kaynaklanan kimyasal bileşenler de bulunmaktadır. Bu tür kimyasallar, sucul çevrede ek toksik etkiler yaratabilmektedir (Göksu, 2003).

Endüstriyel atıklar

Sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan atıklar, sucul ekosistemlerin yapısını ve fonksiyonlarını olumsuz yönde etkileyen önemli kirlenitçiler arasında yer almaktadır. Endüstriyel prosesler sonucu ortaya çıkan kimyasal maddeler, ağır metaller ve organik kirlenitçiler, uygun arıtma işlemi uygulanmadan su kaynaklarına boşaltıldığında ekosistemlerin ekolojik dengesinde bozulmalara yol açmaktadır. Özellikle kadmiyum, kurşun ve cıva gibi ağır metaller ile fenoller ve petrokimyasal bileşikler, sucul organizmalar üzerinde yüksek toksisite göstererek biyolojik çeşitlilikte azalmaya ve habitat kalitesinde bozulmaya neden olmaktadır (Díaz-Barriga *et al.*, 1990). Ayrıca bu kirlenitçilerin ekosistemde birikimi, trofik seviyelerdeki organizmalar vasıtasıyla biyobirikim (bioaccumulation) ve

biyomagnifikasyon süreçlerine sebep olarak insan sağlığı açısından da önemli riskler oluşturmaktadır. Endüstriyel atıkların kontrolsüz deşarjı, su kalitesinde ciddi düşüşlere, çözülmüş oksijen seviyelerinin azalmasına ve ekosistem hizmetlerinin işlevselliğinin bozulmasına neden olmaktadır (Meybeck, 2003).

Tarımsal Atıklar

Tarımsal faaliyetler, özellikle kimyasal gübre ve pestisit kullanımı nedeniyle sucul ekosistemler üzerinde ciddi bir kirlilik baskısı oluşturmaktadır. Tarım alanlarında kullanılan azot ve fosfor içerikli gübreler, yağış ve yüzey akışı yoluyla nehir, göl ve yeraltı suyu sistemlerine taşınarak ötrofikasyon sürecini tetiklemektedir. Bu süreç, sucul ortamlarda aşırı alg çoğalmasına, çözülmüş oksijen seviyelerinin düşmesine ve sonuç olarak birçok su organizmasının yaşamını sürdüremeyeceği hipoksik koşulların oluşmasına neden olmaktadır (Carpenter *et al.*, 1998). Ayrıca tarımda yaygın biçimde kullanılan insektisitler, herbisitler ve fungisitler gibi pestisit kalıntıları, toksik etkileri nedeniyle hem hedef dışı sucul organizmalara hem de trofik düzeyde biyobirikim ve biyomagnifikasyona yol açarak insan sağlığı için de risk teşkil etmektedir (Aktar *et al.*, 2009). Özellikle sulama kanallarına yakın tarım arazilerinden kaynaklanan bu tür kirleticilerin kontrolsüz şekilde su ortamına geçmesi, su kalitesini düşürmekte ve sucul biyoçeşitliliği tehdit etmektedir. Bu nedenle tarımsal kirliliğin önlenmesi, hem ekosistem sağlığının korunması hem de sürdürülebilir su yönetimi açısından kritik öneme sahip olmaktadır.

