

ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİ ALANINDA ULUSLARARASI ÇALIŞMALAR

Haziran 2023

EDİTÖRLER

DOÇ. DR. ALİ BOLAT

DR. ÖĞR. ÜYESİ İLHAMİ TOZLU

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Haziran 2023

ISBN • 978-625-6450-42-4

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

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

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

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

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.serüvenyayınevi.com

e-mail: serüvenyayınevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİ
ALANINDA ULUSLARARASI ÇALIŞMALAR

Haziran 2023

Editörler

DOÇ. DR. ALİ BOLAT
DR. ÖĞR. ÜYESİ İLHAMİ TOZLU

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

MOGAN GÖLÜ (ANKARA, TÜRKİYE)'NDE SU-SEDİMENT
KALİTESİNE İLİŞKİN ÇALIŞMALAR VE GÖL YÖNETİM
STRATEJİLERİ: 1992-2022

<i>Serap PULATSÜ</i>	1
<i>Akasya TOPÇU</i>	1

Bölüm 2

ORMANCILIKTA FİDAN KALİTESİ

<i>Durmuş ÇETİNKAYA</i>	29
-------------------------------	----

Bölüm 3

PAMUK BİTKİSİNDE KOZA AÇTIRMA-YAPRAK DÖKTÜRME
UYGULAMALARI

<i>Bünyamin YILDIRIM</i>	45
<i>Mehmet Zeki KOÇAK</i>	45
<i>Mehmet Hakkı ALMA</i>	45

Bölüm 4

TÜRKİYE'DE TAVUK ETİ ÜRETİMİNİN ARIMA (BOX-JENKINS)
MODELİ İLE ÖNGÖRÜSÜ

<i>Aslı DALGIÇ</i>	63
<i>Deniz SARICA</i>	63
<i>Vecdi DEMİRCAN</i>	63

Bölüm 5

VİRAL BALIK AŞILARI

<i>Şeydanur KAN</i>	79
<i>Ayşegül KUBİLAY</i>	79

Bölüm 6

BİYOÇEŞİTLİLİK İÇİNDE ENDEMİK BİTKİLERİN YERİ VE ÖNEMİ <i>Gül YÜCEL</i>	99
--	----

Bölüm 1

MOGAN GÖLÜ (ANKARA, TÜRKİYE)'NDE SU- SEDİMENT KALİTESİNE İLİŞKİN ÇALIŞMALAR VE GÖL YÖNETİM STRATEJİLERİ: 1992-2022

Serap PULATSÜ¹

Akasya TOPÇU²

1 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü,
06100, Ankara, Türkiye , ID: <https://orcid.org/0000-0001-5277-417X>,
spulatsu@agri.ankara.edu.tr

2 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü,
06100, Ankara, Türkiye , ID: <https://orcid.org/0000-0002-5229-4181>



GİRİŞ

Göller, kendilerine özgü havza özelliklerini, iklim ve biyolojik bileşenlerdeki değişimleri yansıtan dinamik ekosistemlerdir. Göl havzasının büyüklüğü, derinliği ve hacmi, göle giren suyun miktarı ile kalitesi sucul ekosistemin önemli unsurlarıdır. Sucul ekosistemlerde su-sediment kalitesindeki herhangi bir değişiklik, sudaki yaşam alanlarını, rekreasyonu, içme-kullanma suyu kalitesini ve tarımsal faaliyetleri etkileyerek ciddi olumsuzluklara yol açabilmektedir. Özellikle su-sediment kalitesi bağlamında; mevcut su sistemlerinin dengesini bozan besin girdilerinin ötrofikasyonu teşvik etmesi söz konusu iken, iklim değişikliği olgusu da bir diğer önemli risk faktörüdür.

Göllerin ötrofikasyonu, önemli çevresel, ekonomik ve sosyal tehditler oluşturan önemli bir su kalite sorunudur. Ötrofik-sığ Mogan Gölü'nde (Ankara), yıllardır ötrofikasyon odaklı çalışmalar yürütülmüş, gölde 2006 yılından itibaren bazı yönetim faaliyetleri de hız kazanmıştır. Göle ilişkin ötrofikasyon sürecini yavaşlatma uygulamalarının önemli bileşenleri, dış kaynaklı besin elementi yükünün azaltılmasına yönelik girişimler ile sediment uzaklaştırma (tarama) faaliyetleridir. Mogan Gölü'nde yıllara bağlı su-sediment kalite değişikliklerini, giderek artan nüfus, kentleşme, arazi kullanımındaki değişiklikler, sediment taşınımı, artan tarımsal mücadele ilaç kullanımı ve madencilik faaliyetlerinin yanı sıra iklim değişikliği gibi faktörler de kaçınılmaz kılmıştır. Anonim (2022) tarafından, Mogan Gölü'nün 1900'lü yılların başında oluştuğu ve yetmişli yıllarda göl içi bitkilere ilişkin bir takım çalışmaların yapıldığı ifade edilmiştir. Doksanlı yılların başından itibaren bazı devlet kurumları ve üniversiteler için doğal bir araştırma alanı özelliği taşıyan göl, Ankara'ya yakınlığı nedeniyle de rekreasyonel açıdan ilgi odağı olmaya devam etmektedir.

Sucul ekosistemlerde etkili su-sediment izleme programları, su kaynaklarına yönelik mevcut ve gelecekteki kirlenme tehditlerinin olası sonuçları açısından önem taşımaktadır. Dolayısıyla tüm sucul sistemler gibi göller için de su ve/veya sediment kalite sorunları, güvenilir, doğru ve sürekli izlenen büyük ölçekli izleme sonucuna dayalı çözümlere ihtiyaç duymaktadır. Ancak Mogan Gölü örneğinde olduğu gibi yıllardır süregelen farklı zamanlara ait bilgiler, özgün araştırmalara dayanmakta olup bir izleme programının parçası değildir. Bu bağlamda, göle yönelik son otuz yıl baz alındığında, belirli yıllarda gölde su-sediment kalitesine ilişkin verilerin yoğun olduğu, bazı yıllarda ise hiç veri bulunmadığı tespit edilmiştir.

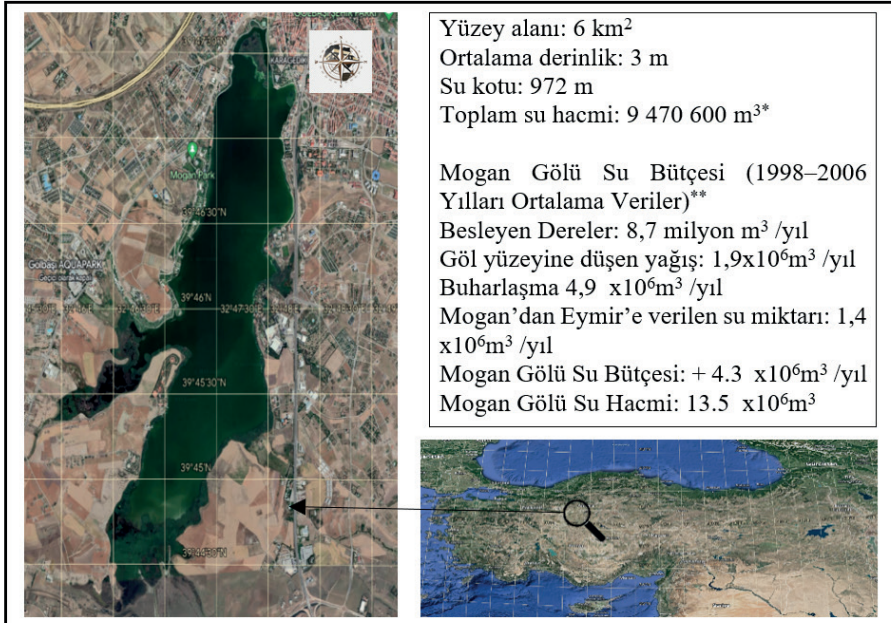
Her gölün kendine özgü fiziko- kimyasal ve biyolojik özellikleri zamanla değişim gösterebilecektir. Bu değişimler günlük, mevsimlik olabileceği için yıllar bazındaki değişimlerin ele alınması, daha büyük çerçevede gölün durumunda önemli değişiklikler olup olmadığı konusuna ışık tutacaktır. Bu çalışmanın amacı; a) Mogan Gölü'ne ilişkin son otuz yıllık süreçteki su-sediment

çalışma sonuçlarının yıllara bağlı değişimini irdelemek b) Gölde uygulanan yönetim teknikleri doğrultusunda gölün ötrofikasyon durumunu değerlendirmek c) Uzun-dönemli çalışmalar ışığında sürdürülebilir göl yönetimine ilişkin çözüm önerileri sunmaktır.

Materyal ve Metot

Materyal

Mogan Gölü, Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde bulunmakta ve taşıdığı rekreatif değer yanında, havzasında; tarımsal faaliyetler, sanayi, maden işleme tesisleri ile yerleşim yerlerini barındırmaktadır. Ülkemizde Ramsar'a aday gösterilen önemli sulak alanlardan biri olan gölün, yeraltı suyu beslemesi oldukça düşük olup, su girdisi yazları genelde kuruyan düzensiz rejimli dereler vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Bu derelerin en önemlileri havzanın doğu-kuzeybatı kesimlerinde yer alan Sukesen, Başpınar, Gölova, Yavrucak, Çolakpınar, Tatlım, Kaldırım ve Gölcük dereleridir (Anonim 2017). Havzada sulama amaçlı inşa edilen İkizce (Topaklı) ve Dikilitaş olmak üzere iki adet gölet bulunmaktadır. Şekil 1'de sunulan Mogan Gölü'nün konumu Google Earth web sayfasından alıntılanmıştır.



Şekil 1. Mogan Gölü konumu ve bazı morfolojik-hidrolojik özellikleri *: Anonim (2022); **: Anonim (2017)

Metot

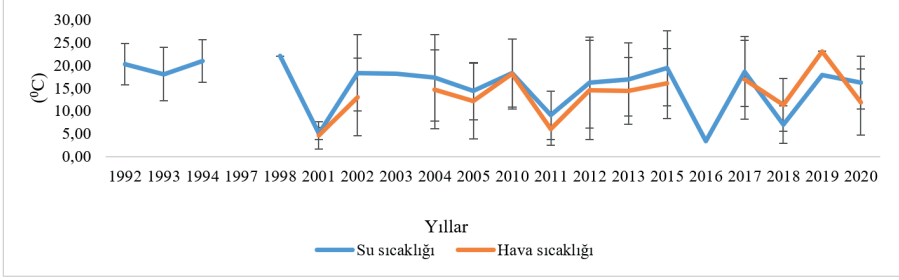
Bu çalışma kapsamında, Mogan Gölü'nde yürütülen araştırmaların yıllar bazında düzensiz dağılımı nedeniyle, suya ilişkin fiziko-kimyasal parametreler (su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH, ışık geçirgenliği, toplam azot, toplam fosfor, ağır metaller) ile sediment kalite parametrelerinden (redoks potansiyeli, organik madde, toplam organik karbon, toplam azot, toplam fosfor, ağır metaller) yoğunluk kazananlar seçilerek bir değerlendirme yapılması hedeflenmiştir.

Gölde dış kaynaklı kirletici yükün azaltılmasına yönelik faaliyetler 2005 yılına kadar düzensiz olarak devam etmiş ancak gölden sedimentin uzaklaştırılması girişimi sözü edilen yıldan itibaren aralıklı olarak tekrarlanmıştır. Bu nedenle göl suyuna ilişkin bazı fiziksel-kimyasal parametrelerin değerlendirilmesinde, yönetsel faaliyetler öncesi ve sonrası değerlerin karşılaştırılmasına odaklanılmıştır. Bu kapsamda çalışmaya ait veriler, SPSS 22 versiyonunda çözümlenmiş olup metrik düzeyde elde edilen ölçümlerin ortalaması, standart sapması, minimum ve maksimum değerlerinin yanı sıra ortanca olmak üzere betimsel istatistikler hesaplanmıştır. Gölde 2005 yılı sonrası hız kazanan bazı yönetim faaliyetleri dikkate alındığında 2005 yılı öncesi ve sonrasına ait ölçümlerin karşılaştırılmasında Mann Whitney U Testi kullanılmıştır.

Mogan Gölü'nde Su Kalitesine İlişkin Bildiriler

-Bazı fiziksel-kimyasal parametreler:

Göl suyu sıcaklığı; besin elementlerinin döngüsü, göl tabakalaşması, dekompozisyon oranı, çözülmüş oksijen konsantrasyonu ve göldeki sucul organizmaların dağılımı başta olmak üzere, gölün fiziko-kimyasal ve biyolojik unsurlar üzerindeki etkisini belirleyen bir faktördür. Ayrıca göl yüzey suyu sıcaklığı; göl yüzeyi ve gölü çevreleyen ortam arasındaki ısı dengesi ile nem değişimi sürecine ilişkin kritik bir fiziksel parametre olup hem göl içindeki limnolojik prosesleri hem de bölgesel iklimi etkilemektedir (Xie vd. 2022). Şekil 2'de Mogan Gölü yüzey suyu sıcaklıkları ile hava sıcaklıkları, ölçüm yapılan yıllar bazında sunulmuştur. Su sıcaklığı, 2002-Haziran ayında 28,00°C ile maksimuma ulaşırken (Pulatsü ve Karabacak 2003), 0,8 °C ile 2012-Ocak ayında minimum değer (Batu 2017) göstermiştir. Şekil 2'den görüleceği üzere, yüzey suyu ve hava sıcaklığı değerleri arasında bir paralellikten bahsedilebilir.



Su sıcaklık veri seti: 1992 Nisan- 1994 Kasım: Pulatsü (1995); 1998 Temmuz, 1998 Ağustos: Burnak ve Beklioğlu (2000); 2001 Kasım- 2002 Ekim: Pulatsü ve Karabacak (2003); 2002 Kasım: Karaaslan (2009); 2003 Ocak-Aralık: Köse (2005); 2004 Temmuz-2005 Haziran: Topçu (2006); 2005 Temmuz-2005 Kasım: Karaaslan (2009); 2005 Aralık: Yerli vd. (2012); 2010 Mayıs-2011 Nisan: Veliöğlu (2013); 2011 Ekim-2012 Haziran: Batu (2017); 2013 Ocak-Kasım: Şanal (2016); 2015 Nisan, Temmuz, Ekim, 2016 Ocak: Topçu ve Pulatsü (2017); 2017 Haziran-2018 Mayıs: Küçükosmanoğlu ve Filazi (2020); 2018 Ekim, 2019 Temmuz: Topçu ve Atlı (2023); 2020 Mayıs, 2020 Kasım: Binici (2022).
2001 Kasım-2020 Mayıs dönemine ait hava sıcaklığı verileri ise, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır.

Şekil 2. Mogan Gölü'nde yıllara bağlı hava ve yüzey suyu sıcaklıklarının değişimi

Çizelge 1'de Mogan Gölü'nde 2005 yılı öncesi ve sonrası yıllarda çözünmüş oksijen ile pH değerlerinin istatistiki olarak karşılaştırma sonuçları sunulmuştur. Söz konusu parametrelerin yıllar bazında karşılaştırmasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

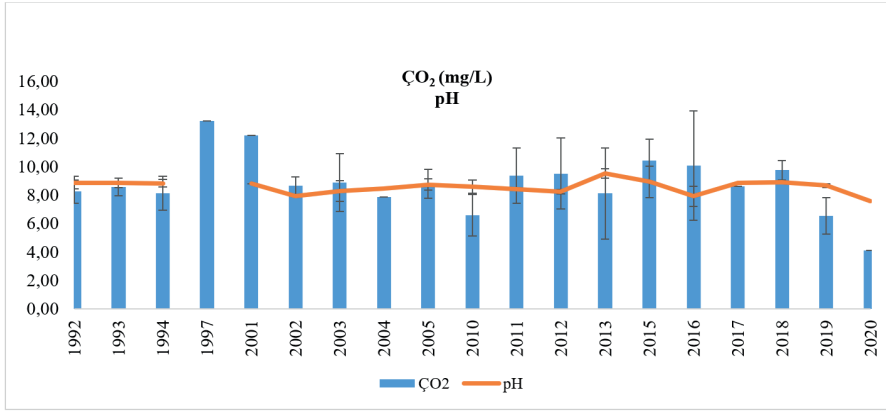
Çizelge 1. Mogan Gölü'nde 2005 yılı öncesi ve sonrası hava ve yüzey suyu sıcaklıklarının karşılaştırılması

	Yıllar	Ölçüm alınan toplam ay sayısı	Ortalama değer	S. Sapma	Min. değer	Maks. değer	Ortanca değer	Mann Whitney U testi	p
Hava sıcaklığı	2005<=	32	12,44	8,21	-3,90	25,00	11,20	840,000	,383
	2005>	61	14,02	8,40	-1,80	28,10	14,60		
Su sıcaklığı	2005<=	57	17,53	7,00	4,13	28,00	18,68	1242,500	,107
	2005>	54	15,07	8,23	,80	27,44	14,95		

Göl suyunun çözünmüş oksijen düzeyi, balık türlerinin ve diğer su canlılarının varlığı ve devam etmesi açısından taşıdığı önem yanında; bir gölün fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde de güçlü bir etkiye sahiptir. Çözünmüş oksijen miktarı, su sıcaklığına, atmosferik basınca ve biyolojik aktiviteye bağlı olup sudaki oksijen seviyesi su bitkilerinin fotosentezi ile artarken, bitkilerin, ayrıştırıcı organizmaların, balıkların ve omurgasızların solunumu ile azalmaktadır. Özellikle gölün daha derin kısımlarında bulunan çözünmüş

oksijen miktarı, ekosistemin verimliliğini etkileyen önemli bir unsurdur. Mogan Gölü'nde çalışma yapılan dönemlerde, en yüksek çözülmüş oksijen değeri 13,56 mg/L olarak Batu (2017) tarafından 2012-Mart ayında ölçülmüştür. Gölde yürütülen son çalışma kapsamında ise (Binici 2022), çözülmüş oksijen değeri 2020-Kasım ayında 3,16 mg/L olarak en düşük seviyede tespit edilmiştir (Şekil 3).

Sucul ortamlarda pH değeri su sıcaklığına göre ve gün içerisinde zamansal olarak değişmekte, ortamdaki düşen fotosentetik aktivite oranı, asit yağışlar, kirlenme, solunum, organik maddenin parçalanması gibi durumlar pH değerlerinde değişikliklerle sonuçlanmaktadır (Pulatsü ve Topçu 2012). Mogan Gölü'nde pH değeri en az düzeyde değişiklik gösteren su kalite parametresi olarak saptanmış, göle ilişkin minimum pH değeri 7,13 (2002-Nisan, Pulatsü ve Karabacak 2003) iken, maksimum değer 10,94 (2013-Kasım, Şanal 2016) olarak belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Mogan Gölü'nde yıllara bağlı yüzey suyu çözülmüş oksijen ve pH değerlerinin değerlerinin değişimi

ÇO₂ değerleri: 1992 Nisan- 1994 Kasım: Pulatsü (1995); 1997 Temmuz: Burnak ve Beklioğlu (2000); 2001 Kasım- 2002 Ekim: Pulatsü ve Karabacak (2003); 2002 Kasım: Karaaslan (2009); 2003 Ocak-Aralık: Köse (2005); 2004 Temmuz-2005 Haziran: Topçu (2006); 2005 Temmuz-2005 Kasım: Karaaslan (2009); 2005 Aralık: Yerli vd. (2012); 2010 Mayıs-2011 Nisan: Velioglu (2013); 2011 Ekim-2012 Haziran: Batu (2017); 2013 Ocak-Kasım: Şanal (2016); 2015 Nisan, Temmuz, Ekim, 2016 Ocak: Topçu ve Pulatsü (2017); 2017 Haziran-2018 Mayıs: Küçükosmanoğlu ve Filazi (2020); 2018 Ekim, 2019 Temmuz: Topçu ve Atlığ (2023); 2020 Mayıs, 2020 Kasım: Binici (2022)

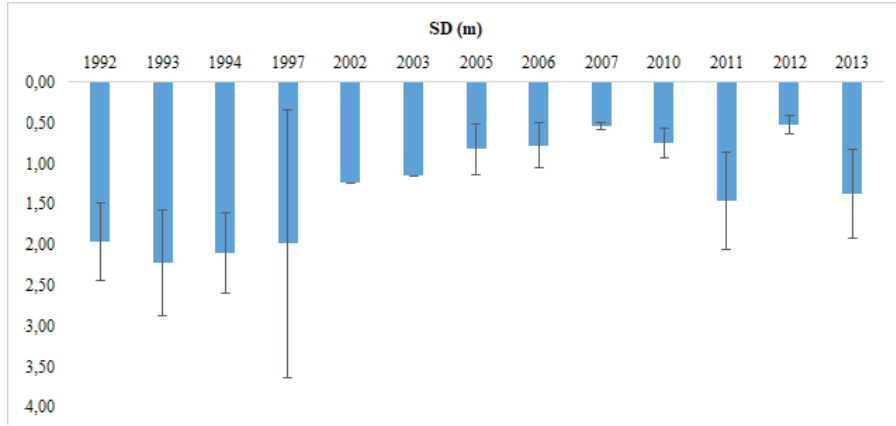
pH değerleri: 1992 Nisan- 1994 Kasım: Pulatsü (1995); 2001 Kasım-2002 Ekim: Pulatsü ve Karabacak (2003); 2002 Kasım: Karaaslan (2009); 2003 Ocak-Aralık: Köse (2005); 2004 Temmuz-2005 Haziran: Topçu (2006); 2005 Temmuz-2005 Kasım: Karaaslan (2009); 2005 Aralık: Yerli vd. (2012); 2010 Mayıs-2011 Nisan: Velioglu (2013); 2011 Ekim-2012 Eylül: Batu (2017); 2013 Ocak-Kasım: Şanal (2016); 2015 Nisan, Temmuz, Ekim, 2016 Ocak: Topçu ve Pulatsü (2017); 2017 Haziran-2018 Mayıs: Küçükosmanoğlu ve Filazi (2020); 2018 Ekim, 2019 Temmuz: Topçu ve Atlığ (2023); 2020 Mayıs, 2020 Kasım: Binici (2022)

Mogan Gölü'nde 2005 yılı öncesi ve sonrası yıllarda çözünmüş oksijen ile pH değerleri açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 2).

Çizelge 2. Mogan Gölü'nde 2005 yılı öncesi ve sonrası çözünmüş oksijen ile pH değerlerinin karşılaştırılması

Parametreler	Yıllar	Ölçüm alınan toplam ay sayısı	Ortalama değer	S. Sapma	Min. değer	Maks. değer	Ortanca değer	Mann Whitney U testi	p
Çözünmüş oksijen	2005<=	57	8,69	1,61	6,25	13,20	8,45	1352,000	,749
	2005>	54	8,44	2,38	3,16	13,92	8,51		
pH	2005<=	57	8,59	,57	6,81	9,45	8,76	1389,500	,674
	2005>	54	8,75	,72	7,32	10,96	8,64		

Bir göldeki fiziksel ve kimyasal özellikler ile ilgili genel su kalitesinin bir göstergesi olan ışık geçirgenliği üzerinde, sediment taşınımı, organik kaynaklı kirlilik ve planktonik bulanıklık etkili olmaktadır. Mogan Gölü'nde berraklığın bir ölçütü olan Secchi Diski (SD) ile belirlenen ışık geçirgenliği değerlerinin yıllara bağlı değişimi, Şekil 4'de sunulmuştur. Gölde ışık geçirgenliği değeri 1993-Eylül ayında 2,79 m olarak ölçülmüş iken (Pulatsü 1995), 2005- Eylül ayında 0,3 metreye kadar (Karaaslan 2009) düşmüştür.



1992 Nisan- 1994 Kasım: Pulatsü (1995); 1997 Nisan- 1997 Haziran: Burnak ve Beklioğlu (2000); 2002 Kasım, 2005 Temmuz, 2005 Kasım, 2006 Nisan, 2006 Temmuz, 2006 Ekim: Karaaslan (2009); 2005 Aralık: Yerli vd. (2012); 2006 Aralık-2007 Ağustos: Mangıt ve Yerli (2010); 2010 Mayıs-2011 Nisan: Velioğlu (2013); 2012 Mart-2012 Eylül: Batu (2017); 2013 Ocak-Kasım: Şanal (2016)

Şekil 4. Mogan Gölü'nde yıllara bağlı ışık geçirgenliği değerlerinin değişimi

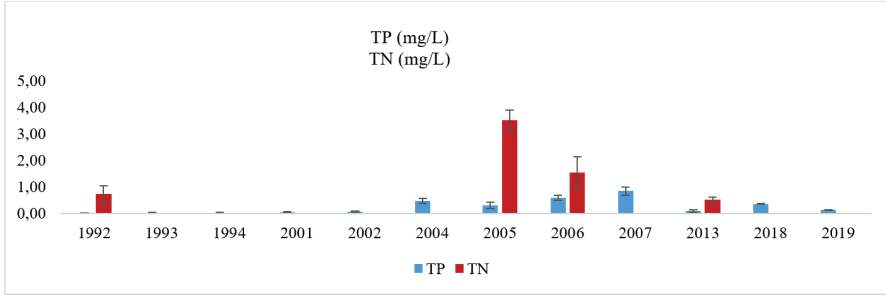
Mogan Gölü'nde 2005 yılı öncesi ve sonrası yıllarda belirlenen ışık geçirgenliği değerleri arası farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 3).

Çizelge 3. Mogan Gölü'nde 2005 yılı öncesi ve sonrası ışık geçirgenliği değerlerinin karşılaştırılması

Yıllar	Ölçüm alınan toplam ay sayısı	Ortalama Değer	S. Sapma	Min. değer	Maks. değer	Ortanca değer	Mann Whitney U testi	p
2005<=	32	1,81	,76	,30	3,15	1,83	189,000	,000
2005>	35	,95	,52	,37	2,36	,74		

Tatlı su ekosistemlerinde, fosfor verimliliği sınırlayıcı temel element olup, göller içerdikleri fosfor konsantrasyonlarına göre farklı besin seviyeleri sınıflarına ayrılmaktadır. Çalışma kapsamında irdelenen bulgular doğrultusunda, Mogan Gölü'ndeki fosfor düzeyinde antropojenik kaynakların önemine dikkat çekilmiştir. Shaw ve Prepas (1990) tarafından belirtildiği üzere; ideal olarak, çözünebilir reaktif fosfor konsantrasyonları, aşırı alg üremelerini önlemek için bahar döneminde 10 µg/L veya daha az olmalıdır. Toplam fosfor konsantrasyonu 20 µg/L veya altında olan göller ve 30 µg/L olan barajlar için de aşırı alg üremelerini önlemek için bu seviyeler muhafaza edilmelidir. Mogan Gölü'nde 1992 yılı Nisan ve Eylül aylarında, toplam fosfor değeri 0,01 mg/L düzeyinde (Pulatsü 1995) seyrederken, 2007 yılının Haziran ayında 0,95 mg/L ile maksimum (Mangıt ve Yerli 2010) değerini almıştır. Bu bağlamda toplam fosfor değerleri esas alındığında (Şekil 5) Mogan Gölü'nün 2004-2007 yılları arasında hiperötrofik besin seviyesine ulaştığını söylemek olası gözükmektedir.

Azot göllerde fosfora göre daha az sıklıkla sınırlayıcı element olarak bildirildiğinden, fosfor için tanımlanan indirgenme girişimlerine karşı belirgin bir iyileşme göstermektedir. Tatlı su sistemlerinde azot ve fosfor döngüsü benzerlikler gösterse de; azotun fosfor kadar sedimentte büyük ölçüde birikime uğramaması, belirli koşullarda atmosferde gaz halinde kaybolması, bazı cyanobakteriler tarafından besin elementi olarak kullanılabilmesi gibi bir takım döngüsel farklılıklar söz konusudur. Azot bileşiklerinin sucul ekosistemdeki en önemli etkileri ise başlıca ötrofikasyon, oksijen bilançosunun etkilenmesi ve içme sularındaki toksikolojik sorunlar olarak sıralanabilir. Mogan Gölü yüzey suyunda, 1992-Mayıs ayında 0,34 mg/L düzeyinde olan en düşük azot değerinin (Pulatsü 1995), 2005 yılı Temmuz ayında 3,98 mg/L ile en yüksek seviyede (Karaaslan 2009) olduğu tespit edilmiştir. Gölde çalışma yapılan dönemler dikkate alındığında 2005 yılından sonra yüzey suyu toplam azot değerlerinin azalma eğiliminde olduğu görülmektedir (Şekil 5).



TP değerleri:1992 Nisan- 1994 Kasım: Pulatsü (1995); 2001 Kasım-2002 Ekim: Pulatsü ve Karabacak (2003); 2004 Temmuz- 2005 Haziran: Topçu (2006); 2005 Ağustos-Kasım, 2006 Nisan, Temmuz, Ekim: Karaaslan (2009); 2006 Aralık-2007 Ağustos: Mangıt ve Yerli (2010); 2013 Ocak-Kasım: Şanal (2016)
 TA değerleri: 1992 Nisan- 1992 Eylül: Pulatsü (1995); 2001 Kasım-2002 Ekim: Pulatsü ve Karabacak (2003); 2004 Temmuz-2005 Haziran: Topçu (2006); 2005 Temmuz-Kasım, 2006 Nisan, Temmuz, Ekim: Karaaslan (2009); 2013 Ocak-Kasım: Şanal (2016)

Şekil 5. Mogan Gölü'nde yıllara bağlı toplam fosfor ve toplam azot değerlerinin değişimi

Çizelge 4'de görüleceği üzere, gölde 2005 yılı öncesi ve sonrası yıllarda ölçülen toplam fosfor ile toplam azot değerleri açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4. Mogan Gölü'nde 2005 yılı öncesi ve sonrası toplam fosfor ile toplam azot değerlerinin karşılaştırılması

Parametreler	Yıllar	Ölçüm alınan toplam ay sayısı	Ortalama değer	S. Sapma	Min. değer	Maks. değer	Ortanca değer	Mann Whitney U testi	p
Toplam fosfor	2005<=	26	,26	,19	,03	,55	,23	214,50	,872
	2005>	17	,30	,30	,05	,95	,14		
Toplam azot	2005<=	11	1,98	1,49	,34	3,98	1,20	37,000	,029
	2005>	14	,73	,51	,35	2,10	,54		

Sucul ekosistemlerin besin düzeyleri, azot ve fosfor konsantrasyon değerlerine göre farklılık göstermektedir. Mogan Gölü'ne ilişkin besin seviye sınıflandırması aşağıda sunulmuştur (Çizelge 5). Her iki parametreye ilişkin verilerden minimum değerlerin doksanlı yılların başına ait iken en yüksek değerlerin 2005-2007 yıllarında belirlenmiş olması gölün besin seviyesindeki artışa işaret etmektedir (Şekil 5).

Çizelge 5. Mogan Gölü'ne ilişkin besin seviyesi

Mogan Gölü	Toplam fosfor ($\mu\text{g/L}$)	10-950	Pulatsü (1995)-Mangıt ve Yerli (2010)
	Toplam azot ($\mu\text{g/L}$)	340-3980	Pulatsü (1995)-Karaaslan (2009)
Besin Düzeyi	Toplam fosfor ($\mu\text{g/L}$)	Toplam azot ($\mu\text{g/L}$)	Yang vd. (2008)
Oligotrofik	5-10	250-600	
Mesotrofik	10-30	500-1100	
Ötrofik	30-100	1000-2000	
Hiperötrofik	>100	>2000	

Anonim (2017) tarafından “Türkiye’de Havza Bazında Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi Projesi” kapsamında yapılan bir çalışmada, Mogan Gölü’nün Carlson Trofik İndeksine göre hipertrofik (çok kirli su) seviyede olduğu bildirilmiştir. Mogan Gölü’nün otuz yıllık süreçte bu çalışma kapsamında ele alınan parametreler açısından, kalite sınıflandırması Çizelge 6’da gösterilmiştir. Çizelgede sunulduğu üzere, Mogan Gölü’nde göl-dışı ve göl-içi yönetsel çarelere bağlı olarak, tüm parametreler açısından su kalite sınıfı, -çok iyi- durumdan (I. sınıf), iyi-orta duruma (II-III. sınıf) kadar farklılık göstermiştir.

Çizelge 6. Mogan Gölü’nde ele alınan parametreler açısından su kalite sınıfları

Su Kalite Parametreleri	Minimum- Maksimum değerler	Su kalite Sınıfları *
	pH	7,13-10,94
Çözünmüş oksijen (mg/L)	3,16-13,56	I-III
Toplam azot (mg N/L)	0,34-3,98	I-II
Toplam fosfor (mg P/L)	0,01-0,95	I-III

*Kıtaçı Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fiziko-Kimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Değişik:RG-16/6/2021-31513)

Mogan Gölü’nde Atıcı vd. (2010) tarafından yürütülen bir araştırmada, göl suyunda Cd, Pb, Hg ve Cr değerleri sırasıyla, 0,074 mg/L; 0,257 mg/L; 0,027 mg/L; 0,058 mg/L olarak tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada alüminyum, demir ve silisyum değerleri, sırasıyla 0,13-2,33 $\mu\text{g/L}$; 0,59 -2,62 $\mu\text{g/L}$; Si:101,04-466,10 $\mu\text{g/L}$ arasında değişmiştir (Benzer vd. 2013). Küçükosmanoğlu ve Filazi (2020) tarafından Mogan Gölü’nde belirlenen ve 2017 Haziran-2018 Mayıs döneminde 5 istasyonda yürütülen bir araştırmada ise, azalan değerlere göre; su örneklerinde tanımlanan metaller Fe, Cu, Cr, Zn, Pb, Ni, As, Se ve Hg olarak sıralanmıştır.

Binici ve Pulatsü (2022a), Mogan Gölü’nde sediment tarama ertesini (2020-Mayıs ve Kasım) sediment üstü su ve sediment gözenek suyunda ağır metal konsantrasyonlarını tespit etmişlerdir. Sediment üstü su ağır metal değerleri, ‘Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde’ verilen sınır değerler içerisinde

kalmıştır. Uluslararası sediment gözenek suyu ağır metal konsantrasyonları baz alındığında ise; sediment gözenek suyundaki Ni, Cu, Zn ve Pb değerleri, kirlenme yaratacak seviyede olmasa da toksik etki riskine sahip en potansiyel metalin Zn olduğu bildirilmiştir. Bulgular ışığında metallerin sediment tarafından tutulduğuna işaret edilmiştir.

Mogan Gölü'nde Sediment Kalitesine İlişkin Bildiriler

Küresel ısınma, ötrofikasyon ve antropojenik kirlilik baskısı altındaki tatlı su gölleri sucul ekosistemlerin sürdürülebilir kullanımı açısından önem taşımaktadır. Ötrofikasyon sürecinde söz konusu sucul ortamlara giriş yapan yüksek konsantrasyonda besleyici elementler hem sistemde bir iç besin elementi yükü oluşturmakta hem de organik madde yükünü artırarak sedimentte birikime uğramaktadır. Bu durumda özellikle sığ göl sedimentleri organik madde minerilizasyonu açısından önemli alanlar olarak nitelendirilmektedir. Bu bağlamda göl sedimentlerini ekosistem açısından önemli kılan unsurlar; bitkisel ve hayvansal organizmalar için substratum oluşturmaları, göl ekosisteminin enerji kaynağı olmaları, kimyasal tampon etkileri ve tarihsel kayıt işlevleridir. Göl sedimentleri göl ekosistemleri hakkında önemli bilgiler sunmakta; göl çevresinde ve drenaj alanındaki doğal ve antropojenik aktiviteler sediment üzerinde doğrudan ya da dolaylı olarak etki yaratmaktadır. Bu nedenle göl sedimentlerine odaklanan araştırmalar, limnolojik çalışmaların önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Topçu ve Pulatsü (2008)'in Mogan Gölü sedimentine ait bünye tayinini içeren bulguları, Mathews ve Chandramohanakumar (2003)'ün sedimentteki yoğun kil taneciklerinin, fosfatı bünyelerinde tutarak sedimentte fosfor tutulumuna neden olduğuna ilişkin bildirişlerini de desteklemiştir. Mogan Gölü yüzey sedimentinin bünye tayinine ilişkin yapılan farklı araştırma sonuçları sedimentin kil+siltli yapısını ortaya koymuş, söz konusu çalışmalar Çizelge 7'de sunulmuştur.

Çizelge 7. Mogan Gölü yüzey sedimentinde bünye tayini

Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Sınıf	Kaynak
5,84-44,48	36,80-69,80	18,72-36,84	Kil+Silt (CL)	Topçu (2006)
11,29-12,55	65,12-68,99	19,72-22,33	Kil+Silt (CL)	Topçu ve Pulatsü (2017)
-	54,86-87,13	12,86-45,13	Kil+Silt (CL)	Binici (2022)

Göl sedimentlerindeki azot ve fosfor gibi besin elementi konsantrasyonu ile göllerin besin seviyesi arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Sedimentteki organik madde bitkisel ve hayvansal ölü organizma atıkları, bakteri, plankton ve antropojenik kaynaklar yoluyla sisteme giriş yapan besin elementlerinden oluşur. Sedimentin besin elementi içeriğini etkileyen temel olaylar; ötrofikasyon, organik madde minerilizasyonu, sedimentas-

yon oranı, fosfat tampon mekanizması, sülfat redüksiyonu, yüzey katmandaki oksijen seviyesi, sediment taşınımı, sedimentin tanecik boyutu ve sucul sisteme su giriş oranındaki değişimler olarak sıralanabilir. Sığ göllerde sedimentteki fosfor, primer produktiviteyi ve ötrofikasyon sürecindeki değişimi etkileyen en önemli parametredir. Bir başka ifadeyle özellikle sığ sucul sistemler için sedimentteki fosforun, sedimentin ve sediment üstü suyun fiziko-kimyasal yapısı ile çevresel faktörlere bağlı olarak fosfor kaynağı ya da fosfor tuzağı fonksiyonları söz konusudur.

Çizelge 8’de 2008 ve 2017 yılları arasında Mogan Gölü sedimentinin organik madde, toplam organik karbon, toplam fosfor ve toplam azot değer aralıkları sunulmuştur. Mogan Gölü’nde sedimente ilişkin toplam fosfor değerleri 620.00-1047.50 µg/gKA arasında değişim göstermiştir (Topçu ve Pulatsü 2017). Bu değerler ötrofik göller için Carignan (1985) tarafından 325-771 µg/g KA ve Ruban ve Demare (1998)’nin ise 1.86 mg/g KA olarak bildirdiği değerler ile uyumlu bulunmuştur. Sedimentin organik madde miktarı < % 20 olan sucul sistemlerin oransal olarak hümik maddece zengin olduğu ve bu durumun sedimentte fosfor tutulumunda önemli rol oynadığı bilgisi ışığında Mogan Gölü sedimentinden olan düşük düzeydeki fosfor salınımının, Çizelge 5’de sunulan araştırmalara ilişkin düşük organik madde miktarı ile ilişkili olduğu ifade edilebilir. Gölde sediment tarama sonrası yürütülen son araştırma kapsamında (Binici ve Pulatsü 2021) belirlenen sediment organik madde, toplam fosfor ve toplam azot değerlerinin, Topçu ve Pulatsü (2017)’den daha yüksek bulunması göl sedimentinin de ötrofik durumuna işaret etmektedir.

Sedimentteki yüksek organik madde düzeyi ile ilişkili olarak artış gösteren sedimentin toplam fosfor ve toplam azot içeriğinin göllerdeki köklü akvatik makrofitler için bir kaynak olduğu ve bu tür ortamlarda makrofitlerin sedimentin resüspansiyonuna izin vermeyerek sudaki besin elementleri düzeyini sınırlayabildiği Zhu vd. (2015) tarafından belirtilmiştir. Mogan Gölü sedimentinin kirlenme indeksi ve organik azot indeksleri bakımından en fazla azotla kirlendiği, zenginleşme faktörüne göre ise en çok zenginleşme gösteren parametrenin toplam fosfor olduğu bildirilmiştir (Binici ve Pulatsü 2021).

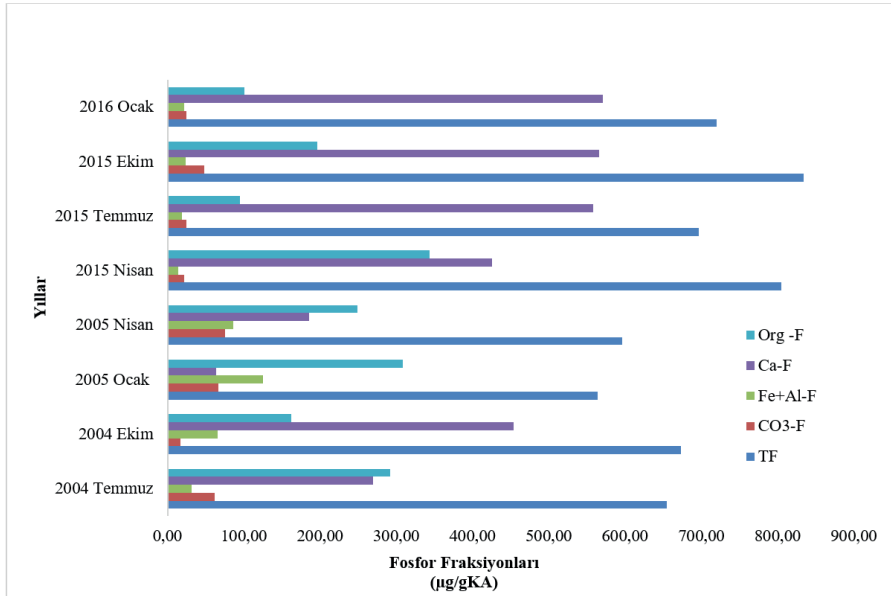
Çizelge 8. Mogan Gölü yüzey sedimentinde organik madde (OM), toplam organik karbon (TOK), toplam azot (TA), toplam fosfor (TF) ve redoks potansiyeli (mV) değerleri

Parametreler	Değişim Aralığı	Kaynaklar
OM (%)	5,42-3,30	Pulatsü vd. (2008)
	9,05 – 20,94	Topçu ve Pulatsü (2017)
	4,56-17,05	Binici ve Pulatsü (2021)
	0,04-0,10	Topçu ve Atlığ (2023)
TOK (µg/g KA)	58850,00 – 79675,00	Topçu ve Pulatsü (2017)
	<1000-63000	Binici ve Pulatsü (2021)
	24200-71000	Topçu ve Atlığ (2023)
TA (µg/g KA)	3250,00 – 6325,00	Topçu ve Pulatsü (2017)
	<1000-6900	Binici ve Pulatsü (2021)
	2500-5700	Topçu ve Atlığ (2023)
TF (µg/g KA)	286,00-1001,50	Topçu (2006)
	286,00 – 892,25	Topçu ve Pulatsü (2008)
	620,00 – 1047,50	Topçu ve Pulatsü (2017)
	700-32000	Binici ve Pulatsü (2021)
Redoks potansiyeli (mV)	-9,5 - -50,5	Binici ve Pulatsü (2021)
	-45,10 - -27,75	Topçu ve Atlığ (2023)

Sucul sistemlerde sediment-sediment üstü su arası fosfor döngüsü sedimentin kompozisyonel yapısı ve sedimentteki fosforun fraksiyonel dağılımı ile ilişkilidir (Sondergaard vd. 2001). Sedimentteki fosforun bir bölümü sedimente tutunurken bir bölümü ise sedimentten suya fosfor salınımına katkı verecek biçimde potansiyel hareketliliğe sahiptir. Sedimentteki organik madde içeriği sedimentteki fosforun fraksiyonel dağılımı üzerine en etkili faktördür. Farklı çevresel roller üstlenen sedimentteki farklı fosfor formları, kimyasal ekstraksiyonlar vasıtasıyla değişik metotlarca tespit edilen çeşitli organik ve inorganik sediment bileşiklerine bağlı olup sadece fosfor türlerinin potansiyel hareketliliği hakkında bilgi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda sedimentteki fosforun kaynağının değerlendirilmesi ve su sütununa fosfor salınımının tahmini açısından da önemli bir parametredir. Bu fraksiyonlardan organik fosfor, mineralizasyon esnasında sediment taneciklerine tutunan fosfor fraksiyonunu temsil etmekte, inorganik fosfor formları ise genellikle redoks duyarlı fosfor formlarının demir, alüminyum ve kalsiyum ile bileşik oluşturması yoluyla sedimentteki kil minerallerine bağlı olan fosfor formunu oluşturmaktadır (Kisand, 2005).

Metamorfik kayalardan köken alan sedimentten göle fosfor salınımının engellenmesinde etkili olan apatit fosfor fraksiyonu (Ca≈P) besin elementi olarak çoğunlukla algler tarafından kullanılmazken, apatit olmayan inorganik fosfor fraksiyonları (CO₃≈P ve Fe+Al≈P) algler tarafından kullanılmaktadır (Ruban ve Demare 1998, Burley vd. 2001, Gonzales vd. 2001). Mogan Gölü sedimenti minimum ve maksimum CO₃≈P değerleri sırasıyla, 2004-Ekim: 16,98 µg/g KA ve 2005-Nisan: 75,82 µg/g KA olarak belirtilmiştir (Topçu 2006). İnorganik fosfor fraksiyonlarından Fe+Al≈P fraksiyonu, 2005-Ocak ayında

125,18 $\mu\text{g/g}$ KA (Topçu 2006) olup, 2015-Nisan ayında 13,93 $\mu\text{g/g}$ KA (Topçu ve Pulatsü 2017) düzeyinde bulunmuştur. Ca \approx P fraksiyonuna ilişkin değişim aralığı; 63,75 $\mu\text{g/g}$ KA (2005-Ocak, Topçu 2006) ile 571,11 $\mu\text{g/g}$ KA (2016-Ocak, Topçu ve Pulatsü 2017) arasında belirlenmiştir. Sedimente ilişkin inorganik fosfor fraksiyonları dikkate alındığında 2005-Ocak ayı dışında Ca \approx P fraksiyonunun diğer fraksiyonlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Organik-fosfor fraksiyonu minimum ve maksimum değerler ise, 2015 yılının Temmuz ve Nisan aylarında sırasıyla, 94,71-343,93 $\mu\text{g/g}$ KA olarak belirlenmiş olup örnekleme yapılan yıllar bazında düzenli bir dağılım göstermemiştir (Şekil 8).



2004 Temmuz, Ekim, 2005 Ocak, Nisan: Topçu (2006); 2015 Nisan, Temmuz, Ekim, 2016 Ocak: Topçu ve Pulatsü (2017)

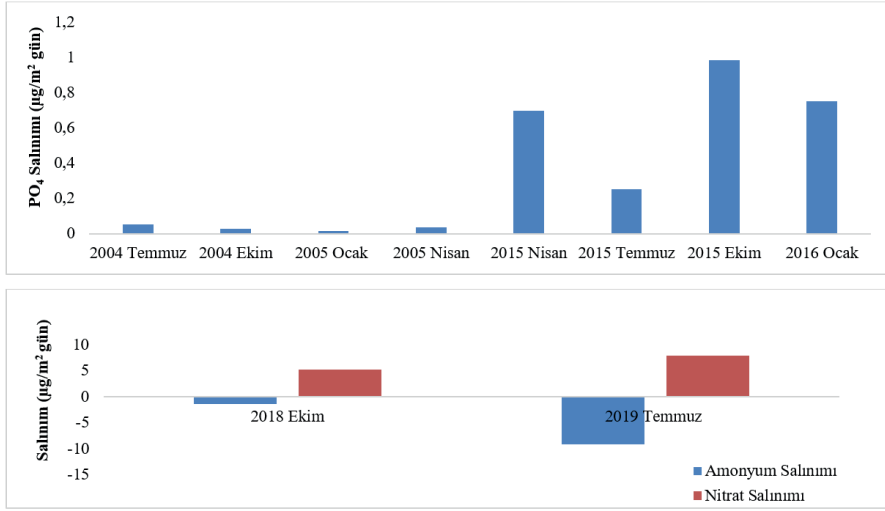
Şekil 8. Mogan Gölü'nde yıllara göre sedimentte fosforun fraksiyonel dağılımı

Sedimentten fosfor-azot salınımı

Göllerin besin durumlarını belirlemede geniş çapta kullanılan ve limnolojik çalışmaların odağında yer alan sedimentteki fosfor (Marsden 1989), özellikle sığ göllerde sedimentten sediment üstü suya olan salınımdaki artış boyunca sistemdeki makrofitçe baskın temiz su fazından planktonca baskın kirli su fazına doğru geçişi tetikleyebilmektedir. Ayrıca, sığ ve ötrofik karakterli göllerde hidrodinamik, sedimentte besin salınımı dağılımını indükleyebilmektedir. Sedimentin üst katmanında çözülmüş haldeki besin elementleri dinamiğinde sedimentin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile sediment-sediment

üstü su arasındaki konsantrasyon farklılıkları önem taşımakta; bu farklılıklara bağlı olarak sediment-su arasında döngüsel difüzyonel bir geçiş gerçekleşebilmektedir. Fosfor sedimentten aerobik veya anaerobik koşullarda serbest bırakılabilirken söz konusu mekanizma özellikle sığ ve tabakalaşmayan göller için oldukça önemlidir. Sucul ekosisteme yüksek orandaki fosfor girişi antropojenik etkilerin yoğunlaşması ile birlikte, küresel ölçekte sucul makrofit kaybı ve daha yüksek bulanıklık seviyelerini oluşturabilmekte, aynı zamanda sedimentten sediment üstü suya salınan yüksek konsantrasyonda besin elementleri yüzünden göllerin yoğun bir şekilde makrofitle kaplanmasına neden olabilmektedir (Nürnberg vd. 1986, Boers 1991). Sedimentten sediment üstü suya olan difüzyonel besin elementi geçişi sediment üstü suyun oksijen derişimi ve sedimentin tanecik profili ile ilişkilidir. Topçu ve Pulatsü (2008), tarafından Mogan Gölü'nde sedimentten suya fosfor salınımının araştırılması kapsamındaki çalışmada, makrofit köklerinin sediment için oksijen kaynağı olduğu ve sedimentten fosfor salınımını engellemedeki önemleri vurgulanmıştır.