2. Yaşam Alanı (Habitat) Yıkımı

Yaşam alanı yıkımı, sucul ekosistemlerin bozulmasında en temel süreçlerden biri olarak kabul edilmektedir. Habitat tahribatı; baraj inşaatları, nehirlerin yönünün değiştirilmesi, kıyı yapılaşması, tarımsal drenaj, dip tarama faaliyetleri ve aşırı su çekimi gibi insan kaynaklı müdahaleler sonucu meydana gelmektedir. Bu tür faaliyetler, sucul türlerin doğal yaşam ortamlarını fiziksel olarak yok etmekte ya da parçalayarak habitat bağlantılarını kesintiye uğratmaktadır (Dudgeon *et al.*, 2006). Özellikle nehir sistemlerinde meydana gelen kanalizasyon ve regülasyon uygulamaları, akarsu rejimlerini değiştirerek akarsulara bağlı organizmaların üreme, beslenme ve göç gibi yaşamsal faaliyetlerini engellemektedir. Ayrıca ıslah çalışmaları ile doğal bataklıkların ve sazlıkların kurutulması, yalnızca habitat kaybına değil, aynı zamanda bu alanlara özgü endemik türlerin yok olmasına da neden olmaktadır. Habitatın yapısal bütünlüğünün bozulması, ekosistem hizmetlerinin zayıflamasına, biyoçeşitlilik kaybına ve ekolojik direncin azalmasına yol açmaktadır. Bu nedenle sucul yaşam alanlarının korunması, yalnızca türlerin hayatta kalması için değil, aynı zamanda

ekosistemlerin uzun vadeli işlevselliğinin sürdürülebilmesi açısından da kritik öneme sahip olmaktadır.

3. Yabancı Türler

Yabancı türler, doğal dağılım alanları dışında bir ekosisteme insanlar tarafından doğrudan veya dolaylı yollarla taşınan, o ekosistemde daha önce bulunmayan organizmalardır. Bu türlerin bir kısmı istilacı özellik kazanarak yerli türlerle rekabete girerek, habitatları işgal etmekte ve ekolojik dengeyi önemli ölçüde bozmaktadır. Sucul ekosistemler, özellikle balast suyu taşımacılığı, akvaryum ticareti, su ürünleri yetiştiriciliği ve kanal bağlantıları yoluyla yayılan istilacı türler açısından oldukça savunmasızdır (Rahel, 2002). İstilacı türler genellikle yerli türlerin besin kaynaklarını tüketir, hastalık ve parazitleri taşıyabilir veya yerli türlerin yaşam alanlarını işgal ederek onların popülasyonlarında ciddi azalmaya neden olabilir. Örneğin, Avrupa sularında yaygın olarak görülen **Pseudorasbora parva (taş minnow)** gibi türler, yerli balık popülasyonları üzerinde hem rekabet hem de hastalık taşınımı yoluyla baskı kurabilmektedir. Aynı şekilde tatlı su ekosistemlerinde yaygınlaşan **zebra midyesi (Dreissena polymorpha)**, habitat yapısını değiştirerek ekosistem hizmetlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Yabancı türlerin kontrol altına alınmaması, sadece biyolojik çeşitliliğin kaybına değil, aynı zamanda balıkçılık, su kalitesi ve ekosistem işlevleri üzerinde geri dönüşü zor sonuçlara yol açmaktadır (Ricciardi & MacIsaac, 2011). Bu nedenle, istilacı türlerin erken tespiti, yayılımının izlenmesi ve biyogüvenlik önlemleri sucul ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

4. Küresel Isınma, İklim Değişikliği Ve Kuraklık

Küresel ısınma ve buna bağlı iklim değişikliği, sucul ekosistemlerin işleyişini tehdit eden en ciddi çevresel sorunlardan biridir. Atmosferdeki sera gazı birikiminin artmasıyla birlikte dünya genelinde ortalama sıcaklıklar yükselmekte, bu durum hem denizel hem de tatlı su sistemlerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçleri etkilemektedir (IPCC, 2021). Artan sıcaklıklar, göl ve nehirlerdeki buharlaşma oranlarını artırarak su seviyelerinde düşüşe neden olmakta; bu da habitat kayıplarına ve organizmalar üzerinde stres oluşturan termal değişimlere yol açmaktadır. Özellikle kuraklık dönemlerinde su hacmindeki azalma, çözünmüş oksijen seviyelerinin düşmesine ve toksik maddelerin derişiminde artışa neden olarak sucul yaşam üzerinde baskı oluşturmaktadır. Ayrıca, deniz yüzeyi sıcaklıklarındaki artış, okyanusların dikey karışımını bozarak besin döngülerinde aksamalara ve mercan resifleri gibi hassas habitatlarda yaygın beyazlamaya neden olmaktadır (Hoegh-Guldberg *et al.*,