Ötrofik göllerde azotun sınırlayıcı faktör olduğu bilinen bir durumdur. Sediment-su ara yüzeyinde partiküler minerilizasyon yoluyla gerçekleşen amonifikasyon ve nitrifikasyon, çözünmüş azotun sucul sisteme katılımında ve sedimentte tutulumunda kritik rol oynamaktadır. Sedimentten salınan azotun sucul ekosistemin su kalitesini etkilemesi kaçınılmazdır. Sudaki yüksek azot derişimi, uygun koşullar altında sedimente aktarılmakta ve sedimentte birikecek potansiyel azot kaynağı haline gelebilmektedir. Sedimentten olan azot salınımı; sedimentin fiziko-kimyasal özelliklerine, organik maddenin mineralizasyonuna, su-sediment oranına, pH'ya ve tuzluluğa bağlı olarak değişebilmektedir (Wang vd. 2008). Sedimentten sediment üstü suya moleküler difüzyonla olan besin elementi salınımı 1. Fick Yasası'na göre tahmin edilebilmektedir. Mogan Gölü'nde sedimentten fosfor salınımı, en düşük 2005-Ocak ayında $0,013 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{gün}$ (Topçu 2006) ve en yüksek 2015-Ekim ayında $0,985 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{gün}$ (Topçu ve Pulatsü 2017) olarak tahmin edilmiştir. Gölde sedimentten amonyum salınımı; $-1,42 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{gün}$ (2018-Ekim) ile $-9,16 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{gün}$ (2019-Temmuz), nitrat salınımı ise $5,30 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{gün}$ (2018-Ekim) ve $7,93 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{gün}$ (2019-Temmuz) arasında değişmiştir (Topçu ve Atlıg 2023). Gölde fosfor ve azot salınımına ilişkin çalışmalar ışığında salınım düzeylerinin şu an için gölü tehdit edecek düzeyde yüksek olmadığı ancak gölün bu anlamda izlenmesi gerektiği söylenebilir.



2004 Temmuz, Ekim, 2005 Ocak, Nisan: Topçu (2006); 2015 Nisan, Temmuz, Ekim, 2016 Ocak: Topçu ve Pulatsü (2017).
2018 Ekim, 2019 Temmuz: Topçu ve Athğ (2023)

Şekil 9. Mogan Gölü'nde yıllara göre sedimentte azot ve fosfor salınımı

Ağır metaller

Doğal veya antropojenik yollarla sucul sisteme giriş yapan ağır metaller, sedimentte birikime uğramakta, ağır metallerin bir kısmı suda dağılırken, diğer bir bölümü karbonatlar, sülfatlar ve kükürt ile katı bileşikler oluşturarak dibe çökmekte ve sedimentte toplanmaktadır. Metalleri barındıran sediment ise, bentik organizmaları doğrudan tehdit etmekte ve besin zincirinin üst halkalarına ulaşarak uzun vadeli bir kirlilik kaynağı haline gelebilmektedir (Pulatsü ve Topçu, 2015).

Mogan Gölü, havzasındaki tarımsal faaliyetler, konut kullanımı, endüstriyel tesisler ve maden işleme tesisleri ve diğer çeşitli sektörler nedeniyle antropojenik kirlenmelerin baskısı altındadır. Havzada yıllar içerisinde tarım alanları yerini nüfus artışı sonucu yapılaşmaya bırakmışsa da tarımsal mücadele ilaçlarının kullanımı nedeniyle göle ağır metallerin ulaşabileceği düşünülmektedir. Ayrıca havzadaki maden işleme tesisleri ile andezit işleme tesislerinin sediment kalitesini olumsuz yönde etkilemesi olası gözükmektedir.

Sucul ekosistemlerde, sedimente ilişkin ağır metal düzeylerinin tespitinde bazı kirlilik indeksleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar arasında, zenginleşme faktörü, kontaminasyon (kirlilik) faktörü, jeoakümülyasyon faktörü, potansiyel –bütünleşik ekolojik risk faktörü en önemlileridir (Wang ve Feng 2007, Guo vd 2010, Hu vd. 2013, Liu vd. 2014, Ghaleno vd. 2015). Ayrıca ortalama olası etki konsantrasyonu oranı gibi, metallerin biyolojik etkilerine yönelik farklı indeksler de mevcuttur (Kükürer 2016, Tunca 2016).

Mogan Gölü'nde ortalama metal konsantrasyon değerlerinin $Ca > Zn > Al > Cu > Fe > K > Na > Mg > Mn$ olarak değiştiği ve Cu ve Zn değerlerinin farklı kaynaklarda bildirilen verilerle karşılaştırıldığında daha düşük tespit edildiği ifade edilmiştir. Benzer şekilde jeoakümülyasyon indeksi ve Igeo değerleri esas alındığında Cu, Mn ve Zn açısından sedimentte düşük düzeyde kirlenme söz konusudur (Topçu ve Kaya 2017).

Mogan Gölü'nde Küçükosmanoğlu ve Filazi (2020) tarafından yürütülen bir çalışmada, yüzey sediment örnekleri ağır metallerin $Fe > Zn > Cu > Ni > Se > Pb > Cr > As > Al > Cd > Hg$ şeklinde dizilim gösterdiği belirtilmiştir. Sediment ağır metal seviyeleri istasyonların konumuna (restoran ve çay bahçeleri atıklarının ulaştığı istasyonlar gibi) ve aylara (ağustos ayında maksimum) bağlı olarak farklılık göstermiştir. Araştırmacılar Sukesen ve Çölova Dere'lerine ilişkin ıslah çalışmaları ertesini bu iki derenin göle döküldüğü yerlerde seçilen istasyonların sediment ağır metal seviyelerinin daha düşük tespit edildiğini ifade etmişlerdir. Gölde Binici vd. (2021) tarafından yürütülen bir başka çalışma kapsamında ise, yüzey sediment örneklerinde ağır metallerin $Cr > Cu > Zn > Ni > Pb > As > Cd > Hg$ şeklinde sıralandığı, Cr ve Cu değerlerinin sıralamasının Küçükosmanoğlu ve Filazi (2020)'nin bulguları ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Mogan Gölü sediment kalite kriterleri ile TEL/PEL değerleri bazı çalışmalarda ele alınmıştır. Sediment ağır metal düzeylerinin sediment kılavuz değerleriyle karşılaştırıldığı Mogan Gölü'nde olası etki seviyesinin aşılmadığı (PEC) belirtilmiştir (Benzer vd. 2013). Gölde yaklaşık on yıl sonra yapılan bir çalışmada ise, ele alınan metallerden ay-istasyonlara göre olası etki değerini (PEL) aşan metaller Cr, Ni ve As olarak saptanmıştır. Çalışma kapsamında, Cr, Ni, Cu ve As açısından göl sedimentinin çok kirli sınıfa girdiği ve Cu-Cd, Zn-Pb ve As-Cd'un benzer antropojenik kaynaklar ile göle ulaştığına işaret edilmiştir. Gölde sedimentin kirlenme durumuna ilişkin olarak dikkate alınan indekslere göre; en yüksek zenginleşme ve kontaminasyon faktörlerine sahip ağır metaller Cu, As, Cd iken, istasyon ve ay bazında jeoakümülyasyon indeks (Igeo) değerlerine göre yoğun kirlenme oluşturan metal Pb, potansiyel ekolojik risk faktörleri (Eri) açısından Cd olarak tespit edilmiştir. Ayrıca göl sedimentinde biyolojik etkileri açısından en olumsuz etkisi olan metallerin Ni ve As olduğu, çalışmada ele alınan Bütünleşik ekolojik risk faktörleri (PER), açısından tüm ağır metaller bağlamında ise, orta düzeyde bir riskten söz edilebileceği ifade edilmiştir (Binici ve Pulatsü 2022b).

Mogan Gölü'nde Bazı Yönetim Uygulamaları

Geleneksel olarak tatlı su ekosistemleri yönetimine ilişkin kaygılar, öncelikle su kalitesine odaklanmıştır. Yüzey sularına noktasal kaynaklardan gelen dış kaynaklı fosfor yükü; öncelikle yerleşim yerlerindeki artışı, atık su arıtma tesislerinin verimliliğini, noktasal olmayan fosfor yükü ise, havzadaki arazi kullanımını, tarımsal alanlardaki gübreleme uygulamalarını yansıtmaktadır. Rekreasyon için kullanılan göl ekosistemlerinin başarılı yönetiminde, önce-

likle ötrofikasyonun önlenmesi ve bu amaçla yukarıda sözü edilen göl dışı besin yükünün azaltılması gerekmektedir. Bu bağlamda, fosforun kaynağa azaltılması, gölü besleyen kolların fiziko-kimyasal arıtımı ve çökeltici kullanımı, kanalizasyon kökenli atık suların arıtımı, fosforun arıtma tesislerinde uzaklaştırılması, yapay sulak alanların oluşturulması gibi yaklaşımlar uygulanmaktadır (Pulatsü vd. 2014). Ancak arazi kullanımındaki zamansal değişimler ile iklim değişikliği, dış kaynaklı besin yükü girişinde olumsuz rol oynayan unsurlardır.

Besin yüklemesinin bir sonucu olarak, sığ göl ekosistemleri alternatif dengeyi temsil eden; temiz suya işaret eden makrofit bolluğunun yoğun olduğu bir durumdan fitoplanktonun hakim olduğu bulanık duruma geçiş gibi farklı kararlı durumlara aniden geçiş yapabilmektedir.

Başarılı bir göl restorasyonu ve ötrofikasyon azaltma planı için temel amaç, kirlilik kaynaklarını ve sonraki iyileştirmelerini belirlemektir. Fosfor genellikle alg büyümesi için sınırlayıcı faktör olarak kabul edildiğinden, göllerin trofik durumunu iyileştirmeye tipik olarak, uzun vadede önemli olan dış kaynaklı fosfor yüklerini azaltarak başlanmaktadır. Bu girişim, göl ortamının istikrarlı bir şekilde iyileşmesini sağlayan bir yönetim uygulaması olsa da sözü edilen yaklaşımın kritik bir yönü, gölün toparlanmasını onlarca yıl geciktirebilen ve iç kaynaklı yükü oluşturan sedimentte depolanan fosforun suya salınımıdır. Bu noktadan hareketle, her iki yönetim uygulanması eş zamanlı olmaksızın Mogan Gölü'nde gerçekleştirilmiştir.

Birincil olarak Mogan Gölü'ne ulaşan dış kaynaklı yük tahminlerini içeren çalışmalar yürütülmüştür. Anonim (2022) tarafından, Gölbaşı Özel Çevre Koruma bölgesi içerisinde Mogan Gölü ve Eymir Göllerini besleyen düzensiz akış rejimine sahip ve genellikle mevsimlik olarak akan, debileri yaklaşık 2-100 L/sn arasında değişen 12 dere bulunduğu bildirilmiştir. Çalışma kapsamında, göle akışı olan derelerde toplam fosfor yükü değerleri tahmin edilmiştir. Bulgular doğrultusunda, Başpınar Deresi: %35,42; Çölova Deresi: %28,02; Yavrucak Deresi: %14; Sukesen Deresi: %5,50 düzeyinde gölün fosfor düzeyine katkı yaptıkları tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında, genel olarak göle gelen suların arıtılmasına dikkat çekilmiş ve Sukesen Deresi için bir ön işlem sağlanması ve Çökek Bataklığı'na ulaşan dereler için de arıtma çalışmaları önerilmiştir. Pulatsü ve Aydın (1997) tarafından da gölü besleyen derelerden özellikle Başpınar Deresi başta olmak üzere, Yavrucak, Çölova ve Sukesen Deresi ile göle önemli seviyede fosfor taşındığı işaret edilmiştir. Mogan Gölü'ne ilişkin dış kaynaklı besin yükü indirgeme ertesinde sözü edilen dereler ile göle karadan ulaşan toplam fosfor yükü 2003 yılı için 2668.88 kg olarak tahmin edilmiş ve kritik fosfor yükleme değerinin aşıldığı belirtilerek, dış kaynaklı besleyici element yükünün indirgenmesi konusunda ilave önlemler alınması gerekliliği vurgulanmıştır (Fakioğlu ve Pulatsü 2005). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü tarafından

2015-2019 dönemini kapsayan Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi Yönetim Planı'nda; beşinci yılın sonunda Mogan- Eymir Gölleri ve gölleri besleyen derelerde -Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (Su Çerçeve Direktifi) standart değerlerinin sağlanması- hedeflenmiştir (Anonim 2022).

Fosfor ve azot çeşitli noktasal-noktasal olmayan kaynaklar yoluyla göl ekosistemine girmekte biyolojik süreçlerde kullanım dışında sedimentte birikmektedir. Her iki besin elementinin de su sütununa salınımı iç yüklemeler olarak bilinmekte ve kimyasal (redoks potansiyeli, pH), biyolojik (mobilizasyon, mineralizasyon) ve fiziksel (difüzyon, sediment karışımı) süreçler gibi çeşitli mekanizmalar tarafından kontrol edilmektedir (Aeriyane vd. 2021). Besin yüküne dair indirgemeler, göl yönetim planının önemli bir bileşeni olsa da iç kaynaklı besin yüklemesi nedeniyle, dış kaynaklı yükler azaltıldıktan sonra da göl ötrofik kalabilmektedir.

Göl içi besin elementi yükünün kontrolünde; besin maddelerinin inaktivasyonu, akış artırımı, hipolimnetik havalandırma, ışık geçirgenliğinin azaltılması, makrofit hasatı gibi fiziksel yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri de sedimentin göl tabanından uzaklaştırılması olarak ifade edilen sediment tarama girişimidir. Ancak söz konusu girişimin etkinliğinde; sedimentin yapısı, uzaklaştırılacak sediment katmanının kalınlığı, su derinliği, girişimin maliyeti, kullanılan ekipman ve uzaklaştırma ertesi depolanacağı alan gibi pek çok faktör rol oynamaktadır (Pulatsü vd. 2014, 2015).

İkincil bir yönetim faaliyeti olarak, sediment tarama uygulaması Mogan Gölü'nde 2005 yılından itibaren zaman zaman gerçekleştirilmektedir. Topçu ve Pulatsü (2017) tarafından tahmin edilen sediment kaynaklı düşük düzeydeki fosfor salınım değeri (0,1754-1,1249 mg/m².gün) göz önüne alındığında, sediment tarama uygulamalarının işlevsel olmadığı belirtilmiştir. Gölde Topçu vd. (2018) tarafından yürütülen başka bir çalışma kapsamında ise, tahmini sediment denge fosfat konsantrasyon değeri esas alınarak, sediment üstü su fosfor konsantrasyonlarına göre sedimentten göl suyuna olabilecek fosfor salınım riskine dikkat çekilmiştir. Gölde sedimentin uzaklaştırılması ertesi, göl sedimentine ilişkin ağır metal düzeyleri dikkate alındığında da bu girişimin çok efektif olmadığı, hatta söz konusu girişimin bazı metal konsantrasyonlarındaki artışla sonuçlandığı bildirilmiştir (Binici 2022).

Göle ilişkin yönetim uygulamaları ışığında bazı öneriler aşağıda sunulmuştur:

- Mogan Gölü'ne ilişkin son otuz yıllık döneme ait veriler ışığında, su ve hava sıcaklığı dalgalanmalarının birlikte seyrettiği, 2006 yılında maksimum ve 2012 yılına ait minimum olan su sıcaklıkları dışında ekstrem değerler tespit edilmediği saptanmıştır (Şekil 1). Bölgesel ölçekte hava sıcaklığı ile önemli ölçüde ilişkili olan epilimnetik su sıcaklığı, iklimsel değişikliklere hızlı ve doğrudan tepki verdiği için

bu tip suların sıcaklığı, iklim değişikliğinin tespitinde de yararlı bir indikatördür. Yenilmez vd. (2010) tarafından Mogan Gölü'nde 2007 ve 2008 yıllarında su kalitesini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla korelasyon analizi ve temel bileşenler analizi (TBA) kullanılmıştır. TBA bulguları, meteorolojik değişkenler ve su kalite parametreleri arasında önemli seviyede korelasyon belirlenmiştir. Antropojenik ve atmosferik değişimlere karşı oldukça hassas olan Mogan ve Eymir Göllerinin son birkaç on yılda tamamen kurumasa da zaman zaman geçici olarak küçüldüğü, yine son on yılda yaşanan iki sel olayının göl çevresindeki tesisleri ciddi şekilde etkilediği bildirilmiştir. (Apaydın 2020). Araştırmacılara ait bulgular, Mogan Gölü'ne son 50 yılda müdahale edilmeyip doğal koşullarda tutulmuş olsaydı, gölün bir kez tamamen kuruyacağını ve birkaç kez önemli ölçüde küçüleceğini ortaya koymuştur. Apaydın ve Ocaoğlu (2020), önümüzdeki süreçte, iklim değişikliği ve küresel ısınmanın olası etkilerini göz önüne alarak, Mogan ve Eymir Göllerinin bulunduğu havzada özellikle kuraklık ve kısmen taşkınların daha sık yaşanacağını ve göllerin kuraklıktan daha fazla etkileneceğini belirtmişlerdir.

- Mogan Gölü'nde çözülmüş oksijen değerleri sonbahar ve kış aylarında nispeten yüksek seyretmiş ve gölü besleyen girdi sularındaki debi değişikliklerinden, göl-içi fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerden etkilenmiştir (Şekil 3). Çözülmüş oksijen konsantrasyonu da iklimsel değişiklikten ve termal yapıdan kuvvetli derecede etkilenen bir diğer parametredir. Adrian vd. (2009) tarafından, uygulanabilir olduğunda, hipolimnetik oksijen konsantrasyonları ve iç kaynaklı besin yüklemesinin iklim değişikliğinin göstergeleri olarak dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir.
- Shaw ve Prepas (1990)'in önerdiği Secchi derinliğine bağlı berraklık indeksi baz alındığında; gölün 90'lı yıllarda 'iyi' durumdan 2000'li yılların başından itibaren 'kötü' duruma geldiği görülmektedir (Şekil 4). Beklioğlu vd. (2017), Mogan Gölü'ndeki makrofit alanının gölün su seviyesi tarafından önemli ölçüde kontrol edildiğini, Secchi derinliğinin yüksek fitoplankton biyokütlesi nedeniyle en düşük düzeyde olmasına rağmen makrofit alanının 2008 yılında zirveye ulaştığını belirtmişlerdir. Araştırmacıların da bildirdiği gibi, su seviyesinin bulanık-su koşullarının etkilerini geçersiz kıldığının bir örneğidir. Mogan Gölü su seviyesindeki aylık değişimlere bağlı olarak ışık geçirgenliği değerleri de değişkenlik göstermiştir.
- Toplam azot ve toplam fosfor konsantrasyonları mevsimsel olarak değişmiş, 2004-Temmuz ayından itibaren giderek artmaya başlayan yüzey suyu toplam fosfor düzeyi, 2007-Temmuz, Ağustos aylarında maksimuma ulaşarak göl besin düzeyi hiperötrofiğe kaymıştır (Şekil

5). Bu bağlamda, 2006 yılında başlayan gölden sediment uzaklaştırma girişiminin göl suyu fosfor değerlerini olumsuz etkilediği düşünülmektedir.

- Mogan Gölü'nde yürütülen sedimentten fosfor salınımına ilişkin araştırma bulgularına dayanarak, dış kaynaklı besin elementi yükü yanında, iç kaynaklı fosfor yüklemesi de oldukça düşük tespit edilmiştir. Gölde ötrofikasyonun kontrolü amacıyla sediment katmanı 2006 yılından itibaren süregen olarak uzaklaştırılmakta olup, bu konudaki çalışmaların ortak noktası; sediment uzaklaştırma tekniğinin gölün besin seviyesi üzerine önemli bir etkisi olmadığı, gölün derinleştirilmesi amacıyla kullanılabileceği ve gölün mevcut besin düzeyini koruyabilmesi adına birincil hedefin, dış kaynaklı fosfor yükünü azaltmak olması gereğidir.
- Göl sedimenti besin elementlerince zenginleşmiş olduğundan (Binici ve Pulatsü 2021), sediment odaklı izleme çalışmalarında sedimentteki besin elementi düzeylerinin de belirlenmesi göz ardı edilmemelidir.
- Göldeki sedimentten fosfor salınımına ilişkin veriler ışığında, gölün yönetimi açısından Topçu vd. (2018) tarafından belirtildiği gibi a) Olası iç kaynaklı fosfor yükü bağlamında kritik sediment üstü su toplam çözülmüş fosfor limit değerlerinin dikkate alınması b) 0.008- 0.046 mg/L değerleri (EPCo) baz alınarak sediment üstü su toplam çözülmüş fosfor değerlerinin izlenmesi c) Sedimentten göl suyuna olan düşük fosfor salınım düzeyi nedeniyle sedimente yönelik girişimlerden çok, dış kaynaklı fosfor yükünün azaltılması öncelenmelidir.
- Binici ve Pulatsü (2021) tarafından, gölden sedimentin uzaklaştırılması girişiminin maliyeti ile birlikte çevresel unsurların da ön planda tutulması gereği vurgulanmış, ilk adım olarak sedimentin uzaklaştırılması gereken önemli alanların belirlenmesi hususuna dikkat çekilmiştir. Ayrıca, bazı eko-toksikolojik testlerin de sedimentten olası ağır metal salınımlarını değerlendirmede ve uygun yöntemlerin seçilmesinde uygulanabileceği ifade edilmiştir.
- Mogan Gölü'nde sediment tarama öncesi su ve sedimentte ağır metal değerlerini belirlemeye yönelik bazı çalışmalar yapılmıştır. Gölde yerel yönetimlerce farklı lokasyonlarda sedimentin ağır metal düzeylerinin izlenmesi de göl ekosistem sağlığı açısından önem taşımakta olup aynı zamanda yerel yönetimlerce sediment kalitesi izleme çalışmalarının da yürütülmesine odaklanılmalıdır.

Sonuç

Göl yönetiminin en önemli basamağı, önemli su-sediment kalite değişkenlerinin izlenmesidir. Zira göle ilişkin su-sediment kalitesi zamanla değişse de verilerin daha geniş zaman diliminde değerlendirilmesi, kısa-dönemli değerlendirmelere göre daha anlamlı olacaktır. Ancak göl ekosistemi hakkında gösterge niteliği taşıyan bu değişkenler anlık ve mevsimsel değişimler göstermekte, parametre ölçümlerinin yapılma sıklığı, örnekleme istasyonlarının seçimi ve konumu, kullanılan yöntemlerin standardizasyonu gibi unsurlar da bu değişimi tetiklemektedir. Sözü edilen durum, Mogan Gölü'ne ilişkin farklı çalışma verilerinin de karşılaştırılmasını güçleştireceğinden bu çalışma kapsamında, yöntemi aynı-benzer olan ve daha fazla dikkate alınan ortak parametreler üzerinden bir değerlendirmeye gidilmiştir. Bu kapsamda Mogan Gölü'nde ele alınan fiziko-kimyasal parametreler (su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH, ışık geçirgenliği, toplam fosfor, toplam azot) 2005 yılı öncesi ve sonrası yıllarda yapılan çalışma sonuçlarıyla karşılaştırılmış, istatistiki açıdan önemli bir farklılık tespit edilmemiştir.

Mogan Gölü'nün yönetimine ilişkin yukarıda belirtilen çıkarımlar ekseninde; su kalitesini iyileştirmek için hem dış hem de iç kaynaklı besin kontrolünü birleştiren entegre bir yönetim yaklaşımına devam edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu amaçla göle ilişkin güncel besin bütçe tayini, yönetim planının başlangıç noktası olmalıdır. Gölde sürdürülebilir yönetimin esası; girdilerin akış ve besin elementi konsantrasyonlarının dinamik olmasından yola çıkarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişkenleri istenen sınır değerlerde tutmak için izleme ve yönetim çalışmalarının süreğen ve düzenli olmasıdır. Bunların yanı sıra, gölün zamana göre değişiklik gösteren sorunlarının çözümünde, güncel teknolojik donanımlar tarafından toplanan verilerin dikkate alınması ile havza ölçeğindeki su dinamiklerinin zamansal ve mekansal modellerinin kullanımı da faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Adriana, R., M. O'Reillyb, C., Zagaresec , H., Bainesd, S., Hessene, D.O., Kellerf , W., Livingstoneg, D. M., Sommarugah, R., Strailei , R., Van Donkj , E., Weyhenmeyer , G.A., Winder, M. 2009. Lakes as sentinels of climate change. *Limnol Oceanogr.*, 54,6,2283–2297.
- Aeriyanie, A.R., Sinang, S.C., Nayan, N., Poh, K.B. 2021. Role of internal and external nutrients loading in regulating in-lake nutrient concentrations in a eutrophic shallow lake. *EnvironmentAsia*, 14,1,63-68.
- Anonim. 2017. Göller ve Sulak Alanlar Eylem Planı, 2017-2023. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim 2022. Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi Yönetim Planı. Web Sitesi: [https://webdosya.csb.gov.tr/db/tabiat/editordosya/golbasi_yonetim_plani\(1\).pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/tabiat/editordosya/golbasi_yonetim_plani(1).pdf). Erişim tarihi: 23.08.2022
- Apaydın, A. ve Ocakoğlu, F. 2020. Response of the Mogan and Eymir lakes (Ankara, Central Anatolia) to global warming: Extreme events in the last 100 years. *Journal of Arid Environments*, 183.104.299. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104299>
- Atıcı, T. Obalı, O. Altındağ, A. Ahıska, S., Aydın, D. 2010. The accumulation of heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) and their state in phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Beyşehir Lake and Mogan Lake, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 9,4,475-487.
- Batu, A. 2017. Mogan Gölü, Beytepe Göleti ve Delice Nehri (Kızılırmak) Mavi-Yeşil Algleri Üzerine İncelemeler. Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Beklioğlu, M., Bucak, T., Coppens, J., Bezirci, G., Tavşanoğlu, Ü. N., Çakıroğlu, A.İ., Levi, E.E., Erdoğan, Ş., Filiz, N., Özkan, K., Özen, A. 2017. Restoration of eutrophic lakes with fluctuating water levels: a 20-year monitoring study of two inter-connected lakes. *Water*, 7,9,127. doi:10.3390/w9020127
- Benzer, S. Arslan, H. Uzal, N. Gül, A., Yılmaz, M. 2013. Concentrations of metals in water, sediment and tissues of *Cyprinus carpio* L., 1758 from Mogan Lake (Turkey). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12,1,45-55.
- Binici, A. 2022. Mogan Gölü'nde (Ankara) Dip tarama uygulamaları sonrası sedimentin kirlilik durumunun değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Binici, A. ve Pulatsü, S. 2021. Mogan Gölü (Ankara)'nde sediment taramasının yüzey sedimenti besin elementlerine etkisinin belirlenmesi. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 373,61-68.
- Binici, A., Pulatsü, S., Bursa, N. 2021. Evaluation of sediment dredging on heavy metal concentrations in Mogan Lake's sediment (Ankara, Turkey). *COMU J. Mar. Sci. Fish*, 4, 2,159-167.

- Binici, A. ve Pulatsü, S. 2022a. Assessment of sediment dredging effectiveness by considering overlying water and pore water heavy metals in Lake Mogan, Turkey. *Acta Aquatica Turcica*, 18,1, 38-48.
- Binici, A. ve Pulatsü, S. 2022b. Ecological risk assessment of heavy metals after dredging in Mogan Lake, Turkey. *Su Ürünleri Dergisi*, 39, 3,197-205.
- Boers, P. C. M. 1991. The influence of pH on phosphate release from lake sediments. *Water Resources* 25,309-311.
- Burley, K.L., Prepas, E.E. Chambers, P.A. 2001. Phosphorus release from sediments in hardwater eutrophic lakes: the effects of redox-sensitive and -insensitive chemical treatments. *Freshwater Biology*, 46, 1061-1074.
- Burnak, S.L. ve Beklioğlu, M. 2000. Macrophyte-dominated clearwater state of Lake Mogan. *Turk J. Zool.*, 24, 305-313.
- Carignan, R. 1985. Nutrient dynamics in a littoral sediment colonized by the submersed macrophyte *Myriophyllum spicatum*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42,1303-1311.
- Fakioğlu, Ö. ve Pulatsü, S. 2005. Mogan Gölü'nde (Ankara) bazı restorasyon önlemleri sonrası dış kaynaklı fosfor yükünün belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15,63-69.
- Ghaleno, O. R. Sayadi, M.H., Rezaei, M. R. 2015. Potential ecological risk assessment of heavy metals in sediments of water reservoir case study: Chah Nimeh of Sistan. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 5(4), 89-96.
- Gonzales, M.E.R., Zambrano, E., Mesa, J., Medina, H.L. 2001. Fractional phosphate composition in sediments from a tropical river (Catatumbo River, Venezuela). *Hydrobiologia*, 450, 47-55.
- Guo, W. Liu, X. Liu, Z., Li, G. 2010. Pollution and potential ecological risk evaluation of heavy metals in the sediments around Dongjiang Harbor, Tianji. *Procedia Environmental Sciences*, 2,729-736.
- Hu, B. Li, G. Li, J. Bi, J. Zhao, J., Bu, R. 2013. Spatial distribution and ecotoxicological risk assessment of heavy metals in surface sediments of the southern Bohai Bay. *China. Environ. Sci. Pollut. Res.*, 20, 4099-4110.
- Karaaslan, Y. 2009. Mogan Gölünün Kirletici Özümlene Kapasitesinin Model ile Değerlendirilmesi. *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. İstanbul.*
- Kisand A. 2005. Distribution of sediment phosphorus fractions in hypertrophic strongly stratified Lake Verevi. *Hydrobiologia*, 547,33-39.
- Köse, B. 2005. Mogan Gölü sualtı Makrofitlerinde Toprak Üstü Biyokütlenin Mevsimsel Değişimleri. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.*
- Küçükosmanoğlu, A. G. ve Filazi, A. 2020. Investigation of the metal pollution sources in Lake Mogan, Ankara, Turkey. *Biological Trace Element Research*, 198, 269-282.

- Kükreler, S. 2016. Tortum Gölü yüzey sedimentlerindeki metal birikiminin ekolojik indeksler yolu ile kapsamlı risk değerlendirmesi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4,12,1185-1191.
- Liu, M. Yang, Y. Yun, X. Zhang, M. Li, Q., Wang, J. 2014. Distribution and ecological assessment of heavy metals in surface sediments of the East Lake, China. *Ecotoxicology*, 23, 92-101.
- Mangıt, F. ve Yerli, S. 2010. An approach for trophic gradient in Lake Mogan (Turkey): A shallow eutrophic lake. *Hacettepe J. Biol. & Chem.*, 38,1,41-45.
- Marsden, M. W. 1989. Lake restoration by reducing external phosphorus loading: the influence of sediment phosphorus release. *Freshwater Biol.*, 21,139-62.
- Mathews, L, ve Chandramohanakumar N, 2003. The ratios of carbon, nitrogen and phosphorus in a wetland coastal ecosystem of Southern India. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 88(2): 179-186.
- Nürnberg, G.K., Shaw, M., Dillon, P.J., Mc Queen, D.J. 1986. Internal phosphorus load on an oligotrophic Precambrian Shield Lake with an Anoxic Hypolimnion. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43, 574-580.
- Pulatsü, S. 1995. Mogan Gölü'nün Fosfor Bütçesi ve Klorofil-a Konsantrasyonunun Tahmini. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Pulatsü, S. ve Aydın, F. 1997. Water Quality and Phosphorus Budget of Mogan Lake, Turkey. *Acta hydrochimica et hydrobiologica*, 25 (3): 128-134.
- Pulatsü, S. ve Karabacak, O.N. 2003. Bazı restorasyon önlemleri sonrası Mogan Gölü'nde besin düzeyinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 2,10, 7-14.
- Pulatsü, S. Topçu, A. Kırkağaç, M. Köksal, G. 2008. Sediment phosphorus characteristics in the clearwater state of Lake Mogan, Turkey. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 13, 197-205.
- Pulatsü, S. ve Topçu, A. 2012. Balık Üretiminde Su Kalitesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1591, Ders Kitabı: 543. 90 s.
- Pulatsü, S., Topçu, A., Atay, D. 2014. Su Kirlenmesi ve Kontrolü (Genişletilmiş İkinci Baskı) Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1617, Ders Kitabı: 569, 384 s.
- Pulatsü, S. ve Topçu, A. 2015. Review of 15 Years of Research on Sediment Heavy Metal Contents and Sediment Nutrient Release in Inland Aquatic Ecosystems, Turkey. *Journal of Water Resource and Protection*, 7: 85-100.
- Pulatsü, S., Topçu, A., Yılmaz, E. 2015. Göllerde ötrofikasyonun kontrolü: sediment tarama uygulamaları. *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5,1,51-56.
- Ruban, V. ve Demare, D. 1998. Sediment phosphorus and internal phosphate flux in the Hydroelectric Reservoir of Bort-Is-Orgues, France. *Hydrobiologia*, 373/3374, 349-359.

- Shaw J. F. H. ve Prepas E. E. 1990. Relationships between phosphorus in shallow sediments and in the trophogenic zone of seven Alberta Lakes. *Wat. Res.*, 24, 551–556.
- Sondergaard, M., Jensen, J. P., Jeppesen, E. 2001. Retention and internal loading of phosphorus in shallow, eutrophic lakes. *The Scientific World*, 1, 427-442.
- Şanal, M. 2016. Mogan Gölü'nde Ekolojik Durumun Tahmininde Epifitik Diyatome Topluluğunun Kullanımı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Topçu, A. 2006. Mogan Gölü Litoral Sedimentte Fosforun Mevsimsel ve Yersel Değişimi ile Göle Salınım Potansiyelinin Araştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Topçu, A. ve Kaya, D. 2017. Ecological Risk Assessment and Seasonal-Spatial Distribution of Some Trace Elements from Surface Sediment: Eutrophic-shallow Mogan Lake, Turkey. *International Congress on Chemistry and Materials Science*, 5-7 October 2017. Page:267, Ankara, Turkey.
- Topçu, M. ve Pulatsü, S. 2008. Phosphorus fractions in sediment profiles of the eutrophic lake Mogan, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17,2,164-172.
- Topçu, A. ve Pulatsü, S. 2017. Evaluation of some management strategies in eutrophic Mogan lake, Turkey: phosphorus mobility in the sediment-water interface. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15,4,705-717.
- Topçu, A. Ulusoy, U., Pulatsü, S. 2018. Determination of some sediment phosphate sorption characteristics in shallow Mogan Lake, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16,5, 5971-5985.
- Topçu, A. ve Atlı, S. 2023. Post-dredging nitrogen dynamics at the sediment-water interface: the shallow, eutrophic Mogan Lake, Turkey. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 52,1,124-136.
- Tunca, E. 2016. Beyşehir Gölü'nde Su ve Sedimentte Ağır Metal Birikimi ve Sedimentte Antropojenik Kontaminasyon Değerlendirmesi. *Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg.*, 6, 2, 205-219.
- Wang, X. Y. ve Feng, J. 2007. Assessment of the Effectiveness of Environmental Dredging Boin South Lake, China. *Environ Manage*, 40, 314–322.
- Wang, S., Jin, X., Jiao, L., Wu, F. 2008. Nitrogen fractions and release in the sediments from the shallow lakes in middle and Lower Reaches of the Yangtze River Area, China. *Water Air Soil Pollution*, 187,5-14.
- Xie, C., Zhang, X., Zhuang, L., Zhu, R., Guo Xie, J. 2022. Analysis of surface temperature variation of lakes in China using MODIS land surface temperature data. *Scientific Reports*, 12, 2415. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06363-9>. Erişim tarihi: 14.02.2023.
- Velioğlu, A. 2013. Mogan Gölü Zooplanktonunun Mevsimsel Değişimi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

- Yang, X., Wu, X., Hao, H., He, Z. 2008. Mechanisms and assessment of water eutrophication. *Journal of Zhejiang University Science B*, 9(3):197-209.
- Yenilmez, F., Keskin, F., Aksoy, A. 2010. Meteorolojik Koşulların Mogan Gölü Su Kalitesine Etkileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3,2,33-38.
- Yerli, S., Kıvrak, E., Gürbüz, H., Manav, E., Mangıt, F., Türkecan, O. 2012. Phytoplankton community, nutrients and chlorophyll a in Lake Mogan (Turkey); with comparison between current and old data. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12,95-104.
- Zhu, M., Zhu, G., Nurminen, L., Wu, T., Deng, J., Zhang, Y., Qin, B., Mari Ventelä, A. 2015. The Influence of macrophytes on sediment resuspension and the effect of associated nutrients in a shallow and large lake (Lake Taihu, China). *PLoS ONE* 10,6,1-20. doi:10.1371/journal.pone.0127915

Bölüm 2

ORMANCILIKTA FİDAN KALİTESİ

Durmuş ÇETİNKAYA¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Çukurova Üniversitesi,
Aladağ Meslek Yüksekokulu Ormancılık Bölümü
ORCID: 0000-0002-3593-6437



1.Giriş

Ormancılık, ormanların ve sağladıkları kaynakların yönetimi ve yetiştirilmesiyle ilgilenen hayati bir çalışma alanıdır. Başarılı ormancılığın temel bileşenlerinden biri, yeniden ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan fidanların kalitesidir. Fidanlar, fidanlıklarda yetiştirilen ve daha sonra ekolojik ve ekonomik işlevlerini geri kazandırmak veya geliştirmek için ormanlık bir alana nakledilen genç ağaçlardır. Ağaçlandırmada kullanılan fidanların kalitesi bu çabaların başarısında kritik bir rol oynar (Bilir ve Çetinkaya, 2022; Özel vd., 2019).

Ormancılıkta fide kalitesi; genetik kalite, fizyolojik sağlık, morfolojik özellikler ve çevresel uyumluluk gibi bir dizi faktörü kapsayan karmaşık bir kavramdır. Fidanların kalitesi, ağaçların büyüme ve hayatta kalma oranlarını, zararlılara ve hastalıklara karşı dirençlerini ve genel verimliliklerini etkileyebilir. Bu nedenle, fidan kalitesinin anlaşılması ve yönetilmesi sürdürülebilir ormancılık uygulamalarının gerçekleştirilmesi için elzemdir.

Bu bölümde fidan kalitesini etkileyen çeşitli yönlerini, onu etkileyen faktörlerden bazıları ele alınmıştır.

2.Fidan kalitesi

Kaliteli fidanı çevresel koşulların el verdiği ölçüde en iyi gelişimi gösteren fidan olarak tanımlamak mümkündür. Fidan kalitesi, tohumdan yetiştirilen genç bir bitkinin genel sağlık, canlılık ve gelişim durumunu ifade eder. Fidanların kalitesi, tohum kalitesi, çimlenme oranı, fidan canlılığı, kök ve yaprak gelişimi, boy ve gövde çapı ile zararlı ve hastalıkların yokluğu gibi çeşitli faktörlere göre belirlenebilir (Chiomento vd., 2019; Da Silva vd., 2019; Eken ve Öner, 2017; Smiderle vd., 2020; Tesfaye vd., 2020). Yüksek kaliteli fidanlar sağlıklı ve iyi gelişmiş kök ve sürgün sistemlerine, güçlü yapraklara sahiptir ve kuraklık, sıcak ve soğuk gibi çevresel streslere dayanabilir (Park vd., 2021; Yousefi vd., 2020; Zhou vd., 2019). Fidan kalitesi, başarılı fidan üretimi ve bitkilerin genel sağlığı için kritik öneme sahiptir (Carrera-Castaño vd., 2020; Ekren, 2019; Ronga vd., 2021).

3.Ormancılıkta fidan kalitesinin önemi

Fidan kalitesi ormancılıkta büyük önem taşır çünkü ağaçlandırma programlarının, kereste üretiminin ve orman ekosistemi restorasyonunun başarısında çok önemli bir rol oynar. Aşağıda, fidan kalitesinin ormancılıkta neden önemli olduğuna dair bazı temel nedenler yer almaktadır:

* Kalitesi yüksek fidanların ormana nakledildikten sonra hayatta kalma şansı daha yüksektir (Andivia vd., 2021; Boja ve Borz, 2021; Cuesta, Villar-Salvador, vd., 2010; Grossnickle, 2012). Zararlılara, hastalıklara ve çevresel faktörlere bağlı streslere karşı daha dayanıklıdır (Cuesta, Villar-Salvador,

vd., 2010; Filatova vd., 2020; Y. Liu vd., 2012; Timmis, 1980). Bitki besin elementleri ve suyu daha verimli bir şekilde alabilmelerini sağlayan kompakt bir kök sistemlerine sahiptirler (Louvieaux vd., 2020; Sugai vd., 2020; Zadworny vd., 2021).

* Yüksek kaliteli fidanlar, düşük kaliteli fidanlara göre daha hızlı büyür ve tam potansiyellerine ulaşma olasılıkları daha yüksektir (Chunmei vd., 1994). Güçlü morfolojik özelliklere sahip fidanların Kök boğazı çapı, fidan boyu, sürgünleri, yaprak uzunluğu ve gövde/kök oranı gibi özellikleri daha iyi gelişmiştir (Batziou vd., 2016; Chen vd., 2021; Mao vd., 2019; Umaña vd., 2021). Morfolojik özelliklerin fidan gelişmeleri için gerekli olan fotosentezi yapabilmelerine olanak sağlamaktadır (J. Wang vd., 2012; Yu vd., 2017).

* Yüksek kaliteli fidanlar, sağlıklı ve üretken ağaçlara dönüşme olasılıkları daha yüksek olduğu için daha yüksek kereste verimine yol açabilir (Ward vd., 2000). Güçlü gövdeleri, kalın taçları sayesinde kaliteli odun üretirler.

*Yüksek kaliteli fidanlar orman ekosisteminin genel sağlığına ve canlılığına katkıda bulunur (Grossnickle, 2012; Grossnickle ve MacDonald, 2018). Hastalıklara, zararlılara ve çevresel streslere daha dirençlidirler, bu da hastalıkların ve zararlıların yayılmasını azaltmaya ve orman ekosisteminin direncini artırmaya yardımcı olabilir (Gregorio vd., 2010; İlyas, 2006).

* Kalitesi yüksek fidanlara yatırım yapmak uzun vadede maliyet tasarrufu sağlayabilir (Haase vd., 2021; South vd., 2005). Sağlıklı ve güçlü fidanları bakımı için daha az kaynak gerekir ve değiştirilmeleri veya ek bakım gerektirmeleri daha az olasıdır (Chunmei vd., 1994).

Sonuç olarak, fidan kalitesi, ağaçlandırma programlarının, kereste üretiminin ve orman ekosistemi restorasyonunun başarısını etkilediği için ormanlıkta kritik öneme sahiptir. Yüksek kaliteli fidanlara yatırım yapmak daha iyi hayatta kalma oranları, daha hızlı büyüme ve gelişme, daha yüksek kereste verimi, daha iyi orman sağlığı ve uzun vadede maliyet tasarrufu sağlayabilir.

4.Fidan kalitesinin iyileştirilmesinde fidan fizyolojisinin rolü

Fidan fizyolojisi, ormancılıkta fidan kalitesinin iyileştirilmesinde çok önemli bir rol oynar. Fidan büyümesi ve gelişiminde yer alan fizyolojik süreçlerin anlaşılması, yetiştiricilerin fidan kalitesini sınırlayabilecek faktörleri belirlemelerine ve bunları ele almak için uygun önlemleri almalarına yardımcı olabilir. Fidan fizyolojisinin fidan kalitesini iyileştirmek için kullanılabileceği bazı yollar aşağıda verilmiştir:

Yetiştirme koşullarının iyileştirilmesi: Yetiştiriciler, fidanların fizyolojik gereksinimlerini anlayarak, sağlıklı büyüme ve gelişmeyi teşvik etmek için ışık, sıcaklık ve besin mevcudiyeti gibi yetiştirme koşullarını optimize edebilirler (Lavender, 1984).

Kaliteli tohum seçimi: Güçlü kök sistemleri ve verimli fotosentez gibi arzu edilen fizyolojik özelliklere sahip fidanların fidanlıklarda başarılı bir şekilde yetişmesi ve büyümesi daha olasıdır (Davis ve Jacobs, 2005). Yetiştiriciler yüksek kaliteli tohum seçerek fidan kalitesini artırabilir ve başarılı ağaçlandırma şansını yükseltebilir (Lillesø vd., 2021).

Büyüme düzenleyicilerin uygulanması: Büyüme düzenleyicileri, kaliteyi artırmak amacıyla fidan fizyolojisini manipüle etmek için kullanılabilir (Amoanimaa-Dede vd., 2022; Bons ve Kaur, 2020).

Hastalık ve zararlılar ile mücadele: Zararlılardan ve hastalıklardan etkilenen fidanlarda fotosentezde azalma, bodur büyüme ve hatta ölüm görülebilir (Padhi vd., 1978; Rodriguez-Brljevich vd., 2010). Yetiştiriciler, pestisit kullanımı ve hijyen uygulamaları gibi etkili kontrol önlemleri uygulayarak fidan kalitesini iyileştirebilir ve hayatta kalma oranlarını artırabilir (Ronga vd., 2021a; Sulstonov & Eralieva, 2019).

Fidan gelişiminin izlenmesi: Büyüme, besin alımı ve fotosentezin düzenli olarak ölçülmesi yoluyla fidan fizyolojisinin izlenmesi, yetiştiricilerin potansiyel sorunları tespit etmelerine ve daha ciddi hale gelmeden önce düzeltici önlemler almalarına yardımcı olabilir (Hogan vd., 2021; Ouyang vd., 2021). Bu, fidanların tarlaya dikilmeden önce mümkün olan en yüksek kalitede olmasını sağlamaya yardımcı olabilir (L. Wang vd., 2020).

Özetle, fidan fizyolojisi ormancılıkta fidan kalitesini artırmak için kritik öneme sahiptir. Yetiştiriciler, fidan büyümesi ve gelişiminde yer alan fizyolojik süreçleri anlayarak yetiştirme koşullarını optimize edebilir, yüksek kaliteli tohum seçebilir, büyüme düzenleyicileri uygulayabilir, zararlıları ve hastalıkları kontrol edebilir ve fidanların sahaya dikildiğinde sağlıklı ve güçlü olmasını sağlamak için fidan büyümesini izleyebilir.

5.Fidan kalitesini artırmak için optimum fidanlık yetiştirme koşulları

Ormancılıkta fidan kalitesini artırmak için fidanlık yetiştirme koşullarının optimize edilmesi şarttır. İşte fidan kalitesini artırmak için bazı optimum fidanlık yetiştirme koşulları:

Sıcaklık: Fidanlar büyüme ve gelişme için tutarlı ve optimum bir sıcaklığa ihtiyaç duyar (Barros vd., 2020; Khaeim vd., 2022). İdeal sıcaklık aralığı türe göre değişmekle birlikte genellikle 20-28°C arasındadır (Duarte vd., 2019; Khaeim vd., 2022). Yetiştiriciler sıcaklıkları düzenli olarak izlemeli ve optimum koşulları korumak için uygun soğutma veya ısıtma önlemleri sağlamalıdır (Hernandez Velasco, 2020; Virk vd., 2021).

Işık: Fidanlar fotosentez ve büyüme için yeterli ışığa ihtiyaç duyar. Işığın yoğunluğu ve kalitesi fidan morfolojisini, besin alımını ve su kullanımını etkileyebilir (Alakärppä vd., 2019). Yetiştiriciler tutarlı bir ışık kaynağı sağ-

lamalı ve ışık seviyelerinin yetiştirilen türler için uygun olduğundan emin olmalıdır (Parker & Mohammed, 2000).

Nem: Fidanlar, optimum büyüme ve gelişme için tutarlı bir nem kaynağına ihtiyaç duyar (Bi vd., 2020). Aşırı nem su basmasına ve kök çürümmesine yol açabilirken, yetersiz nem solmaya ve büyümenin azalmasına neden olabilir (Córdoba-Rodríguez vd., 2011). Yetiştiriciler nem seviyelerini düzenli olarak izlemeli ve sulamayı buna göre ayarlamalıdır (Zweifel vd., 2020).

Besin maddeleri: Fidanlar, optimum büyüme ve gelişme için dengeli bir besin kaynağına ihtiyaç duyar (Lim vd., 2022). Yetiştiriciler yüksek kaliteli gübreler kullanmalı ve besin seviyelerinin yetiştirilen türler için uygun olduğundan emin olmak için yetiştirme ortamını düzenli olarak kontrol edilmelidir (Troeng & Ackzell, 2004).

Hava sirkülasyonu: Uygun hava sirkülasyonu, hastalık ve haşere birikimini önlemek ve fidan büyümesini teşvik etmek için önemlidir (Liptay, 1992). Yetiştiriciler, durgun havayı önlemek için fidanlık ortamının yeterli hava dolaşımı ve havalandırmaya sahip olduğundan emin olmalıdır. Bu nedenle fidanlık yeri seçiminde iyi hava sirkülasyonuna sahip bir alanın seçilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır (Mencuccini & Grace, 1995).

Yetiştirme ortamı: Yetiştirme ortamının türü ve kalitesi fidan büyümesini ve gelişimini etkileyebilir (Cercioglu & Bilir, 2016; Dilaver vd., 2015; Hwan Kim vd., 2020). Yetiştiriciler iyi su tutma kapasitesine sahip, iyi drenajlı ve zararlı ve hastalıklardan arındırılmış yüksek kaliteli yetiştirme ortamları kullanmalıdır.

pH: Yetiştirme ortamının pH'ı besin kullanılabilirliğini ve alımını etkileyebilir (Zhang vd., 2015). Optimum pH aralığı türe bağlı olarak değişir, ancak genellikle 5,5-6,5 arasındadır. *P. resinosa*'nın büyümesi için en uygun toprak pH'sının 5,5 olduğu öne sürülmüştür (S. Liu vd., 2009). Yetiştiriciler yetiştirme ortamının pH değerini düzenli olarak test etmeli ve gerekirse ayarlamalıdır.

Yetiştirme ortamı temizliği: Zararlılar ve hastalıklar fidan büyümesini ve gelişimini olumsuz etkileyebilir. Makhniova vd., 2019, teknolojik olarak kirlenmiş topraklarda *Pinus sylvestris*'in tohum çimlenmesinin ve fide büyümesinin önemli ölçüde azaldığını ifade etmiştir. Yetiştiriciler, fidanlık ortamında hastalık ve haşere birikimini önlemek için uygun sanitasyon ve haşere kontrol önlemlerini uygulamalıdır.

Kalitesi yüksek fidanlar için yetiştirme koşullarını optimize ederek, fidanlıkta başarılı bir şekilde kurulma ve büyüme olasılığı daha yüksek olan yüksek kaliteli fidanlar üretebilirler. Yetiştirme koşullarının düzenli olarak izlenmesi ve düzenlenmesi, fidanların sahaya dikildiğinde sağlıklı ve güçlü olmasını sağlamaya yardımcı olacaktır.

6. Kaliteli fidan için tohum kaynağının önemi

Kaliteli bir fidanın elde edilmesinde tohum kaynağı büyük önem taşır. Tohum kaynağı, bir bitkinin özelliklerini taşıyan, sağlıklı ve kaliteli tohumların elde edildiği kaynak olarak tanımlanabilir.