2007). İklim değişikliğinin etkileri sadece fiziksel parametrelerle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda türlerin dağılım desenleri, üreme dönemleri ve göç davranışlarında da önemli değişikliklere neden olmaktadır. Kuraklık, su kaynaklarının azalması ve tarımsal su taleplerinin artmasıyla birlikte sucul habitatlara ayrılan su miktarını da azaltmakta, bu da özellikle akarsu sistemlerinde biyolojik çeşitliliğin korunmasını zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda, iklim değişikliğinin sucul ekosistemler üzerindeki etkilerinin azaltılabilmesi için hem iklim adaptasyon politikaları hem de su yönetimi stratejilerinin entegre şekilde uygulanması büyük önem taşımaktadır.

5. Barajlar

Barajlar, enerji üretimi, sulama, taşkın kontrolü ve içme suyu temini gibi çeşitli amaçlarla inşa edilmekte ve insan yaşamına önemli katkılar sağlamaktadır. Ancak bu yapılar, sucul ekosistemlerin doğal işleyişi üzerinde çok yönlü ve çoğu zaman olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Baraj inşası, nehirlerin doğal akış rejimini bozarak sucul habitatların bölünmesine, su sıcaklığı, oksijen düzeyi ve tortu taşınımı gibi temel fiziksel ve kimyasal parametrelerde değişimlere yol açmaktadır (Nilsson *et al.*, 2005). Bu durum, akarsulara özgü türlerin yaşam döngülerinde bozulmalara neden olurken, özellikle göçmen balık türlerinin üreme alanlarına ulaşmasını engelleyerek popülasyonların azalmasına yol açabilmektedir. Aynı zamanda baraj gölleri, altta kalan ormanlık alanların çürümesiyle metan gazı salımına neden olarak iklim değişikliğini tetikleyebilecek potansiyel kaynaklar haline gelebilmektedir. Ayrıca barajlar, nehir ağının yukarı ve aşağı kesimleri arasındaki besin ve organizma akışını kesintiye uğratarak ekosistem bağlantılarını zayıflatmaktadır. Akarsuların dinamik doğasının statik bir su kütlesine dönüşmesi, biyolojik çeşitliliğin azalmasına, istilacı türlerin yayılmasına ve ekolojik işlevlerin zayıflamasına neden olmaktadır (Poff & Hart, 2002). Bu bağlamda, baraj projelerinin planlanmasında yalnızca ekonomik faydalar değil, aynı zamanda uzun vadeli çevresel etkiler de göz önünde bulundurulmalı, ekolojik akışların korunmasına öncelik verilmelidir.

6. Bilinçsiz Ve Kontrolsüz Avcılık

Sucul ekosistemlerde biyolojik çeşitliliği tehdit eden en önemli insan faaliyetlerinden biri de bilinçsiz ve kontrolsüz avcılıktır. Özellikle ticari kazanç amacıyla yapılan aşırı avlanma, hedef türlerin doğal popülasyonlarının sürdürülebilir seviyelerin altına düşmesine, hatta bazı türlerin yerel yok oluşuna neden olabilmektedir (Pauly *et al.*, 2002). Küçük boyutlu bireylerin avlanması, üreme çağındaki bireylerin ortamdaki uzaklaştırılması ya da yasak dönemlerde

avcılık yapılması gibi hatalı uygulamalar, stokların kendini yenileme kapasitesini ciddi ölçüde zayıflatmaktadır. Ayrıca trol, gırgır ve patlayıcı gibi yıkıcı av yöntemleri, yalnızca hedef türleri değil, habitatları da tahrip etmekte; bentik ekosistemler üzerinde kalıcı bozulmalara yol açmaktadır. Bu durum, hem tür çeşitliliğinin azalmasına hem de trofik düzeylerde dengesizliklere neden olmaktadır. Aşırı av baskısı, av–avcı ilişkilerini bozarak ekosistem dinamiklerini değiştirebilmekte, bu da gıda zincirinde zincirleme etkilere yol açabilmektedir. Özellikle iç sularda yapılan kaçak ve düzensiz balıkçılık faaliyetleri, yerel türlerin azalmasına ve ekosistem hizmetlerinin zayıflamasına neden olmaktadır. Etkili denetim, av yasaklarına uyum ve yerel halkın bilinçlendirilmesi gibi uygulamalar, sucul ekosistemlerin sürdürülebilir yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır (FAO, 2020).