Tohum kaynağı, bitki türünün genetik yapısını taşıyan tohumların sağlıklı ve kaliteli bir şekilde yetiştirilmesiyle elde edilir. Tohum meşcerelerinden elde edilen fidanların tohum bahçelerinden elde edilenlere göre daha iyi kalite ve morfolojiye sahip olduklarını ifade etmişlerdir (Cercioglu & Bilir, 2016; Dilaver vd., 2015). Bu nedenle, kaliteli bir tohum kaynağı seçmek, elde edilecek fidanın kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biridir.

Kaliteli bir tohum kaynağı seçmek, elde edilecek fidanın hastalıklara karşı dayanıklılığı, büyüme hızı, verimlilik, yaşam süresi ve diğer özellikleri gibi birçok faktörü etkiler. Bu nedenle, kaliteli bir tohum kaynağı seçimi, fidan yetiştiriciliğinde önemli ve dikkat edilmesi gereken bir adımdır.

Ayrıca, tohum kaynağından alınacak tohumların kalitesi de önemlidir. Tohumların doğru zamanda, doğru şekilde ve uygun koşullarda toplanması, kurutulması ve depolanması gibi faktörlere dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, kaliteli bir tohum kaynağı seçimi kadar tohumların doğru şekilde işlenmesi de fidan kalitesini belirleyen bir diğer faktördür.

Özetle, tohum kaynağı seçimi ormancılık fidanlıklarında fidan kalitesinin artırılmasında kritik bir faktördür. Yerel koşullara adapte olmuş, zararlılara ve hastalıklara karşı dirençli ve arzu edilen büyüme özelliklerine sahip tohum kaynaklarını seçerek, fidanlıklar hayatta kalma ve sağlıklı, üretken ağaçlara dönüşme olasılığı daha yüksek olan yüksek kaliteli fidanlar üretebilir.

7. Fidan kalitesini belirleyen morfolojik özellikler

Fidanların morfolojik özellikleri, orman fidanlıklarında büyümelerini ve hayatta kalmalarını belirleyen fiziksel özelliklerdir. Aşağıda orman fidanlıklarında kaliteli fidanlar için gerekli olan kritik morfolojik özelliklerden bazıları yer almaktadır:

*Fidan Boyu: Fidan boyunun fidan kalitesini belirleyen önemli bir morfolojik özellik olduğu bilinmektedir. Popović vd., 2019, boy ve kök boğazı çapının sapsız meşe fidanlarında iyi bir kalite göstergesi olduğunu belirlemiştir. Boy ve kök boğazı çapının fidan kalite değerlendirmesi sırasında yaygın olarak değerlendirilmesine rağmen, toprak üstü morfolojisinin dikim sonrası performansın her zaman doğru bir belirleyicisi olmadığını öne sürmektedir (-Davis & Jacobs, 2005). Ancak kök boğazı çapı gibi diğer özellikler gibi diğer faktörlerin de rol oynayabileceğini göstermektedir.

*Kök boğazı çapı: Fidan kalitesinin en önemli belirleyicilerinden biri de kök boğazı çapıdır. Dilaver vd., 2015, kök boğazı çapının *Pinus brutia* fidanlarında incelenen özelliklerden biri olduğunu ve fidan kalitesiyle pozitif ilişkili olduğunu bulmuştur. Dey & Parker, 1997, kök boğazı yakınındaki ilk gövde çapının kızıl meşe fidanlarında boy ve taban çapı büyümesi ile pozitif ilişkili olduğunu bulmuştur. Son olarak Batziou vd., 2016, kök boğazı çapının *Quercus pubescens* ve *Quercus frainetto*'da fidanlarında ölçülen neredeyse tüm morfolojik özellikleriyle ilişkili olduğunu ifade etmiştir.

*Yaprak hacmi: Yaprak hacminin fidan kalitesini belirleyen birkaç morfolojik özellikten biri olduğunu söyleyebiliriz. Li vd., 2017, taç ve yaprak özelliklerinin fidan büyüme oranlarının belirleyicileri olduğunu ve daha büyük taç boyutlarının büyüme oranlarını desteklediğini belirlemiştir. Yaprak hacminin fidan kalitesini belirlemede önemli bir faktör olduğu ve diğer morfolojik ve çevresel faktörlerle birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

*Gövde Yaş-Kuru ağırlığı: Fidan kalitesini belirlemede kullanılan bir diğer morfolojik özellikte fidan gövde yaş ve kuru ağırlıklarıdır. Hanson vd., 2001, *Acer rubrum* ve *Cornus florida* fidanlarının kuru ve kontrol parsellerine kıyasla ıslak parsellerde daha hızlı büyüdüğünü ve daha az ölüm oranına sahip olduğunu, büyük ağaçların çap büyümesinin ise uygulamalardan etkilenmediğini belirlemiştir. Fidan gövdesi kuru ağırlığının ağaç büyümesinde önemli bir faktör olduğunu, ancak etkisinin su durumu, türler ve ışık ortamından etkilendiğini göstermektedir.

*Kök Yaş-Kuru ağırlığı: McPhee 2005, tohum ağırlığının kök ve sürgün kuru ağırlığı ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu ve sürgün ve kök kuru ağırlığının toplam kök uzunluğu, ortalama kök çapı ve kök hacmi ile pozitif ilişkili olduğunu belirlemiştir. Halep çamı fidanlarında kök ve sürgün büyümesinin bitki büyüklüğü ve doku azot konsantrasyonu ile arttığını ve yeni kök üretiminin dikilen fidanların adaptasyonu için kritik olduğu sonucuna ulaşmıştır (Cuesta, Vega, vd., 2010). Fidan kalitesini belirlemede önemli bir morfolojik özellik olarak yer almaktadır.

*Gövde/Kök oranı: Fidan kalitesini belirlemede kullanılan gövde/kök oranı fidanların kalitesi hakkında önemli bir kriter olarak bahsetmek mümkündür. Sheridan & Davis, 2021, Gövde/kök oranı ile sonraki kök büyümesi ve fidanın hayatta kalması arasındaki ilişkinin Douglas-fir çeşidine, fidan stok tiplerine ve saha koşullarına bağlı olarak değiştiğini belirlemiştir. Cannell & Willet 1976, üç ağaç türünün gövde/kök oranlarını incelemiş ve sürgün büyüme fenolojisindeki farklılıkların, kök büyümesinin sürgün büyümesine oranını değiştirdiğini göstermiştir. Gövde/kök oranının fidan kalitesini belirlemede önemli bir kriter olduğu, fakat bu oran ile fidan kalitesi arasındaki ilişkinin karmaşık olduğunu ve tür, köken ve saha koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğunu göstermektedir.

*Dickson kalite indeksi: Fidan kalitesini belirlemede kullanılan bir diğer yöntem dickson kalite indeksidir. Dickson kalite indeksi aşağıdaki formül yardımıyla belirlenmektedir (A. Dickson vd., 1960).

$$Dickson\ Kalite\ İndeksi = \frac{Fidan\ Kuru\ Ağırlığı(g)}{\frac{Fidan\ Boyu(cm)}{Kök\ Boğazı\ Çapı(mm)} + \frac{Gövde\ Kuru\ Ağırlığı(g)}{Kök\ Kuru\ Ağırlığı(g)}}$$

Binotto vd. 2010 ve Dickson 2011, kök boğazı çapının DKİ ile en güçlü korelasyona sahip olduğunu, yine kök kuru ağırlığının da güçlü bir korelasyona sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Sürgün yüksekliği sadece gövde taban çapı ile birlikte analiz edildiğinde fide kalitesini göstermede etkili olmuştur. Kuru madde ile ilgili değişkenler DKİ ile en yüksek korelasyonu gösterirken, bunu gövde taban çapı izlemiştir.

*Gürbüzlük belirteci: Bir başka kriter, fidanların kalitesi hakkında bilgi edinebileceğimiz gürbüzlük belirteci dayanmaktadır. Bu belirteç, fidan boyunun kök boğazı çapına oranı ile hesaplanır. Çetinkaya ve Deligöz 2012 tarafından Anadolu Karaçamı üzerinde yapılan bir çalışmada, yerinde kök kesimlerinin fidan morfolojisi üzerindeki etkisi incelenmiş ve gürbüzlük belirtecinin en yüksek değerinin kontrol işlemi olduğu, seyreltme ve yerinde kök kesimlerinin ise gürbüzlük belirteci değerini 41.79'un altına düşürdüğü belirtilmiştir.

*Türk Standartları Enstitüsü(TSE) fidan kalite standartları:

Türk Standartları Enstitüsü fidan kalite standartları, fidanların morfolojik özelliklerine göre belirlenmektedir. Bu özellikler arasında sıklıkla kullanılan özelliklerden fidan boyu ve kök boğazı çapı öne çıkmaktadır. Örneğin Kızılçam fidan boyunun yaşlara göre olması gereken aralık tablo 1'de yer almaktadır. 1 yaşlı Kızılçam fidanları için fidan boyu (FB)<8cm veya kök boğazı çapının (KBÇ)<2 mm olan fidanlar dikime elverişsiz fidan olarak nitelendirilmektedir. TSE standartlarına göre yaşa bağlı olarak fidan boyu aralığı artmaktadır. Fakat önemli morfolojik özelliklerden olan kök boğazı çapının 2 mm olarak belirlenmiş olması ve yaş arttıkça bu değer sabit tutulması bu standardın eksikliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle yeni kalite standartlarının oluşturulması gerekmektedir.

Tablo 1. TSE 1988 Kızılçam fidan boyu sınıflandırması (Anonim, 1988)

Yaşa Göre Kalite Sınıfları	Fidan Yaşı				
	1	2	3	4	5
Birinci Sınıf	12	18	30	70	-
İkinci Sınıf	10	15	25	60	-
Üçüncü Sınıf	8	13	20	50	-

Kaliteli fidanlar için gerekli olan boy, kök boğazı çapı, yaprak hacmi, gövde/kök ağırlığı ve gövde/kök oranı gibi bazı kritik morfolojik özelliklerin önemi vurgulanmıştır. Fidan kalitesini belirlemede morfolojik özellikler önemli olmakla birlikte tek başlarına belirleyici olarak nitelendirilemezler. Bununla birlikte çevresel faktörler ve yetiştirme koşullarının da fidan kalitesinin etkili olduğu görülmüştür.

Sonuç

Bu bölümde ormancılıkta tohum kalitesi, çimlenme oranı, fide canlılığı, kök ve yaprak gelişimi ile hastalık ve zararlıların yokluğu gibi faktörlerle belirlenen fidan kalitesinin önemi ele alınmaktadır. Yüksek kaliteli fidanlar iyi gelişmiş kök ve sürgün sistemlerine, güçlü yapraklara sahiptir ve çevresel streslere dayanabilir. Ayrıca dikim alanlarına nakledildiklerinde hayatta kalma ve hızlı büyüme olasılıkları daha yüksektir, bu da yeniden ağaçlandırma programlarının, kereste üretiminin ve ekosistem restorasyonunun başarısına katkıda bulunur.

Fidan büyümesi ve gelişiminde yer alan fizyolojik süreçlerin anlaşılması, fide kalitesinin iyileştirilmesi için gereklidir. Optimum yetiştirme koşulları, kaliteli tohum seçimi, büyüme düzenleyicilerin kullanımı, haşere ve hastalık kontrolü ve fide büyümesinin izlenmesi, fidan kalitesini artırmak için kullanılacak yöntemlerden bazılarıdır. Uygun sanitasyon uygulamaları, pestisit kullanımı, bakım tedbirleri, düzenli sulama ve gübreleme yoluyla yetiştirme koşullarının optimize edilmesi de gereklidir.

Özetle, ormancılıkta başarılı bir ağaçlandırma için fidan kalitesinin iyileştirilmesi çok önemlidir. Bunu başarmak için yetiştiricilerin fidan fizyolojisini anlaması, optimum yetiştirme koşullarını sağlaması, kaliteli tohum seçmesi, zararlıları ve hastalıkları kontrol etmesi, büyüme düzenleyicileri kullanması ve fide gelişimini izlemesi gerekir.

KAYNAKÇA

- Alakärppä, E., Taulavuori, E., Valledor, L., Marttila, T., Jokipii-Lukkari, S., Karppinen, K., Nguyen, N., Taulavuori, K., & Häggman, H. (2019). Early growth of Scots pine seedlings is affected by seed origin and light quality. *Journal of plant physiology*, 237, 120–128. <https://doi.org/10.1016/J.JPLPH.2019.03.012>
- Amoanimaa-Dede, H., Su, C., Yeboah, A., Zhou, H., Zheng, D., & Zhu, H. (2022). Growth regulators promote soybean productivity: a review. *PeerJ*, 10. <https://doi.org/10.7717/PEERJ.12556>
- Andivia, E., Villar-Salvador, P., Oliet, J. A., Puértolas, J., Dumroese, R. K., Ivetić, V., Molina-Venegas, R., Arellano, E. C., Li, G., & Ovalle, J. F. (2021). Climate and species stress resistance modulate the higher survival of large seedlings in forest restoration worldwide. *Ecological applications : a publication of the Ecological Society of America*, 31(6). <https://doi.org/10.1002/EAP.2394>
- Anonim. (1988). *TS 2265/Şubat 1988 İğne Yapraklı Ağaç Fidanları Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.*
- Barros, J. R. A., Angelotti, F., Santos, J. D. O., Silva, R. M. e, Dantas, B. F., & Melo, N. F. de. (2020). Optimal temperature for germination and seedling development of cowpea seeds. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(2), 231–239. <https://doi.org/10.17584/RCCH.2020V14I2.10339>
- Batziou, M., Milios, E., & Kitikidou, K. (2016). Is diameter at the base of the root collar a key characteristic of seedling sprouts in a Quercus pubescens–Quercus frainetto grazed forest in north-eastern Greece? A morphological analysis. *New Forests*, 48(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/S11056-016-9552-6>
- Bi, Y., Whitney, C., Li, J., Yang, J., & Yang, X. (2020). Spring Moisture Availability is the Major Limitation for Pine Forest Productivity in Southwest China. *Forests*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/F11040446>
- Bilir, N., & Çetinkaya, D. (2022). Morphological variation and quality in Anatolian black pine seedlings. *Theoretical and Applied Forestry*, 2(1), 19–21. <https://doi.org/10.53463/TAFOR.2022VOL2ISS1PP19-21>
- Binotto, A. F., Dal' Col Lúcio, A., & Lopes, S. J. (2010). Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. *Cerne*, 16(4), 457–464. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602010000400005>
- Boja, N., & Borz, S. A. (2021). Seedling Growth Performance of Four Forest Species with Different Techniques of Soil Tillage Used in Romanian Nurseries. *Forests*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/F12060782>
- Bons, H. K., & Kaur, M. (2020). Role of plant growth regulators in improving fruit set, quality and yield of fruit crops: a review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 95(2), 137–146. <https://doi.org/10.1080/14620316.2019.1660591>
- Cannell, M., & Willet, S. (1976). Shoot growth phenology, dry matter distribution and root:shoot ratios of provenances of Populus trichocarpa, Picea sitchensis and Pinus contorta growing in Scotland. *Silvae Genetica*.

- Carrera-Castaño, G., Calleja-Cabrera, J., Pernas, M., Gómez, L., & Oñate-Sánchez, L. (2020). An Updated Overview on the Regulation of Seed Germination. *Plants*, 9(6), 1–42. <https://doi.org/10.3390/PLANTS9060703>
- Cercioglu, M., & Bilir, N. (2016). Seed Source Effect on Quality and Morphology of Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) Seedlings. *Reforesta*, 2, 1–5. <https://doi.org/10.21750/REFOR.2.01.16>
- Çetinkaya, D., Deligöz, A., Orman, B., & Dergisi, F. (2012). ANADOLU KARAÇAMI (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe)'NDA YERİNDE KÖK KESİMLERİNİN FİDAN MORFOLOJİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 14(1.Special Issue), 49–58. <https://dergipark.org.tr/en/pub/barofd/issue/3393/46742>
- Chen, D., Zhou, W., Yang, J., Ao, J., Huang, Y., Shen, D., Jiang, Y., Huang, Z., & Shen, H. (2021). Effects of Seaweed Extracts on the Growth, Physiological Activity, Cane Yield and Sucrose Content of Sugarcane in China. *Frontiers in Plant Science*, 12, 865. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2021.659130/BIBTEX>
- Chiomento, J. L. T., Frizon, P., Costa, R. C., Trentin, N. S., Nardi, F. S., & Calvete, E. O. (2019). Water retention of substrates potentiates the quality of lettuce seedlings. *Advances in horticultural science*, 33(2), 197–204. <https://doi.org/10.13128/AHS-23599>
- Chunmei, Z., Qingcheng, W., & Xiangwei, C. (1994). Study on relationships among seedling quality and survival rate, stocking percentage and growth. *Journal of Northeast Forestry University*, 5(2), 37–45. <https://doi.org/10.1007/BF02843229>
- Córdoba-Rodríguez, D., Vargas-Hernández, J., López-Upton, J., & Muñoz-Orozco, A. (2011). Root growth in young plants of *Pinus pincea* Gordon in response to soil moisture. *Agrociencia*.
- Cuesta, B., Vega, J., Villar-Salvador, P., & Rey-Benayas, J. M. (2010). Root growth dynamics of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) seedlings in relation to shoot elongation, plant size and tissue nitrogen concentration. *Trees*, 24(5), 899–908. <https://doi.org/10.1007/S00468-010-0459-0>
- Cuesta, B., Villar-Salvador, P., Puértolas, J., Jacobs, D. F., & Rey Benayas, J. M. (2010). Why do large, nitrogen rich seedlings better resist stressful transplanting conditions? A physiological analysis in two functionally contrasting Mediterranean forest species. *Forest Ecology and Management*, 260(1), 71–78. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2010.04.002>
- Da Silva, D., Stuepp, C. A., Wendling, I., Helm, C., & Angelo, A. C. (2019). INFLUENCE OF SEED STORAGE CONDITIONS ON QUALITY OF *Torresea acraea* SEEDLINGS. *CERNE*, 25(1), 60–67. <https://doi.org/10.1590/01047760201925012611>
- Davis, A. S., & Jacobs, D. F. (2005). Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. *New Forests*, 30(2–3), 295–311. <https://doi.org/10.1007/S11056-005-7480-Y>
- Dey, D. C., & Parker, W. C. (1997). Morphological indicators of stock quality and

- field performance of red oak (*Quercus rubra* L.) seedlings underplanted in a central Ontario shelterwood. *New Forests*, 14(2), 145–156. <https://doi.org/10.1023/A:1006577201244>
- Dickson, A., Leaf, A. L., & Hosner, J. F. (1960). Quality appraisal of White Spruce and White Pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, 36(1), 10–13. <https://doi.org/10.5558/TFC36010-1>
- Dickson, R. (2011). *CORRELATIONS BETWEEN GROWTH VARIABLES AND THE DICKSON QUALITY INDEX IN FOREST SEEDLINGS*.
- Dilaver, M., Seyedi, N., & Bilir, N. (2015). Seedling Quality and Morphology in Seed Sources and Seedling Type of Brutian Pine (*Pinus brutia* Ten.). *World Journal of Agricultural Research*. <https://doi.org/10.12691/WJAR-3-2-9>
- Duarte, A. A., da-Silva, C. J., Marques, A. R., Modolo, L. V., & Lemos Filho, J. P. (2019). Does oxidative stress determine the thermal limits of the regeneration niche of *Vriesea friburgensis* and *Alcantarea imperialis* (Bromeliaceae) seedlings? *Journal of thermal biology*, 80, 150–157. <https://doi.org/10.1016/J.JTHERBIO.2019.02.003>
- Eken, Ö., & Öner, M. N. (2017). Morphological Characteristics of Taurus Cedar Seedlings in Çankırı Forest Nursery. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(3), 419–426. <https://doi.org/10.17475/KASTORMAN.285776>
- Ekren, S. (2019). Effects of Some Plant Nutrients Applied to Seedbed Compost On Seedling Quality. *International Journal of Agricultural and Life Sciences*, 5(3), 273–279. <https://doi.org/10.22573/SPG.IJALS.019.S12200096>
- Filatova, I., Lyushkevich, V., Goncharik, S., Zhukovsky, A., Krupenko, N., & Kalatskaja, J. (2020). The effect of low-pressure plasma treatment of seeds on the plant resistance to pathogens and crop yields. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 53(24). <https://doi.org/10.1088/1361-6463/AB7960>
- Gregorio, N., Herbohn, J., & Harrison, S. (2010). *Guide to quality seedling production in smallholder nurseries*.
- Grossnickle, S. C. (2012). Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests*, 43(5–6), 711–738. <https://doi.org/10.1007/S11056-012-9336-6>
- Grossnickle, S. C., & MacDonald, J. E. (2018). Seedling Quality: History, Application, and Plant Attributes. *Forests*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/F9050283>
- Haase, D. L., Bouzza, K., Emerton, L., Friday, J. B., Lieberg, B., Aldrete, A., & Davis, A. S. (2021). The High Cost of the Low-Cost Polybag System: A Review of Nursery Seedling Production Systems. *Land*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/LAND10080826>
- Hanson, P. J., Todd, J., & Amthor, J. S. (2001). A six-year study of sapling and large-tree growth and mortality responses to natural and induced variability in precipitation and throughfall. *Tree Physiology*, 21(6), 345–358. <https://doi.org/10.1093/TREEPHYS/21.6.345>
- Hernandez Velasco, M. (2020). Treatments for induction of cold hardiness in *Picea abies*

- (L.) Karst. and *Pinus sylvestris* L. seedlings pre-cultivated under light-emitting diodes – impact of photoperiod and temperature including energy consumption and seedling quality after cold storage. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 35(1–2), 46–58. <https://doi.org/10.1080/02827581.2020.1718199>
- Hogan, J. A., Valverde-Barrantes, O. J., Tang, W., Ding, Q., Xu, H., & Baraloto, C. (2021). Evidence of elemental homeostasis in fine root and leaf tissues of saplings across a fertility gradient in tropical montane forest in Hainan, China. *Plant and Soil*, 460(1–2), 625–646. <https://doi.org/10.1007/S11104-020-04802-Y>
- Hwan Kim, J., Kang, B. Y., Ryu, J., & Nam, I. H. (2020). Effects on *Pinus densiflora* Seedlings as Affected by Different Container Growth Conditions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10). <https://doi.org/10.3390/IJERPH17103565>
- Ilyas, S. (2006). Review : Seed Treatments Using Matricconditioning to Improve Vegetable Seed Quality. *Indonesian Journal of Agronomy*. <https://doi.org/10.24831/JAI.V34I2.1291>
- Khaeim, H., Kende, Z., Jolánkai, M., Kovács, G. P., Gyuricza, C., & Tarnawa, Á. (2022). Impact of Temperature and Water on Seed Germination and Seedling Growth of Maize (*Zea mays* L.). *Agronomy*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY12020397>
- Lavender, D. P. (1984). *Plant Physiology and Nursery Environment: Interactions Affecting Seedling Growth*. 133–141. https://doi.org/10.1007/978-94-009-6110-4_14
- Li, Y., Kröber, W., Bruelheide, H., Härdtle, W., & Von Oheimb, G. (2017). Crown and leaf traits as predictors of subtropical tree sapling growth rates. *Journal of Plant Ecology*, 10(1), 136–145. <https://doi.org/10.1093/JPE/RTW041>
- Lillesø, Barnekow, J.-P., & Graudal, L. J. (2021). *Quality seed for tree planting Supporting more effective agroforestry and forest landscape restoration by learning from crop Integrated Seed System Development*.
- Lim, H., Jämtgård, S., Oren, R., Gruffman, L., Kunz, S., & Näsholm, T. (2022). Organic nitrogen enhances nitrogen nutrition and early growth of *Pinus sylvestris* seedlings. *Tree Physiology*, 42(3), 513–522. <https://doi.org/10.1093/TREEPHYS/TPAB127>
- Liptay, A. (1992). Air circulation in growth chambers stunts tomato seedling growth. *Canadian Journal of Plant Science*, 72(4), 1275–1281. <https://doi.org/10.4141/CJPS92-161>
- Liu, S., Wang, Q., Liu, Y., Tian, Y., Sun, J., & Xu, J. (2009). [Effects of soil acidity on *Pinus resinosa* seedlings photosynthesis and chlorophyll fluorescence]. *Ying yong sheng tai xue bao = The journal of applied ecology*.
- Liu, Y., Bai, S. L., Zhu, Y., Li, G. L., & Jiang, P. (2012). Promoting seedling stress resistance through nursery techniques in China. *New Forests*, 43(5–6), 639–649. <https://doi.org/10.1007/S11056-012-9341-9>
- Louvieux, J., Spanoghe, M., & Hermans, C. (2020). Root Morphological Traits of Seedlings Are Predictors of Seed Yield and Quality in Winter Oilseed Rape

- Hybrid Cultivars. *Frontiers in Plant Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2020.568009/PDF>
- Makhniova, S., Mohnachev, P., & Ayan, S. (2019). Seed germination and seedling growth of Scots pine in technogenically polluted soils as container media. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(2). <https://doi.org/10.1007/S10661-019-7249-Y>
- Mao, P., Guo, L., Gao, Y., Qi, L., & Cao, B. (2019). Effects of Seed Size and Sand Burial on Germination and Early Growth of Seedlings for Coastal *Pinus thunbergii* Parl. in the Northern Shandong Peninsula, China. *Forests*, 10(3), 281. <https://doi.org/10.3390/F10030281>
- McPhee, K. (2005). Variation for Seedling Root Architecture in the Core Collection of Pea Germplasm. *Crop Science*, 45(5), 1758–1763. <https://doi.org/10.2135/CROPSCI2004.0544>
- Mencuccini, M., & Grace, J. (1995). Climate influences the leaf area/sapwood area ratio in Scots pine. *Tree Physiology*, 15(1), 1–10. <https://doi.org/10.1093/TREEPHYS/15.1.1>
- Oliet, J. A., Puértolas, J., Planelles, R., & Jacobs, D. F. (2013). Nutrient loading of forest tree seedlings to promote stress resistance and field performance: a Mediterranean perspective. *New Forests*, 44(5), 649–669. <https://doi.org/10.1007/S11056-013-9382-8>
- Ouyang, S. N., Gessler, A., Saurer, M., Hagedorn, F., Gao, D. C., Wang, X. Y., Schaub, M., Li, M. H., Shen, W. J., & Schönbeck, L. (2021). Root carbon and nutrient homeostasis determines downy oak sapling survival and recovery from drought. *Tree Physiology*, 41(8), 1400–1412. <https://doi.org/10.1093/TREEPHYS/TPAB019>
- Özel, H. B., Gülseven, O., Yer Çelik, E. N., & Ayan, S. (2019). Farklı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) populasyonlarına ait fidanların morfolojik ve fizyolojik karakteristikleri. *Turkish Journal of Forestry*, 20(3), 180–186. <https://doi.org/10.18182/TJF.576898>
- Padhi, B., Chakrabarti, N. K., & Nayak, S. K. (1978). Effect of blast infection on the photosynthetic activity of rice seedlings. *Biologia Plantarum*, 20(6), 418–420. <https://doi.org/10.1007/BF02923343>
- Park, H.-M., Jo, H.-K., Kim, J.-Y., Park, H.-M. ; Jo, H.-K. ; Kim, J.-Y., & Scuderi, A. (2021). Carbon Footprint of Landscape Tree Production in Korea. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 5915, 13(11), 5915. <https://doi.org/10.3390/SU13115915>
- Parker, W. C., & Mohammed, G. H. (2000). Photosynthetic acclimation of shade-grown red pine (*Pinus resinosa* Ait.) seedlings to a high light environment. *New Forests*, 19(1), 1–11. <https://doi.org/10.1023/A:1006668928091>
- Pinto, J. R., Marshall, J. D., Dumroese, R. K., Davis, A. S., & Cobos, D. R. (2011). Establishment and growth of container seedlings for reforestation: A function of stocktype and edaphic conditions. *Forest Ecology and Management*, 261(11), 1876–1884. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2011.02.010>
- Popović, V., Lučić, A., Rakonjac, L., & Kerkez-Janković, I. (2019). Analysis of morphological quality parameters of oneyear old bare root sessile oak (*Quercus petraea*

- (Matt.) Liebl) seedlings. *Sustainable Forestry: Collection*, 79–80, 23–31. <https://doi.org/10.5937/SUSTFOR1979023P>
- Rodriguez-Brljevic, C., Kanobe, C., Shanahan, J. F., & Robertson, A. E. (2010). Seed treatments enhance photosynthesis in maize seedlings by reducing infection with *Fusarium* spp. and consequent disease development in maize. *European Journal of Plant Pathology*, 126(3), 343–347. <https://doi.org/10.1007/S10658-009-9545-9>
- Ronga, D., Vitti, A., Zaccardelli, M., Pane, C., Caradonia, F., Cardarelli, M., Colla, G., & Roupshael, Y. (2021a). Root zone management for improving seedling quality of organically produced horticultural crops. *Agronomy*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY11040630>
- Ronga, D., Vitti, A., Zaccardelli, M., Pane, C., Caradonia, F., Cardarelli, M., Colla, G., & Roupshael, Y. (2021b). Root Zone Management for Improving Seedling Quality of Organically Produced Horticultural Crops. *Agronomy*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY11040630>
- Sheridan, R. A., & Davis, A. S. (2021). Characterizing the Utility of the Root-to-Shoot Ratio in Douglas-Fir Seedling Production. *Forests* 2021, Vol. 12, Page 1745, 12(12), 1745. <https://doi.org/10.3390/F12121745>
- Smiderle, O. J., Montenegro, R. A., Souza, A. D. G., Chagas, E. A., & Dias, T. J. (2020). Container volume and controlled-release fertilizer influence the seedling quality of *Agonandra brasiliensis*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 50, 1–8. <https://doi.org/10.1590/1983-40632020V5062134>
- South, D. B., VanderSchaaf, C. L., & Britt, J. R. (2005). Reforestation costs can be decreased by lowering initial stocking and outplanting morphologically improved seedlings. *Native Plants Journal*, 6(1), 76–82. <https://doi.org/10.2979/NPJ.2005.6.1.76>
- Sugai, T., Yokoyama, S., Tamai, Y., Mori, H., Marchi, E., Watanabe, T., Satoh, F., & Koike, T. (2020). Evaluating Soil–Root Interaction of Hybrid Larch Seedlings Planted under Soil Compaction and Nitrogen Loading. *Forests*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/F11090947>
- Sultonov, K., & Eralieva, S. (2019). Phytosanitary Control & Increase of Survival Capability of Grapevine Cuttings. *Bulletin of Science and Practice*, 5(4), 211–215. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/41/26>
- Tesfaye, S., Asmamaw, A., & Yohanes, G. M. (2020). Quality of tree seedlings across different nursery ownerships in Central Gondar Zone, Ethiopia. *Journal of Horticulture and Forestry*, 12(3), 84–93. <https://doi.org/10.5897/JHF2019.0599>
- Timmis, R. (1980). Stress resistance and quality criteria for tree seedlings: analysis, measurement and use. *New Zealand journal of forestry science*.
- Troeng, E., & Ackzell, L. (2004). Growth regulation of Scots pine seedlings with different fertilizer compositions and regimes. *New Forests*, 2(2), 119–130. <https://doi.org/10.1007/BF00027763>
- Umaña, M. N., Swenson, N. G., Marchand, P., Cao, M., Lin, L., & Zhang, C. (2021). Relating leaf traits to seedling performance in a tropical forest: building a hierarc-

- hical functional framework. *Ecology*, 102(7). <https://doi.org/10.1002/ECY.3385>
- Virk, G., Snider, J. L., Chee, P., Jespersen, D., Pilon, C., Rains, G., Roberts, P., Kaur, N., Ermanis, A., & Tishchenko, V. (2021). Extreme temperatures affect seedling growth and photosynthetic performance of advanced cotton genotypes. *Industrial Crops and Products*, 172. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2021.114025>
- Wang, J., Ren, H., Yang, L., & Liu, N. (2012). Seedling morphological characteristics and seasonal growth of indigenous tree species transplanted into four plantations in South China. *Landscape and Ecological Engineering*, 9(2), 203–212. <https://doi.org/10.1007/S11355-012-0197-0>
- Wang, L., Huang, Z., Gao, H., & Ni, C. (2020). A method for continuously monitoring the quality of Masson pine seedlings. *PLoS ONE*, 16(3 March). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0234592>
- Ward, J. S., Gent, M. P. N., & Stephens, G. R. (2000). Effects of planting stock quality and browse protection-type on height growth of northern red oak and eastern white pine. *Forest Ecology and Management*, 127(1–3), 205–216. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00132-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00132-2)
- Yousefi, A. R., Rashidi, S., Moradi, P., & Mastinu, A. (2020). Germination and Seedling Growth Responses of *Zygophyllum fabago*, *Salsola kali* L. and *Atriplex canescens* to PEG-Induced Drought Stress. *Environments*, 7(12), 1–10. <https://doi.org/10.3390/ENVIRONMENTS7120107>
- Yu, W., Liu, Y., Song, L., Jacobs, D. F., Du, X., Ying, Y., Shao, Q., & Wu, J. (2017). Effect of Differential Light Quality on Morphology, Photosynthesis, and Antioxidant Enzyme Activity in *Camptotheca acuminata* Seedlings. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36(1), 148–160. <https://doi.org/10.1007/S00344-016-9625-Y>
- Zadworny, M., Mucha, J., Jagodziński, A. M., Kościelniak, P., Łakomy, P., Modrzejewski, M., Ufnalski, K., Żytkowiak, R., Comas, L. H., & Rodríguez-Calcerrada, J. (2021). Seedling regeneration techniques affect root systems and the response of *Quercus robur* seedlings to water shortages. *Forest Ecology and Management*, 479. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2020.118552>
- Zhang, W., Xu, F., & Zwiazek, J. J. (2015). Responses of jack pine (*Pinus banksiana*) seedlings to root zone pH and calcium. *Environmental and Experimental Botany*, 111, 32–41. <https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2014.11.001>
- Zhou, T. mei, Wu, Z., Wang, Y. chen, Su, X. jun, Qin, C. xuan, Huo, H. qiang, & Jiang, F. ling. (2019). Modelling seedling development using thermal effectiveness and photosynthetically active radiation. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(11), 2521–2533. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62671-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62671-7)
- Zweifel, R., Etzold, S., Sterck, F., Gessler, A., Anfodillo, T., Mencuccini, M., von Arx, G., Lazzarin, M., Haeni, M., Feichtinger, L., Meusburger, K., Knuesel, S., Walther, L., Salmon, Y., Bose, A. K., Schoenbeck, L., Hug, C., De Girardi, N., Giuggiola, A., ... Rigling, A. (2020). Determinants of legacy effects in pine trees – implications from an irrigation-stop experiment. *The New Phytologist*, 227(4), 1081–1096. <https://doi.org/10.1111/NPH.16582>

Bölüm 3

PAMUK BİTKİSİNDE KOZA AÇTIRMA-YAPRAK DÖKTÜRME UYGULAMALARI

Bünyamin YILDIRIM¹

Mehmet Zeki KOÇAK²

Mehmet Hakkı ALMA³

1 Prof. Dr., Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Iğdır, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-2463-6989>

2 Dr., Iğdır Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Iğdır, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-8368-2478>

3 Prof. Dr., Iğdır Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Iğdır Üniversitesi, Iğdır, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-7011-3965>



GİRİŞ

Pamuk bitkisi zorunlu ve yaygın kullanım alanları ile birlikte insanlık için oldukça önemli bir bitkidir. İstihdam olanakları, yarattığı katma değer ve sanayi alanında kullanılması ile birlikte yetiştiriciliğine önem verilmesi gereken bir bitkidir. Lifi ile tekstil sanayisinin çekirdeği ile yem ve yağ sanayisinin ve kağıt sanayisinin ham maddesi durumunda yer almaktadır (Tokel, 2021; Özgüven ve ark., 2022). Pamuk bitkisinin yaygın kullanım alanları sebebiyle üretim faaliyetlerini geliştirici ve destekleyici uygulamalar ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır. Son zamanlarda yapılan araştırmalar pamuk yetiştiriciliğinde yabancı ot tespiti konusunda insansız hava aracı olarak isimlendiren drone kullanımının olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir. Araştırmalar pamuk yetiştiriciliğinde drone kullanımı yabancı otların tespit edilerek tespit haritalarına bağlı olarak ilaçlama uygulamalarının gerçekleştirileceğini göstermektedir (Türkseven ve ark., 2018).

Tarımda ürün miktarının ve kalitesinin arttırılmasına yönelik birçok uygulama gerçekleştirilmektedir. Bu uygulamaların ortak hedefi tarımsal faaliyetleri geliştirmek ve birim alandan daha fazla sağlıklı ürünler elde edebilmektir. Tarımsal faaliyetler diğer sektörlere göre oldukça değişkenlik gösteren alanlardır. Yanlış tarım teknikleri, bilgi eksiklikleri, iklimsel şartlar ve doğal afetler tarımsal üretim miktarını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle seneden seneye tarımsal üretim oranlarında değişiklikler meydana gelmektedir (Ayaz ve Emiroğlu, 2003; Gündüz ve Kaya, 2007). Tarımsal faaliyetlerde koza açtırma ve yaprak döktürme uygulamaları hasat zamanında birim alandan daha fazla kaliteli ürün elde etmek ve hasat işlemini kolaylaştırmak için gerçekleştirilmektedir. Tarım faaliyetleri ile ilgili yapılan çalışmaların arttırılması ile birlikte koza açma ve yaprak döktürme uygulamaları özellikle pamuk bitkisinde kullanılmaya başlanmıştır (Çiçek ve ark., 2003).

Makine ile hasat yapmadan önce pamuklarda kozaların açılmasını teşvik eden ilaçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ilaçlara koza açtırıcı veya defoliyant adı verilmektedir. Tarımsal faaliyetlerde koza açtırıcı kimyasalları kullanan üreticilerin koza açtırıcı kimyasalların uygulama dozu, uygulama zamanı ve kullanım yararları konusunda bilgi sahibi olmaları gerekmektedir. Koza açtırma ve yaprak döktürme uygulamaları makineli hasatın daha kolay bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Bu işlemleri bilen kişilerin yapması makineli hasat uygulamalarını kolaylaştırmaktadır (Oğur ve Görmüş, 2001). Koza açtırıcı ve yaprak döktürücü olarak isimlendirilen kimyasallar koza açım oranının %65 ile %70 oranında olduğu zamanlarda uygulanmalıdır. Hasat edilmesi beklenen kozaların %85'inin olgunlaşmış olması gerekmektedir. Aynı zamanda çatlayan koza üzerindeki boğum sayısının 4 ya da altında olması beklenmektedir (Tülemen ve Kaynak, 2016).

Koza açma oranının belirlenmesine yönelik tarlayı temsil eden 20 adet bitki seçilmeli ve bu bitkiler üzerindeki koza açılım oranlarına bakılmalıdır.

Yaprak döktürücü veya koza açtırıcı kimyasallar uygulanırken, bu kozaların %65 ila 70 oranında açılıp açılmadığı gözlemlenmelidir. Olgunlaşmış kozalara yönelik gözlemlere bakıldığında ise tarlayı temsil edilecek şekilde yine 20 adet bitki seçilmeli ve kozaların olgunluk miktarları tespit edilmelidir. Olgunlaşmış kozalar genellikle bıçak yardımıyla eline kesilerek gözlemlenmektedir. Enine kesildiğinde liflerin oluşması, kabuk renklerinin ise kahverengiye dönüşmesi beklenmektedir Olgunlaşmış koza oranı ise %85 olarak ziraat bilimciler tarafından belirlenmiştir (Görmüş ve ark., 2017).

Koza Açtırma

Koza açtırma uygulaması hasat sürecinin daha verimli bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır. Pamuk yetiştiriciliğinde koza açtırma kimyasalları kozaların çürümeden ve yağmur yemeden toplanılmasını sağlamaktadır. Koza açtırma uygulamalarının gerçekleştirilebilmesi için kozaların olgunlaşmış seviyede olması beklenmektedir. Bunun için uzmanlar tarafından kozalara olgunluk testi yapılmaktadır. Koza üzerinde kesik çizgiler atılarak kozaların olgunlukları ile ilgili gözlemler yapılmaktadır (Kabak ve Kaynak, 2021). Koza açtırma uygulamasının gerçekleştirilmesi için tarladan 20 adet bitki seçilmeli ve bunların koza olgunluk düzeyleri ve koza açım seviyeleri ve incelenmelidir. Koza açım seviyesi %65 ve 70 arasında değişkenlik gösterirken, olgunlaşmış koza oranı ise %85 olarak belirlenmiştir (Karaman, 2019).



Şekil 1: Koza Açtırma ve Yaprak Döktürme Uygulamaları (Oğur ve Görmüş, 2001).

Gözlemlenmenin yapılabilmesi için kozalar enine bıçak ile kesilmeli liflenme ve renk analizi yapılarak kabukların kahverengi olması beklenmektedir. Kimyasallar uygulanırken ilaçlama yapılacak aletin kalibrasyonunun güncel olması gerekmektedir. Dekara 30-40 litre su kullanarak uygulama gerçekleştirilmektedir. Uygulama sonrasındaki 24 saat içerisinde yağmur bekleniyor ise ve sıcaklık ortalaması 17 derecenin altında ise herhangi bir uygulama yapılmamalıdır.

Koza açtırma kimyasallarının kullanılması için hem iklim şartlarının hem de çevresel faktörlerin uygun olması gerekmektedir (Oğur ve Görmüş, 2001). Ayrıca, amaca uygun kimyasal seçilerek yaprak döktürücü ve koza açtırıcı kimyasal beraber uygulanmalıdır. Tarımsal faaliyetlerde koza açtırmanın birçok avantajı bulunmaktadır. Erken hasat döneminde pamuğun yağmurlardan önce temiz bir şekilde hasat edilmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda tarlanın gelecek dönemde daha iyi ve kaliteli ürün çıkarmasına yardımcı olmaktadır (Haliloğlu ve ark., 2020).

Özellikle nemin fazla olduğu yerlerde alt kozaların çürümesini engellemektedir. Temiz bir hasatın gerçekleştirilmesini sağlayarak yaprakların kuruma ve liflerin kirlenme ihtimalini ortadan kaldırmaktadır. Pembe kurt, beyazsinek, yeşil kurt gibi mevsimden mevsime ortaya çıkan mevsim zararlı popülasyonlarının vermiş olduğu zararları engellemektedir. Özellikle beyazsinek pamuk bitkisinde yapışkanlık soruna neden olmaktadır. Bu durumun ortadan kaldırılması için koza açtırıcı kimyasallar zaman zaman kullanılmaktadır (Görmüş ve ark., 2017).



Şekil 2: Pamuk bitkisinde yapışkanlık sorunu (sol) ve lif kirliliği (sağ) (Görmüş ve ark., 2017).

Koza açtırıcı kimyasalların kullanılması verim ve kaliteyi doğrudan etkilemektedir. Koza açtırıcı kimyasalların olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için kozaların en az 35-40 günlük olması beklenmelidir. Mevsimsel değişikliklere bağlı olarak bazı kozaların açılması ve olgunlaşması için daha fazla güne ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin; Temmuz ayı sonunda veya Ağustos ayı başında olgunlaşan bir koza için 45-50 gün civarında açılım süresi var iken, Ağustos sonunda veya Eylül ayının ilk başında oluşan kozanın açılması için 50-55 gün süreye ihtiyaç duyulmaktadır (Çopur ve ark., 2016).



Şekil 3: Pamuk bitkisinde koza (Kabak ve Kaynak, 2021).

Bitkinin yapısı, sıcaklık, ısı, nem gibi çevresel şartlar ve kullanılan kimyasallara bağlı olarak koza açtırma uygulamaları sonrasında hasat işlemi gerçekleştirilmektedir. Pamuk yetiştiriciliğinin kazanç getiren kısmı koza açtırma uygulamaları şeklinde tanımlanmaktadır. Koza açıcı kimyasallar aracılığıyla olgunlaşma teşvik edilerek ürünün tamamına yakını birinci elden toplanmaktadır. Koza açıcı kimyasalların kullanılması lif kalitesini artırır. Daha az kayıpla hızlı bir şekilde toplama faaliyetlerini gerçekleştirir. Aynı zamanda bu uygulama ile birlikte koza çürümesi engellenmektedir (Kabak ve Kaynak, 2021).

Yaprak Döktürme (Defoliasyon)

Yaprak döktürme uygulamaları pamuk yetiştiriciliğinde oldukça önemli ve kritik bir öneme sahiptir. Yaprak döktürme uygulamaları ile birlikte makine hasadı daha kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Yapraklar hasat esnasında liflere bulaşan kir ve çepelin ana kaynağını oluşturmaktadır. Yaprak döktürme kimyasalları ile birlikte bu kir ve çepeller hasat ortamından uzaklaştırılarak lif kalitesi arttırılmaktadır. Daha az kayıpla hızlı bir şekilde ürünün toplanması sağlanmaktadır.

Çiğ olan pamuklar daha hızlı bir şekilde kurumakta hasat ortamından uzaklaştırılarak lif kalitesi arttırılmaktadır (Baran ve Kaynak, 2015). Çiğ etkisine maruz kalan pamuklar daha hızlı bir şekilde kurumakta, günlük hasat faaliyetleri daha erken gerçekleşmektedir. Yatık bitkilerin doğrulması ve daha etkin bir şekilde toplanması yaprak döktürücü kimyasallar ile açıklanmaktadır. Başarılı bir yaprak döktürme uygulaması sonrasında Yaprakların %90'ı

henüz yeşilken yere dökülmektedir. Yaprak döktürme kimyasallarının yetersiz kalması durumunda ise yapraklar kalarak tekrardan büyümeye devam etmektedir. (Çopur ve ark., 2016).



Şekil 4: Pamuk bitkisinde yaprak döktürücü kimyasal öncesi (sol) ve sonrası (sağ) (Ataş, 2008).

Aşırı doz verilmesi halinde yaprakların dökülmeden yerinde kuruması çepellerin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle yaprak döktürücü kimyasallar alanında uzman kişiler tarafından gerçekleştirilmelidir veya çiftçiler yaprak döktürücü kimyasallar ve uygulama faaliyetleri konusunda bilgilendirilmelidir. Pamuk çok sık ve gür olan bir bitkidir. Bu nedenle ilk yaprak döktürme uygulamasından 5 ile 7 gün sonra tekrar 2 uygulamanın yapılması gerekmektedir. Uygulama yapıldıktan 24 saat sonra yağmur yağması halinde ilaç uygulamasının tekrar edilmesi gerekmektedir (Ataş, 2008).

İlaçlamayı izleyen günlerde uygun hava koşulları sağlandığında 12 ila 15 gün sonra makine hasatına geçilmelidir. Tarımda yaprak döktürücü uygulamalar oldukça popüler ve etkili uygulamalar olarak ifade edilmektedir. Yaprak döküm uygulamalarının ürün kalitesi ve verim üzerine yapmış olduğu etki konusunda birçok araştırma bulunmaktadır (Çiçek ve ark., 2003). Bu kapsamda farklı parsellerde yetiştirilen pamuk bitkisine yaprak döktürücü kimyasal uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemin yaprak sayısı üzerine istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde ettiği tespit edilmiştir. Çalışmada yaprak döktürücü uygulamaların keskin bıçak yöntemine göre daha yararlı olduğu vurgulanmıştır (Tülümen ve Kaynak, 2016).

Bu bağlamda, yapılan önceki çalışmalarda, üretici koşullarında pamukta yaprak döktürücü uygulamasının bazı morfolojik özellikler üzerine etkisi olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonuçlarına bakıldığında bazı pamuk üreticilerinin yaprak döktürücü ve koza açtırıcı kimyasalları uygun dozlarda ve zamanında uygulamadıklarını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda yaprak döktürücü ve koza açtırıcı kimyasal uygulamalarının doğru yapılması halinde pamuk yetiştiriciliği ve pamuk hasadını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Buna ek olarak, bir çalışmada sarılık, çepelin kapladığı alan ve çepel sayısı gibi faktörlerin yaprak döktürücü kimyasallar ile ilişkili olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Aynı zamanda lif inceliği, lif uzunluğu, lif kopma, uzaması, lif dayanıklılığı, lif parlaklığı gibi kaliteyi etkileyen faktörlerin yaprak döktürücü kimyasallar ile ilgili olduğu vurgulanmıştır (Özkan ve Görmüş 2002; Kabak ve Kaynak 2021).

Koza Açtırma ve Yaprak Döktürme Avantaj ve Dezavantajları

Pamuk bitkisinde hasat dönemi oldukça önemlidir. Hasat döneminin doğru ve başarılı bir şekilde yönetilmesi ürün kalitesini ve ürün miktarını doğrudan etkilemektedir. Pamuk bitkisi tekstil, kağıt ve hammadde sanayisinde aktif bir şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle pamuk bitkisi yetiştiriciliği hem ülkemizde hem de uluslararası düzeyde kritik bir öneme sahiptir. Pamuk bitkisi yetiştiriciliği ile ilgili yapılan araştırmalar yaprak döktürme ve koza açtırma uygulamalarının hasat sürecinde etkili olduğunu göstermiştir (Ataş, 2008).

Yaprak döktürme ve koza açtırma uygulamaları hasat döneminin daha temiz ve sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Pamuk bitkisi oldukça yoğun ve sık bir şekilde gelişen bir bitkidir. Hasat kayıplarını en aza indirmek ve çepel oranına düşürebilmek için üstün teknolojik özelliklere sahip makinelerin yanı sıra makineli hasada uygun faaliyetlerin yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda, burada koza açtırma ve yaprak döktürme uygulamalarının birçok avantaj sağladığı yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilmiştir (Karaman, 2019).

Yaprak döktürücü ve koza arttırıcı kimyasallar pamuğun temiz bir şekilde birinci elden toplanma imkanı sağlamaktadır. Hasat çevresel şartlara bağlı olarak maksimum iki basamaklı tamamen bitirilmektedir. Hasadın kısa sürede tamamlanması, özellikle nem oranının yüksek olduğu bölgelerde kozaların çürümesini ve liflerin kirlenmesini engellemektedir (Çopur ve ark., 2010). Ayrıca, bu uygulama ile yapraklar kurumadan döküldükleri için ürün hasadı kolay bir şekilde yapılmaktadır. Bu bağlamda, uygun ortamda ve uygun zamanda yapılan ilgili uygulama birim alandan maksimum düzeyde verim alınmasını sağlamaktadır. Bitki gelişim sürecinde ortaya çıkan bitki zararları yabancı otlar ve beyazsinek gibi zararlıların meydana getirdiği olumsuz durumları yok etmektedir. Bitkide meydana gelecek hastalıklar ve çürüme gibi çevresel şartlara bağlı olarak meydana gelen sorunlara çözüm oluşturmaktadır. Çiftçilerin kolay bir şekilde makineli hasadı gerçekleştirmesini sağlamaktadır. Bir sonraki süreçte gerçekleştirilecek pamuk yetiştiriciliği için elverişli ortamın meydana gelmesine sağlamaktadır (Topal, 2011; Kabak ve Kaynak, 2021).