7. Koruma Yolları

Sucul ekosistemlerin karşı karşıya olduğu tehditlerin artması, bu sistemlerin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması yönünde çok boyutlu ve entegre koruma stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Öncelikle, bütüncül havza yönetimi anlayışı benimsenmeli ve kara-su etkileşimi dikkate alınarak kirlilik kaynaklarının kontrol altına alınması sağlanmalıdır. Tarımsal, endüstriyel ve evsel atıkların arıtılmadan alıcı ortama verilmesinin önüne geçilmesi; atık su arıtma tesislerinin yaygınlaştırılması ve etkin işletilmesi gerekmektedir (MEA, 2005). Ayrıca, ekolojik akış kavramı doğrultusunda baraj ve su yapılarının doğal akış rejimine en az müdahale edecek şekilde planlanması, akarsu ekosistemlerinin sürekliliğini korumak adına hayati öneme sahiptir. Habitat restorasyon çalışmaları, tahrip olmuş sulak alanların yeniden canlandırılması ve istilacı türlerle mücadele gibi uygulamalar da biyoçeşitliliğin korunmasına katkı sunar. Aynı şekilde, korunan alanların artırılması ve etkin yönetimi, hassas türlerin yaşam alanlarını güvence altına alabilir. Bununla birlikte, avcılık faaliyetlerinin düzenlenmesi, tür bazlı koruma planlarının oluşturulması ve yerel toplulukların katılımının sağlanması sürdürülebilir balıkçılık açısından önemlidir (CBD, 2010). Eğitim, bilinçlendirme ve izleme sistemleriyle desteklenen bu önlemler, sucul ekosistemlerin yalnızca bugünkü ihtiyaçlara değil, gelecek nesillerin haklarına da hizmet edecek şekilde korunmasını mümkün kılmaktadır.

SONUÇ

Sucul ekosistemler; biyolojik çeşitlilik, ekolojik denge, su kalitesi ve insan refahı açısından hayati öneme sahip sistemlerdir. Ancak son yıllarda artan antropojenik faaliyetler nedeniyle bu ekosistemlerde ciddi bozulmalar meydana gelmektedir. Habitat yıkımı, istilacı yabancı türlerin yayılması, küresel ısınma ve iklim değişikliği, baraj yapımı, bilinçsiz ve aşırı avcılık gibi faktörler; sucul canlı

türlerinin yaşam alanlarını tehdit etmekte, ekosistem hizmetlerinin devamlılığını riske atmaktadır. Bu bozulma süreçleri sadece ekolojik değil, aynı zamanda sosyoekonomik etkiler de doğurarak özellikle balıkçılık, tarım ve turizm gibi sektörleri de olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu bağlamda, sucul ekosistemlerin sürdürülebilir şekilde korunabilmesi için disiplinlerarası yaklaşımların benimsenmesi gerekmektedir. Koruma alanlarının artırılması, yerel ve ulusal ölçekte ekosistem tabanlı yönetim stratejilerinin uygulanması, halkın çevresel farkındalığının artırılması, çevre dostu tarım ve sanayi uygulamalarının teşvik edilmesi gibi önlemler, bu süreçte büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, bilimsel araştırmalarla desteklenen izleme programları sayesinde, ekosistemlerdeki değişimler erken dönemde tespit edilerek gerekli müdahaleler zamanında yapılabilir. Sonuç olarak, sucul ekosistemlerin karşı karşıya olduğu tehditlerin azaltılması ve ekolojik dengenin korunması, ancak bütüncül, bilim temelli ve sürdürülebilir yönetim politikalarıyla mümkündür. Bu doğrultuda, hem karar vericilerin hem de toplumun tüm kesimlerinin iş birliği içinde hareket etmesi, doğal kaynakların gelecek nesiller için de sağlıklı biçimde korunmasını sağlayacaktır.