Ayrıca, koza açtırma ve yaprak döktürme kimyasallarının bir takım dezavantajlarının olduğu da düşünülmelidir. Örneğin çiftçiler tarafından

doğru zamanda ve doğru şekilde gerçekleştirilmeyen koza açtırma ve yaprak döktürme uygulamaları bitkinin çürümesine, yapraklarının dalında kalarak büyümesine sebep olmaktadır. Bu durum liflerin kirlenmesine ve çepel oranının artmasına neden olmaktadır (Ataş, 2008). Koza açtırıcı ve yaprak döktürücü kimyasalların doğru bir şekilde uygulanmaması bitkilerin verim ve kalitesine olumsuz yönde etkilemektedir. Yanlış tarım teknikleri nedeniyle bazı durumlarda ilaç çevrede bulunan diğer bitkilere sürüklenmektedir. Günlük sıcaklık ortalaması ve yağmur beklentisine göre gerçekleştirilen uygulamanın göz ardı edilmesine bağlı bitki ölümleri ve bitki eğilmeleri ortaya çıkmaktadır. Bu durum makine tarım hasadını doğrudan olumsuz şekilde etkilemektedir (Haliloğlu, 2020).

Koza Açtırma ve Yaprak Döktürme Uygulama Şartları

Pamuk yetiştiriciliğinde koza açtırma ve yaprak döktürme uygulamalarının gerçekleştirilebilmesi için bir takım şartların uygun olması gerekmektedir. Bu şartlar haricinde gerçekleştirilen koza açtırma ve yaprak döktürme uygulamaları hasat miktarını ve verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Yaprak döktürme ve koza açtırma kimyasalları uygulanmadan önce koza açım oranlarının tespit edilmesi gerekmektedir. Çatlamış koza üzerindeki boğum sayısının 4 veya daha az olması beklenmektedir (Oğur ve Görmüş, 2001).

Hasat edilmesi beklenen kozaların ise %85 oranında olgunlaşmış olması gerekmektedir. Bitkinin yapısı, nem ve sıcaklık gibi çevresel şartlar, koza açtırma ve yaprak döktürme uygulamalarının gerçekleşmesi için gereklidir. Kimyasallar uygulanırken ilaçlama aletlerinin kalibre edilmiş olması dekara 30-40 litre su kullanılması gerekmektedir. 24 saat içerisinde yağmur bekleniyor ise ve günlük sıcaklık 17 derecenin altında ise kesinlikle uygulama yapılmamalıdır (Karaman, 2019).



Şekil 5: Yaprak Döktürme ve Koza Açtırma Uygulama Şartları (Küçükaslan, 2013).

Gerekli teknik özellikler belirlendikten sonra şartlara uygun olarak hazırlanmış karın altı açıklığı en az 80 cm olan bölge traktörle çekilmelidir ve daha sonra bu bölgeye koza açtırıcı yaprak döktürücü veya bunların karışımı olan kimyasal dekara en az 40 litre su ile birlikte atılmalıdır. İlacın en dipteki yapraklara kadar ulaşmış olduğundan emin olunmalı, ilaçlamadan bir hafta sonra 2 defa ilaçlama gerçekleştirilmelidir.

İkinci ilaçlamadan sonra iklim şartlarına bağlı olarak 12-15 gün içerisinde makineli hasat dönemine geçilmelidir (Görmüş ve ark., 2017). Pamuk yetiştiriciliğinde yaprak döktürme ve koda açtırma uygulamaları ile ilgili temel problem çiftçilerin bu konu ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmamasıdır. Örneğin Kabak ve Kaynak 2021 üretici koşullarında pamukta yaprak döktürücü uygulamasının bazı morfolojik özellikler üzerine etkisi konu başlıklı araştırmalarında üreticilerin koza açtırıcı ve yaprak döktürücü uygulamaları gerektiği şekilde uygulamadıklarını tespit etmişlerdir. Bu noktada uygulama şartları ve dozları ile ilgili çiftçilerin bilgilendirilmesi ve buna yönelik hasat işleminin gerçekleştirilmesi üretim ve kalite açısından kritik bir öneme sahiptir.

Koza Açtırma ve Yaprak Döktürme Kimyasalları

Kullanılacak kimyasal için çevresel koşullar sağlanmadan ilaç uygulaması, ilacın çevredeki diğer bölgelere sürüklenmesine ve olumsuz etkilerine neden olmaktadır. Bu bağlamda, bitkinin gelişim düzeyine ve hedefe yönelik kimyasal ilaç seçilmelidir. Sadece yaprak döktürme işlemi gerçekleştirilecekse yaprak döktürücü kimyasal kullanılmalı ancak koza açtırma işlemi yapılacaksa hem yaprak döktürme hem de koza açtırma kimyasalları kullanılmalı olduğu bilinmelidir.

Buna ek olarak, ülkemizde yaprak döktürücü ve koza açtırıcı kimyasallara yönelik tabloda verilmiştir. Bu tabloda preparat dozu ve etki şekline yönelik bilgiler yer almaktadır. Koza açtırma ve yaprak döktürme uygulamalarını gerçekleştirecek olan çiftçiler ruhsatlı yaprak döktürücü ve koza arttırıcı kimyasallar ve uygulama şekilleri ile ilgili bilgilendirilmelidir (Haliloğlu ve ark., 2020).

Tablo 1: Ülkemizde yaprak döktürücü ve koza açtırıcı kimyasallar (Küçükaslan, 2013).

Etkili Madde adı	Doz (cc/da)	Özellik
Ethephon+Cyclanilide (720+45)	175	Koza açtırıcı
Carfentrazone ethyl+Diuron (200+30)	50	Yaprak döktürücü
Pyraflufen-ethyl (10.6)+Yayıcı yapıştırıcı	25+25	Yaprak döktürücü
Carfentrazone ethyl (240)+Yazlık yağ	15+100	Yaprak döktürücü

Koza açtırma ve yaprak döktürme kimyasalları hormon etkili dimethipin, ethephone, thidiazuron ve herbisit kimyasallar olarak ifade edilmektedir. Bu kimyasalların etki şekilleri yaprak döktürücü ve koza açtırıcı şeklinde değişkenlik göstermektedir. Bu kimyasallar tarımsal ürünün birinci elden sağlıklı ve verimli bir şekilde toplanmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda makineli tarım hasadının gerçekleştirilebilmesi için koza açtırma ve yaprak döktürme kimyasallarına ihtiyaç duyulmaktadır (Oğur ve Görmüş, 2001).

Pamuk, ülkemizde Güneydoğu Anadolu, Ege ve Çukurova bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan kâğıt ve tekstil sanayisinde etkili bir ürün oluşturan önemli bir bitkidir. Pamuk yetiştiriciliği bir taraftan çok fazla el emeği gerektirirken diğer taraftan toprak işleme, ara çapa gibi nedenler sebebiyle mekanizasyon ihtiyacı olan bir bitkidir. Pamuk bitkisinin hasat edilmesi doğrudan makineler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir (Ataş, 2008).

Pamuk yetiştiriciliği en fazla iş gücü gerektiren zahmetli ve riskli bir işittir. Bu yoğun el emekleri içerisinde zincirin en son halkasını hasat faaliyetleri oluşturmaktadır. Hasat faaliyetleri yapılan tüm işlemlerden sonra ürün veri-

mini ve kalitesini etkileyen bir süreçtir. Bu nedenle hasat sürecinde gerçekleştirilen tüm işlemler hayati bir öneme sahiptir. Pamukta hasat işlemi bitkinin fizyolojisi ve morfolojisi açısından ayrı bir özen gerektirmektedir. Pamukta çiçeklenme yaz döneminde sıcaklıklar ile başlamaktadır. Gelişme sürecinde ise devam etmektedir (Baran ve Kaynak, 2015).



Şekil 6: Pamuk Tarlası (Küçükaslan, 2013).

Pamukta çiçeklenme dallar itibariyle aşağıdan yukarıya doğru gerçekleşir. Bunun sonucunda pamukta hasat döneminde, çiçek açmamış, çiçek açmış koza veya açmamış kozaları bir dal üzerinde görmek mümkündür. Türkiye’de pamuk hasadı Eylül ayında başlayarak Ekim ayının son dönemlerine kadar devam etmektedir. Tam bu dönemde başlayan yağmurlar pamuk kalitesini tehdit eden en önemli etmenlerden birisi olduğu bildirilmiştir (Karaman, 2019).

Yağmurdan etkilenen pamuk piyasada daha düşük fiyatlara satılmakta olduğu; bu sebeple pamuğu bir an önce tarladan kaldırabilmek ve tek elde toplayabilmek için koza açtırıcı ve yaprak döktürücü uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Yaprak döktürücü kimyasallar bitkideki etilen sentezine yükselterek yaprak sapının dal ve gövde ile birleştiği yerde ekstra bir doku geliştirmektedirler. Orada ayrılma tabakasının oluşmasını teşvik ederek yaprakların erken zamanda kopmasını sağlamaktadır (Görmüş ve ark., 2017).

Bitki dokularında etilen sentezinin artması ile birlikte oksin hormonu yükselmektedir. Oksitosin hormonunun yükselmesi koza açılımını teşvik etmektedir. Böylelikle kısa süre içerisinde yaprak dökümü ve koza açımı gerçekleştirilerek hasat edilecek ürün sağlıklı ve verimli bir şekilde tarladan topla-

nılmaktadır. Yaprak dökümünde kullanılacak kimyasalın en önemli tehlikesi pamuk lifinin olgunlaşmadan uygulanmasıdır (Kabak ve Kaynak, 2021). Pek çok araştırmacı bu konuda bilgi sahibi olmadığı için pamuk lifi olgunlaşmadan kimyasalı uygulamakta ve ürün kalitesini bozmaktadır.

Benzer şekilde %90 oranında koza açımı gerçekleşmeden uygulanan kimyasallar kozaların çürümesine ve ürün kalitesinin bozulmasına sebep olmaktadır. Pamuk yetiştiriciliğinde yaprak döktürme uygulamaların hasadın hızlı bir şekilde toplanması, kozaların çürümesinin engellenmesi, liflerin kirlenmesinin engellenmesi, hasadın makine tarımına uygun hale getirilmesi gibi hedefler doğrultusunda uygulanmaktadır (Ataş, 2008).

Ayrıca, çırcırlama işlemlerini kolaylaştırmak, hastalık ve zararlıların çoğalmasını ve lifin tarlada uzun süre beklemesini engellemek gibi hedefler doğrultusunda da bu kimyasallar kullanılmaktadır. Ülkemizde son dönemlerde makineli pamuk toplama sürecine geçişte büyük bir hızlanmanın olduğu görülmektedir. Bunun temel sebebi yaprak döktürme ve koza açtırma uygulamalarının gerçekleştirilmesidir. Pamukta yaprak döktürücü ve koza açtırıcı kimyasalların uygulanması pamukla ilgili yapılan araştırmalarda üzerinde durulan bir konudur. Sulama, tohum üretimi, dip kalitesi, ıslah ve gübreleme gibi konularda genellikle yaprak döktürme ve koza açtırma kimyasallarından söz edilmektedir (Çopur ve ark., 2016).

Yaprak döktürme ve koza açtırma kimyasalları uygun şartlar ve koşullarda pamuk yetiştiriciliğinin hasat sürecinde kullanılmaktadır. Erken uygulama faaliyetlerinin pamuk bitkisi için zararlı olduğu yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilmiştir. Erken dönem kimyasal uygulaması kaliteyi bozması sebebiyle asla tavsiye edilmemektedir. Kimyasal uygulamasından verim ve kalitenin elde edilebilmesi için koza açım yüzdeleri, koza olgunluğu, lif düzeyleri, uygulama tozları, iklimsel şartlar, ilaç uygulanacak aletin kalibrasyonu, yağmur faktörü, kimyasal uygulama konusunda teknik ve teorik bilgi gibi temel konular üzerinde durulması ve çiftçilerin bu konuda bilgilendirilmesi gerektirdiği bildirilmiştir (Baran ve Kaynak, 2015).

Koza Açtırma ve Yaprak Döktürme İşlemlerinde Drone Kullanımı

Koza açtırma ve yaprak döktürme faaliyetleri, hasat işlemlerinde kolaylık sağlanması ve hasatın kısa sürede yapılmasını amaçlamaktadır. Aynı zamanda da yapılan kütlü pamuk hasadında ürünün çepel oranının az olması ve daha kaliteli ürün elde etmek amaçlanır. Bu uygulamalarda traktörün tarlaya girmesi çıkması zaten ilaçlı mücadelenin sık yapıldığı pamuk tarlasında ürün tahribatının sık görülmesine yol açmaktadır. Bundan dolayı drone kullanımı yoluyla gerek ilaçlamaların gerekse koza açtırıcı ve yaprak döktürücü uygulamalarının da yapılması, bu şekilde bitkilerin zarar görmesinin önüne geçilmesi açısından son derece kolaylık sağlayacaktır. Ancak drone kullanımı ülkemiz şartlarında gerektiği kadar yaygınlaşmamıştır (Terzi ve Kaynak, 2019).

Tarımda Drone Kullanımının Avantajları ve Dezavantajları

Tarımsal faaliyetlerde ürün kalitesinin arttırılması ve birim alandan maksimum düzeyde ürün elde edilmesi için bitki gelişim sürecinin takip edilmesi ve doğru tarım tekniklerinin uygulanması gerekmektedir. Günümüzde tarımsal alanların verimli bir şekilde kullanılması ve tarımsal üretimin arttırılmasına yönelik teşvik uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda teknolojik kaynaklı cihazların ve uygulamaların tarımsal faaliyetlerde kullanılması tarımsal üretimi ve kaliteyi olumlu yönde etkilemiştir (Özgüven ve ark., 2022).

Tarımsal faaliyetlerde teknolojinin kullanılması ürünler ile ilgili daha pratik ve hızlı bilgilerin elde edilmesini daha doğru tekniklerin uygulanmasını sağlamaktadır. Tarımsal faaliyetlerde drone uygulaması son zamanlarda oldukça popüler ve dikkat çekici bir konu olarak değerlendirilmektedir. Drone kullanımı tarımsal alanlarda çeşitli faaliyetlerin yapılmasını kolaylaştırmaktadır. Aynı zamanda bitkilerin gelişim ve büyüme durumları ile ilgili tahmin verilerinin somut hale getirilmesine sağlamaktadır. Tarımsal alanlarda çekilen fotoğraflar, videolar, ziraatçiler ve botanikçiler için önemli veri kaynaklarını oluşturmaktadır (Ağın ve Malaslı, 2016).

Tarımsal faaliyet alanlarında drone kullanımının günümüzde teknolojiye bağlı olarak yeterli düzeyde gelişmemiş olmasının da bir takım sebepleri bulunmaktadır. Araştırmacılar bu konuyla ilgili tarımsal alanlarda drone kullanımının avantajları ve dezavantajları şeklinde bir sınıflandırmasını yapmaktadır (Özgüven ve ark., 2022).

Tarımsal alanlarda drone kullanımının avantajları şöyle ki;

- Araziye yönelik verilerin kolay ve hızlı bir şekilde toplanılmasını sağlamaktadır.
- Tarım arazileri ve ürünler ile ilgili araştırmalarda insan gücü yerine yeni teknolojik cihazlar kullanılarak zamandan tasarruf edilmektedir.
- Tarım araçlarının ve insanların ulaşamayacağı engebeli arazilerde fotoğraf çekimi ve video çekimi gerçekleştirmektedir.
- Tarımsal araçların tüketmiş olduğu yakıt maliyetlerinin düşürülmesini sağlamakta aynı zamanda çevre kirliliğini önlemektedir.
- Enerji ve ilaç kullanımı konusunda tasarruf elde edilmesini sağlamaktadır.
- İnsan gücü kullanımında meydana gelebilecek iş kazaları ve sağlık sorunlarını engellemektedir.
- Tarımsal üretime ve kaliteyi doğrudan arttırmaktadır.
- Tarımsal alandaki akademik çalışmaların daha somut veriler ile ger-

çekleştirilmesi için kaynak oluşturmaktadır.

Tarımsal alanlarda drone kullanımının dezavantajları ise;

- İklim şartlarından kolaylıkla etkilenmektedirler.
- Pil ömrünün az olması nedeniyle uzun soluklu kullanılamaz.
- Bazı durum tasarımlarının maliyetleri oldukça yüksektir.

Tarımsal Faaliyetlerde Drone Kullanımının Geleceği

Son dönemlerde hem tarımsal faaliyetlerde hem de tarım dışı uygulamalarda drone'a olan ilgi artmıştır. Tarımsal uygulamalar konusunda bilgi eksikliklerinin olması ve yanlış tarım uygulamaları drone kullanımı ile ilgili bir takım yanlışların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bitki sınıflandırması, bitki stres yönetimi, sürü yönetimi, bitkilerdeki hastalıkların tespit edilmesi, ilaç uygulamaları, ilaçlama faaliyetleri, bitki verim ve meyve tayini, bitki gelişim süreçlerinin takip edilmesi gibi birçok uygulamada drone'dan faydalanıldığı bilinmektedir (Türkseven ve ark., 2018; Mattivi ve ark., 2021).

Buna ek olarak, drone' lara olan ilginin ve talebin artması ile birlikte yeni tasarımlar ve modeller ortaya çıkmaya başlamıştır. Tarımsal alanlardan yeni bir altyapı ve pazar fırsatının oluşturulabilmesi için tarımsal uygulamalara uygun tasarımların yapılması gerekmektedir (Apolo ve Apolo ve ark., 2020; Özgüven ve ark., 2022). Drone' lar ile doğru uygulama ve ilaçlama alanları oluşturularak yanlış tarım teknikleri ve yanlış ilaçlama yöntemleri tamamen ortadan kaldırılmaktadır. Tarımsal ürünlerde drone kullanımının geleceği büyük bir umut vaat etmektedir. Özellikle teknoloji alanında gelişme gösteren ülkelerde ve teknolojiye adaptasyon sağlamış ülkelerde tarım ile ilgili uygulamalarda büyük bir gelişim yaşanacağı düşünülmektedir (Wang ve ark., 2020).

SONUÇ

Genel anlamda tarımsal faaliyetler, canlılığın devamı hammadde üretimi ticari ve sanayi faaliyetleri için oldukça önemli gelişmelerdir. Tarımsal uygulamalar sonucunda üretim alanlarının genişlemesi ve üretim faaliyetlerinin artmasıyla birlikte ekonomik büyüme elde edilmektedir. Bir ülkede üretim faaliyetlerine bağlı gerçekleşen ekonomik büyüme ülkenin gelişmişlik düzeyini olumlu yönde etkilemektedir. Tarımsal faaliyetler, mevsim değişiklikleri, doğal afetler ve çevresel etmenlerden kolay bir şekilde etkilenmektedir. Günümüzde küreselleşme, kentleşme ve diğer çevresel şartlara bağlı olarak tarımsal üretim yapılan alanlar giderek daralmaya ve tarımsal üretim azalmaya başlanmış olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda, tarımsal üretim olanaklarının arttırılmasına yönelik yeni teknolojik cihazlardan yararlanılması tarımsal üretim ile ilgili yeni bir umut haline gelmiştir.

Tarımsal üretimde verim ve kalitenin arttırılmasına yönelik olarak yeni

teknolojik cihazlar günümüzde kullanılmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde drone kullanımı verim ve kaliteyi arttıran önemli bir uygulamalardan biridir. Pamuk yetiştiriciliğinde drone kullanımının verim ve kalite üzerine olumlu yönde etki ettiği ön görülmektedir. Aynı zamanda diğer bitkilerde de drone kullanımının bitki sınıflandırma, bitki hastalıklarını tespit etme, sürü yönetimi, bitkide stres yönetimi, farklı bitki türlerinin teşhis edilmesi ve bitki gelişim süreci ile ilgili veriler elde etme noktasında oldukça etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, tarımsal üretimin artırılabilmesi için birim alandan maksimum düzeyde verim elde edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bitki gelişim düzeyini olumsuz yönde etkileyen tüm faktörler drone uygulamaları sonucunda sensörlerle elde edilen haritalar ve görüntüler ile değerlendirilmektedir.

Pamuk yetiştiriciliğinde üretim ve verime artırma yönelik bir diğer uygulamayı ise yaprak döktürme ve koza açtırma uygulamaları şeklinde ifade edilmektedir. Yaprak döktürme ve koza açtırma uygulamaları pamuk yetiştiriciliğinde hasat dönemini makine tarımına hazırlamaktadır. Pamuk bitkisi iklimsel şartlardan kolaylıkla etkilenmektedir. Eylül ve Ekim aylarında hasat edilen pamuk bitkisi bu dönem içerisinde yağmurlardan etkilenerek çürüme ve lif kirliliği gibi olumsuz şartlara maruz kalmaktadırlar. Bu durum pamuk yetiştiriciliğini ve hasat sürecini olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu nedenle üreticiler pamukları yağmur yağmadan önce erken toplayabilmek için koza açtırma ve yaprak döktürme kimyasallarını kullanmaktadırlar. Bu durum tarladan pamukların daha erken ve sağlıklı bir şekilde toplanılmasını sağladığı için oldukça sık kullanılan işlemlerden birisidir. Yaprak döktürme ve koza açtırma uygulamalarının gerçekleşebilmesi için üreticilerin bu kimyasalların uygulanma koşulları ve dozları ile ilgili bilgi sahibi olmaları gerekmektedir. Erken dönemde uygulanan kimyasallar liflerde kirlenme ve kozalarda çürüme meydana getirmektedir. Geç dönem gerçekleşen kimyasal uygulamaları ise birim ve kalite açısından pamuk yetiştiriciliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bunlara ek olarak, yaprak döktürme ve koza açtırma uygulamalarının pamuk yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Ağın, O., Malaslı, Z. (2016). Görüntü işleme tekniklerinin sürdürülebilir tarımdaki yeri ve önemi: Literatür çalışması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2016, 12 (3), 199-206.
- Apolo-Apolo, O. E., Martínez-Guanter, J., Egea, G., Raja, P. ve Pérez-Ruiz M. (2020). Deep learning techniques for estimation of the yield and size of citrus fruits using a UAV. *European Journal of Agronomy*, 115, 126030
- Ataş, E. (2008). Farklı zamanlarda ekilen pamukta değişik defoliyant uygulama zamanlarının verim ve kaliteye etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Adana.
- Ayaz, M., Emiroğlu, Ş. H. (2003). Bazı pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşitlerinde değişik koza olgunluğu dönemlerinde yapılan defoliant uygulamalarının etkileri üzerine araştırmalar.
- Baran, F.O., Kaynak, M.A. (2015). İkinci ürün koşullarında farklı ekim zamanlarının pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) bazı koza ve lif teknolojik özellikleri üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1): 1-8.
- Çiçek, B., Oğlakçı, M., Çopur, O. (2003). Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) yaprak döktürmenin verim ve kalite unsurlarına etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1-2), 45-52.
- Çopur, O., Demirel, U., Polat, R, Gür, M.A. (2010). Effect of different defoliant and application times on the yield and quality components of cotton in semi-arid conditions. *African Journal of Biotechnology*, 9(14): 2095-2100.
- Görmüş, O., Kurt, F., Sabagh, A.E. (2017) Impact of defoliation timings and leaf pubescence on yield and fiber quality of cotton. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 19(5): 903-915.
- Gündüz, A. Y., Kaya, M. (2007). Avrupa Birliği tarım politikası ve Türkiye’de organik tarımın geliştirilmesi üzerine olası etkisi.
- Haliloglu, H., Cevheri, C.İ., Beyyavaş, V. (2020). The effect of defoliant application on yield and yield components of some cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars at timely and late sowing. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 4(2): 157-164.
- Kabak, R. Kaynak, M.A. (2021). Üretici koşullarında pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) yaprak döktürücü uygulamasının bazı morfolojik özellikler üzerine etkisi. *ziraat fakültesi dergisi*. 18(1):133-140.
- Karaman, M.Ş. (2019). Farklı Zaman ve Dozda Uygulanan Yaprak Döktürücülerin Pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- Küçükaslan, E. (2013), <https://ziraatyapma.blogspot.com/2013/06/pamuk-yetistiriciligi.html>

- Mattivi, P., Pappalardo, S. E., Nikolic, N., Mandolesi, L., Persichetti, A., Marchi, M. D. ve Masin, R. (2021). Can commercial low-cost drones and open-source gıs technologies be suitable for semiautomaticweed mapping for smart farming? A case study in ne Italy. *Remote Sensing*, 13(10), 1869
- Oğur, Ö. N., & Görmüş, Ö. (2001). GAP Bölgesinde makinalı pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) hasadında yaprak döktürücü uygulama dönemleri ile bu uygulamaların verim ve kaliteye etkisinin saptanması üzerine bir araştırma. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 45-54.
- Özgüven, M. , Altaş, Z., Güven, D.Çam, A. (2022). Tarımda Drone Kullanımı ve Geleceği. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 12(1): 64-83.
- Terzi, H., & Kaynak, M. A. (2019). Pamukta (*Gossypium hirsutum* l.) hasadın kalite üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 27-33.
- Tokel, D. (2021). Dünya pamuk tarımı ve ekonomiye katkısı. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(2), 1022-1037
- Topal, S. (2011). Allelokimyasalların herbisit etkileri. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (025), 23-26.
- Tülemen, A.S. Kaynak, M.A. (2016). İkinci ürün pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) yaprak döktürücü * kimyasalların önemli morfolojik özellikler üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2016; 13(1) : 107 – 114
- Türkseven S., Tekin B., Kızmaz M.Z., Urkan E., Serim A.T. (2018). İnsansız hava araçları ile pamukta yabancı ot florasının tespit edilme olanakları. *Türkiye VII. Bitki Koruma Kongresi (Uluslararası Katılımlı)*, 14-17 Kasım 2018, Muğla Türkiye.
- Wang, G., Han, Y., Li, X., Andalaro, J., Chen, P., Hoffmann, W., Han, X., Chen, S. ve Lan, Y. (2020). Field evaluation of spray drift and environmental impact using an agricultural unmanned aerial vehicle (uav) sprayer. *Science of the Total Environment*, 737, 139793.