Kaynaklar:

- Aktar, M. W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1–12.
DOI: 10.2478/v10102-009-0001-7
- Carpenter, S. R., Caraco, N. F., Correll, D. L., Howarth, R. W., Sharpley, A. N., & Smith, V. H. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications*, 8(3), 559–568.
DOI: 10.1890/1051-0761(1998)008[0559:NPOSWW]2.0.CO;2
- Chapman, D. (1996). *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. UNESCO/WHO/UNEP.
- Convention on Biological Diversity (CBD). (2010). Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020 and the Aichi Biodiversity Targets. URL: <https://www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/Aichi-Targets-EN.pdf>
- Díaz-Barriga, F., Carrizales, L., Jiménez-Capdeville, M., & Ostrosky-Wegman, P. (1990). Toxic metals and neurological disorders in children. *Toxicology Letters*, 10(1-3), 23-30. DOI: 10.1016/0378-4274(90)90165-9
URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0378427490901659>
- Dodds, W. K., & Whiles, M. R. (2010). *Freshwater ecology: Concepts and environmental applications*. Academic Press.
- Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z. I., Knowler, D. J., Lévêque, C., ... & Sullivan, C. A. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81(2), 163–182. DOI: 10.1017/S1464793105006950
- FAO (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. URL: <https://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>
- Gleick, P. H. (1993). *Water in crisis: A guide to the world's fresh water resources*. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security.
- Göksu, M. Z. L. (2003). *Su kirliliği (ders kitabı)*. Nobel Kitabevi.
- Göksu, M. Z. L. (2003). *Su Kirliliği ve Çevresel Etkileri*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınlar
- Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P. J., Hooten, A. J., Steneck, R. S., Greenfield, P., Gomez, E., ... & Knowlton, N. (2007). Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science*, 318(5857), 1737–1742. DOI: 10.1126/science.1152509
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Cambridge University Press.

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1>
- Meybeck, M. (2003). Global analysis of river systems: from Earth system controls to anthropocene syndromes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 358(1440), 1935–1955. DOI: 10.1098/rstb.2003.1388 URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2003.1388>
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. URL: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.358.aspx.pdf>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press.
- Nilsson, C., Reidy, C. A., Dynesius, M., & Revenga, C. (2005). Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science*, 308(5720), 405–408. DOI: 10.1126/science.1107887
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., & Torres Jr, F. (2002). Fishing down marine food webs. *Science*, 279(5352), 860–863. DOI: 10.1126/science.279.5352.860
- Poff, N. L., & Hart, D. D. (2002). How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal. *BioScience*, 52(8), 659–668. DOI: 10.1641/0006-3568(2002)052[0659:HDVAWI]2.0.CO;2
- Rahel, F. J. (2002). Homogenization of freshwater faunas. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33, 291–315. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150429
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E., ... & Foley, J. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Ricciardi, A., & MacIsaac, H. J. (2011). Impacts of biological invasions on freshwater ecosystems. In D. M. Richardson (Ed.), *Fifty Years of Invasion Ecology: The Legacy of Charles Elton* (pp. 211–224). Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1-4443-3336-3
- Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. (2018). Eutrophication: Impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environmental Pollution*, 100(1-3), 179–196. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00091-3](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00091-3)
- Tanyolaç, J. (2011). *Limnoloji* (6. baskı). Hatipoğlu Yayınevi, 263 s. Ankara.
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Academic Press.
- Yıldız K., Sipahioğlu Ş., Yılmaz M. (2005). Çevre Bilimi. Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara, s.300.