Bölüm 4

TÜRKİYE'DE TAVUK ETİ ÜRETİMİNİN ARIMA (BOX-JENKINS) MODELİ İLE ÖNGÖRÜSÜ

Aslı DALGIÇ¹

Deniz SARICA²

Vecdi DEMİRCAN³

1 Arş. Gör. Aslı DALGIÇ, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, ORCID iD: 0000-0001-9248-3780

2 Dr. Öğr. Üyesi Deniz SARICA, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, ORCID iD: 0000-0001-8206-4718

3 Prof. Dr. Vecdi DEMİRCAN, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, ORCID iD: 0000-0002-0124-6075



1. GİRİŞ

Tavuk eti ve yumurtanın besin değerinin yüksek, üretiminin kısa sürede gerçekleştirilebilme, sektör içinde yemin en iyi şekilde değerlendirilebilme ve ürünlerin görece olarak düşük maliyet ile üretilebilme olanakları bulunmaktadır. Bu nedenlerle tavukçuluk, hayvansal üretimin artırılması ve geliştirilmesi yönünden ayrı ve önemli bir yere sahiptir (Bayaner, 1999).

Türkiye’de etlik piliç sektörünün gıda sektörü içinde Avrupa Birliği (AB) ile rekabete girebilecek birkaç alt sektörden biri haline gelmesi; sektörün geniş işgücü istihdamı oluşturması ve en iyi örgütlenmiş gıda alt sektörlerinden biri olması etlik piliç sektörünün Türkiye için önemini çok büyük olduğunu ortaya koymaktadır (Hekimoğlu ve Altındeğer, 2009).

Türkiye’de sektörün üretim faaliyeti 1970’lerde daha ziyade küçük aile işletmeciliği tarzında başlamış, 1980’lerdeki yapısal değişimlerle entegrasyon sürecine girilerek sözleşmeli üretime geçilmiştir. Ayrıca 1986 yılında yürürlüğe giren “Kaynak Kullanımı Destekleme Fonu” uygulaması büyük ölçekli yatırımlara öncülük etmiştir. 1990’lı yıllarda ise sektöre yapılan yeni yatırımlarla modern tesis sayısı ve üretim kapasitesi hızla artmıştır (Demircan vd., 2013; Keskin ve Demirbaş, 2012).

2000’li yıllarda yatırımlar sürdürülerek Avrupa standartlarında üretim yaygınlaşmıştır. Günümüzde kanatlı sektörü, kendi üretim planlamasını yapabilen ve ülkenin hayvansal protein gereksiniminin büyük bir bölümünü karşılayabilen önemli bir üretim dalıdır. Türkiye’de hayvansal proteini ucuz, sağlıklı ve kaliteli bir şekilde karşılaması, ıslah ve besleme alanında Ar-Ge çalışmalarına kolaylık sağlaması ve kırsal kalkınmaya katkı sağlaması nedeniyle kanatlı hayvancılık, diğer hayvansal üretim dalları arasında ayrı ve önemli bir yere sahiptir. Sektör, aynı zamanda yem sanayi, kafes, suluk ve yemlik gibi araç ve gereç yapımı, aşı ve ilaç sanayi ve gıda sanayinin gelişmesine de katkı sağlamaktadır (TAGEM, 2018).

Türkiye’de yıllar itibariyle tavuk eti üretiminde önemli gelişmeler olmuştur. Beslenme ve ülke ekonomisindeki yeri açısından önemli bir yer tutan tavuk etinin gelecek yıllara ilişkin üretim miktarının tahmin edilmesinin yatırım ve üretim planlaması bakımından yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı; Türkiye’de 2000-2022 yılları arasında kanatlı hayvancılık sektöründeki gelişmeleri incelemek ve 1961-2022 yılları arasındaki tavuk eti üretim miktarını kullanarak ARIMA (Oto regresif Entegre Hareketli Ortalama) yöntemi ile gelecek on yıllık üretim miktarının öngörüsünde bulunmaktır. Çalışmadan elde edilen bulguların, tavuk eti üreticilerine, bu alanda yatırım yapmak isteyen girişimcilere, politika yapıcılara ve bu alanda çalışma yapmak isteyen araştırmacılara yararlı bilgiler sunacağı umulmaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini piliç eti ihracat değeri (\$), ihracat miktarı (ton), ithalat değeri (\$), ithalat miktarı (ton) ve üretim miktarı (ton) ikincil verileri oluşturmaktadır. 1961 ile 2020 yılları arası verileri Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, 2023) veri tabanından, 2021 ve 2022 yılları verileri ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2023) veri tabanından elde edilmiştir. Ayrıca, konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalardan ve yerli ve yabancı yayınlardan da faydalanılmıştır.

Çalışmada dünya üretiminde Türkiye'nin önemli konumda olduğu tavuk eti üretiminin ileriye dönük 10 yıllık üretim tahmininde bulunmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, 2023-2032 yılları için üretim tahminleri zaman serisi analizlerinden Box-Jenkins (1970) otoregresif entegre hareketli ortalamalar (autoregressive integrated moving average- ARIMA) yöntemi uygulanmıştır. Ayrıca verilerin istatistiki açıdan değerlendirilmesinde Eviews 12 programı kullanılmıştır.

Box-Jenkins (1970) yöntemi, istatistiksel yöntemleri kullanarak ileriye dönük tahminler üretmek için tek değişkenli zaman serilerinde kullanılan yaklaşımlardan bir tanesidir. Yöntemin sağlıklı çalışabilmesi için zaman serilerinin durağan olması önemlidir (Akdağ ve Yiğit, 2016). En sık kullanılan üç lineer durağan Box-Jenkins modeli, otoregresif (AR), hareketli ortalama (MA) ve AR ve MA modellerini birleştiren otoregresif hareketli ortalamadır (ARMA). Box-Jenkins tekniği, geçmiş gözlem değerlerini açıklayıcı bir değişken olarak kullanabilmesi bakımından önemli bir avantaja sahiptir. Box-Jenkins tahmin yöntemleri çeşitli olasılıklar arasından en iyi modeli seçebilir ve her seviyede seçilen modelin uygunluğunu takip edebilir. Modellerin genel gösterimi ARMA (p, q) şeklindedir ve burada p ve q sırasıyla otoregresif ve hareketli ortalama dereceleridir. Zaman serilerinin durağan olmadığı durumlarda uygun bir dereceye kadar fark alınarak durağan hale getirilebilir. Durağan olmayan zaman serilerine uygulanan modellere otoregresif entegre hareketli ortalama [ARIMA (p, d, q)] modeli denilmektedir. Bu bağlamda d harfi bütünleşmeyi (farkı) ifade etmektedir.

Durağanlık, veri grafiği, Otoregresif Korelasyon Fonksiyonu (ACF) ve Parçalı Otoregresif Korelasyon Fonksiyonu (PACF) grafikleri incelenerek görsel olarak doğrulanabilir. Ayrıca, diğer bir yaklaşım olan birim kök testleri de durağanlığı tespit etmede kullanılabilir. Modelin durağan olmadığı belirlenirse serinin farkını almak seriyi durağan hale getirecektir. Bu amaca ulaşmak için çalışmada Augmented Dickey-Fuller (ADF) (Dickey ve Fuller, 1979) ve Phillips-Perron (PP) (Phillips ve Perron, 1988) birim kök testleri kullanılmıştır. Ayrıca, serinin ne tür bir gelişim içerdiğini görsel olarak tanımlamak için ACF ve PACF grafikleri de oluşturulmuştur.

Serinin durağan olup olmadığı belirlendikten sonra, prosedür verilerin istatistiksel olarak yeterli temsillerini sağladığı görülen bir veya daha fazla modelin geçici olarak seçilmesiyle ilerler. Ardından modelin parametreleri, en küçük kareler (EKK) yöntemi kullanılarak tahmin edilir. Sonuçta en iyi model, düşük Akaike (1974) (AIC) veya Schwarz (1978) (SIC) bilgi kriterleri, kalıntı otokorelasyonların olmaması ve parametrelerin uygunluğu ile belirlenir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Dünyada ve Türkiye’de kanatlı hayvancılık sektörünün gelişimi

Çizelge 1’de dünyada türlere göre kanatlı hayvan varlığının gelişimi ve-
rilmıştır. 2000 yılında toplam kanatlı varlığı 15.35 milyar adet iken %79.89 oranında artarak 2021 yılında 27.61 milyar adete ulaşmıştır. Kanatlı hayvan türleri arasında en fazla artış tavuk varlığında görülmüştür. 2000 yılında tavuk varlığı 13.91 milyar adet iken %85.91 oranında artarak 2021 yılında 25.86 milyar adete ulaşmıştır. Dünya nüfusunun giderek artması, tavuk eti fiyatının kırmızı ete göre daha düşük olması ve besin değerinin yüksek olması gibi faktörler tavuk etine olan talebi artırmaktadır. Bu artan talep, gıda endüstrisini tavuk üretimine daha fazla yatırım yapmaya teşvik etmiş ve bu da tavuk varlığındaki artışa neden olmuştur. Diğer kanatlı hayvanlardan ördek varlığı 2000 yılında 923 milyon adet iken %19.05 oranında artış göstererek 2021 yılında 1.10 milyar adete ulaşmıştır. Kaz sayısı aynı dönemler arasında %45.30 oranında artarak 2021 yılında 361 milyon adete yükselmiştir. Hindi sayısı ise 2000 yılında 268 milyon iken, %9.39 oranında artarak 2021 yılında 296 milyon adete ulaşmıştır.

Çizelge 1. Dünyada türlere göre kanatlı hayvan varlığı (bin adet)

Yıllar	Tavuk	Ördek	Kaz	Hindi	Toplam
2000	13 908 104	923 459	249 912	268 019	15 349 494
2005	16 708 477	1 074 304	326 342	269 748	18 378 871
2010	19 709 127	1 186 465	390 781	283 977	21 570 350
2015	21 301 651	1 100 198	351 359	291 380	23 044 588
2016	22 222 752	1 117 444	351 149	300 549	23 991 894
2017	24 493 426	1 147 708	364 377	299 577	26 305 088
2018	24 878 993	1 112 243	364 034	296 796	26 652 066
2019	25 368 219	1 107 787	362 657	296 075	27 134 738
2020	25 562 869	1 109 054	361 294	296 001	27 329 218
2021	25 856 087	1 099 332	363 132	293 187	27 611 738
İndeks(2000=100)	185.91	119.05	145.30	109.39	179.89

FAO, 2023.

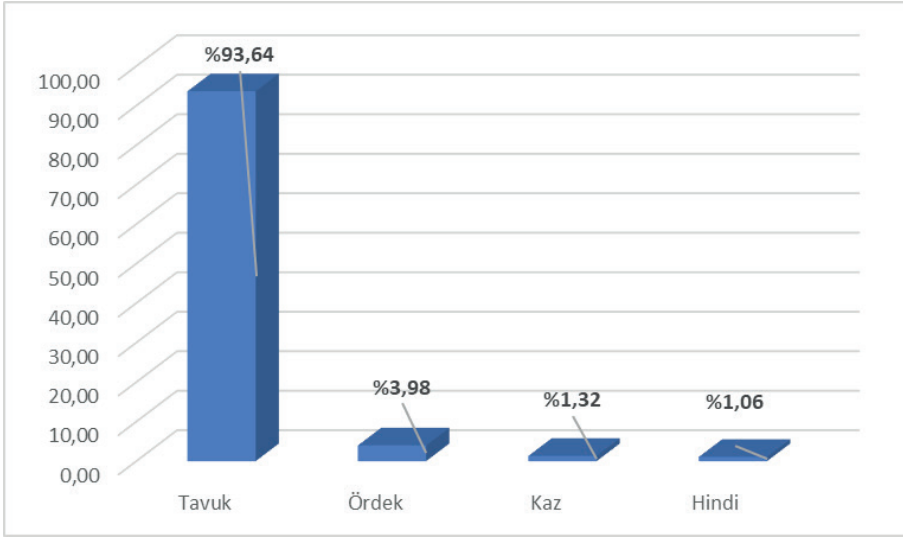
Dünyada türlere göre kanatlı eti üretiminin gelişimini incelediğimizde 2000 yılında toplam kanatlı eti üretimi 69 milyon ton iken 2.01 kat artarak 2021 yılında 137.96 milyon tona yükselmiştir. Yetiştiriciliği en fazla yapılan kanatlı türü tavuktur. Dünyada tavuk eti üretimi 2000 yılında 59 milyon ton iken 2.07 kat artarak 2021 yılında 121.59 milyon tona yükselmiştir. Ördek eti üretimi ise 2000 yılında 2.87 milyon ton iken 2.15 kat artarak 2021 yılında 6.20 milyon tona ulaşmıştır. Kaz ve hindi üretimi ise aynı dönemde sırasıyla 2.30 kat ve %12.68 oranında artışla 2021 yılında 4.38 milyon ton ve 5.79 milyon tona ulaşmıştır.

Çizelge 2. Dünyada türlere göre kanatlı eti üretimi (bin ton)

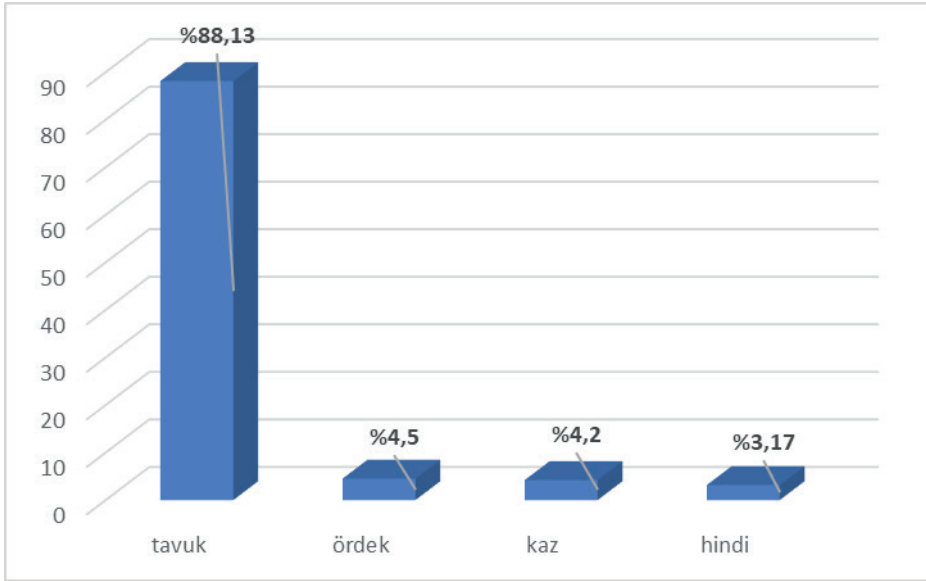
Yıllar	Tavuk	Ördek	Kaz	Hindi	Toplam
2000	58 698	2 872	1 903	5 141	68 614
2005	70 675	3 332	2 084	5 262	81 353
2010	87 270	4 046	2 449	5 527	99 293
2015	104 730	4 435	2 697	5 698	117 560
2016	107 435	4 469	2 783	6 025	120 713
2017	111 583	4 426	2 793	5 884	124 686
2018	114 613	4 661	2 945	6 037	128 256
2019	117 533	6 073	4 156	6 020	133 782
2020	120 461	6 160	4 359	6 029	137 009
2021	121 588	6 202	4 378	5 792	137 960
İndeks (2000=100)	207.14	215.97	230.01	112.68	201.07

FAO, 2023.

Kanatlı hayvan grubuna tavuk, hindi, kaz, ördek gibi çeşitli hayvan türleri girmekle beraber, dünyada eti ve yumurtası için ağırlıklı olarak tavuk yetiştirilmektedir. FAO (2023) verilerine göre, 2021 yılında dünyada kanatlı hayvan varlığının (tavuk, ördek, kaz, hindi) yaklaşık %94'ünü tavuk oluşturduğu ve kanatlı eti üretiminin %88'i tavuk etinden karşılandığı için "kanatlı sektörü" ile "tavukçuluk sektörü" kavramları iç içe geçmiş durumdadır (Şekil 1, 2).



Şekil 1. Dünyada türlere göre kanatlı hayvan varlığının oransal dağılımı (%)



Şekil 2. Dünyada türlere göre kanatlı eti miktarının oransal dağılımı (%)

Dünyada önde gelen ülkelerin yıllar itibariyle tavuk eti üretiminin gelişimi Çizelge 3'te verilmiştir. 2000 yılında dünya tavuk eti üretimi 5.87 milyar ton iken, yaklaşık 2 kat artarak 2021 yılında 12.16 milyar tona yükselmiştir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Çin ve Brezilya tavuk varlığına paralel olarak dünyada tavuk eti üretimi bakımından ilk 3 sırada yer almaktadır. Dünya tavuk eti üretiminde birinci sırada yer alan ABD'de tavuk eti üretimi 2000 yılında 14.07 milyon ton iken %46.76 oranında artarak 2021 yılında

20.65 milyon tona yükselmiştir. 2000-2021 yılları arasında tavuk eti üretiminde en fazla artış yaşayan ülke Rusya olmuştur. 2000 yılında Rusya'nın tavuk eti üretimi 755 bin ton iken, 6.12 kat artarak 2021 yılında 4.62 milyon tona ulaşmıştır. Türkiye ise 2000 yılında 643 bin ton tavuk eti üretimi gerçekleştirirken 3.5 kat artarak 2021 yılında 2.25 milyon ton tavuk eti üretimi ile dünyada 10. sırada yer almaktadır.

Çizelge 3. Dünyada tavuk eti üretiminin gelişimi (bin ton)

Ülkeler	2000	2005	2010	2015	2020	2021	İndeks (2000=100)	Pay (%)
ABD	14 072	16 275	16 971	18 403	20 515	20 653	146.76	16.99
Çin	8 364	9 367	11 592	12 782	14 600	14 700	175.75	12.09
Brezilya	5 981	7 866	10 693	13 149	13 787	14 636	244.73	12.04
Rusya	755	1 346	2 563	4 088	4 577	4 617	611.58	3.80
Endonezya	804	1 126	1 540	2 031	3 642	3 844	478.18	3.16
Hindistan	864	1 403	2 193	3 264	4 473	3 670	424.79	3.02
Meksika	1 825	2 437	2 681	2 962	3 579	3 669	200.99	3.02
Japonya	1 195	1 273	1 417	2 132	2 332	2 436	203.93	2.00
Arjantin	958	1 010	1 598	2 093	2 219	2 294	239.52	1.89
Türkiye	643	937	1 444	1 909	2 138	2 246	349.02	1.85
Diğer ülkeler	23 237	27 636	34 579	41 917	48 599	48 823	210.10	40.15
Dünya	58 698	70 675	87 270	104 730	120 461	121 588	207.14	100.00

FAO, 2023.

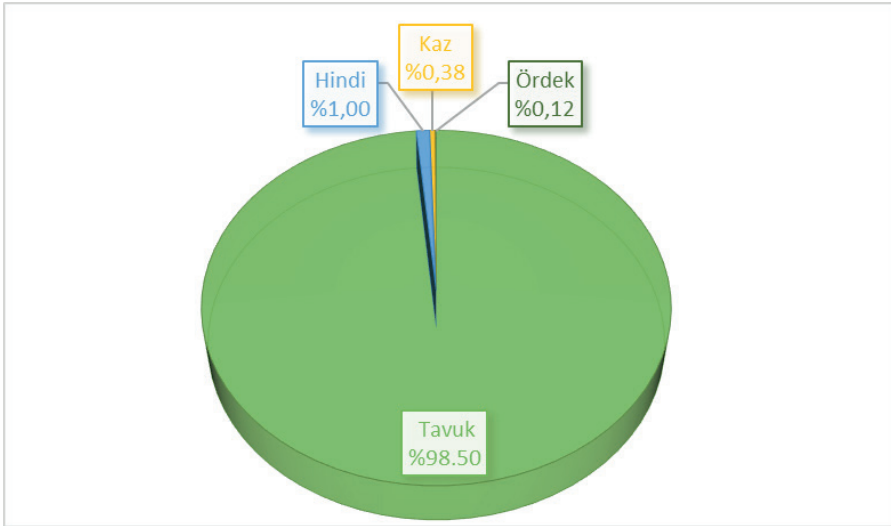
Türkiye’de türlere göre kanatlı hayvan varlığının gelişimi Çizelge 4’te verilmiştir. Türkiye’de toplam kanatlı hayvan varlığı 1991-1995 yılları ortalamasına göre 163 milyon iken, 2.25 kat artarak 2022 yılında 366 milyona yükselmiştir. Türkiye’de 1991-1995 yılları ortalamasına göre tavuk sayısı 156 milyon iken 2.31 kat artarak 2022 yılında 361 milyona ulaşmıştır. 1991-1995 yılları ortalamasına göre hindi sayısı 3 milyon iken %10.94 oranında artarak 2022 yılında 3.67 milyona ulaşmıştır. Kaz ve ördek varlığı ise 1991-1995 yıllarından 2022 yılına kadar sırasıyla, %18.52 ve %62.83 oranında azalmıştır. 2019 ve 2022 yılında tavuk sayısındaki azalışın en önemli nedenleri, Türkiye’de 2018 yılından beri yaşanan döviz kurlarındaki dalgalanmalar ve buna bağlı olarak yüksek yem fiyatları ile kesimhanelerdeki ek kapasite eksikliği ve olarak gösterilebilir.

Çizelge 4. Türkiye’de türlere göre kanatlı hayvan varlığı (bin adet)

Yıllar	Tavuk	Hindi	Kaz	Ördek	Toplam
1991-1995	156 539	3 308	1 701	1165	162 713
1996-2000	210 828	3 928	1 675	1332	217 763
2001-2005	271 052	3 588	1 290	797	276 727
2006-2010	264 672	2 966	915	457	269 010
2011-2015	272 745	2 814	775	381	276 715
2016	329 011	3 182	933	414	333 540
2017	342 801	3 872	978	492	348 143
2018	353 562	4 043	1 080	533	359 218
2019	342 567	4 541	1 157	520	348 785
2020	379 349	4 798	1 374	560	386 081
2021	391 394	4 704	1 478	540	398 116
2022	361 096	3 670	1 386	433	366 585
İndeks (1991-1995=100)	230.67	110.94	81.48	37.17	460.27

TÜİK, 2023a.

2022 yılı itibariyle tavuk sayısının toplam kanatlı hayvan varlığı içindeki payı %98.50’dir. Aynı dönemde hindi, kaz ve ördeğin toplam kanatlı hayvan varlığı içindeki payları ise sırasıyla %1.00, %0.38 ve %0.12’dir (Şekil 3).



Şekil 3. Türkiye’de türlere göre kanatlı hayvan varlığının oransal dağılımı (%)

Türkiye’de türlere göre kesilen kanatlı hayvan sayısı ve kanatlı eti miktarı Çizelge 5’te verilmiştir. Türkiye’de 1996-2000 yılı ortalamasına göre kesilen tavuk sayısı 333.56 milyon adet iken 4.04 kat artarak 2022 yılında 1.35 milyar adete yükselmiştir. Kesilen hayvan sayısına bağlı olarak tavuk eti miktarı da aynı dönemde 4.62 kat artarak 2022 yılında 2.42 milyon tona yükselmiştir.

1996-2000 yılı ortalamasına göre kesilen hindi sayısına baktığımızda 832 milyon adet iken 6.72 kat artarak 2022 yılında 5.59 milyon adete ulaşmıştır. Hindi eti ise 1996-2000 yılı ortalamasına göre 7 bin ton iken 7.86 kat artarak 54 bin tona yükselmiştir.

Çizelge 5. Türkiye’de türlere göre kesilen kanatlı hayvan sayısı ve kanatlı eti üretimi

Yıllar	Kesilen tavuk sayısı (bin adet)	Kesilen hindi sayısı (bin adet)	Toplam kesilen kanatlı sayısı (bin adet)	Tavuk eti (bin ton)	Hindi eti (bin ton)	Toplam kanatlı eti (bin ton)
1996-2000	333 559	832	334 391	524	7	531
2001-2005	470 160	3 271	473 431	799	32	831
2006-2010	655 937	3 092	659 029	1 162	29	1 191
2011-2015	1 060 033	4 783	1 064 816	1 780	44	1 824
2016	1 101 572	4 663	1 106 235	1 879	47	1 926
2017	1 228 444	5 219	1 233 663	2 137	52	2 189
2018	1 228 533	6 779	1 235 312	2 157	70	2 227
2019	1 207 088	6 188	1 213 276	2 138	60	2 198
2020	1 200 707	6 064	1 206 771	2 136	58	2 194
2021	1 243 409	5 170	1 248 579	2 246	51	2 297
2022	1 347 727	5 593	1 353 320	2 418	54	2 472
İndeks (2000=100)	404.04	672.48	404.71	461.61	786.04	465.54

TÜİK, 2023.

Yıllar itibariyle kanatlı eti dış ticareti Çizelge 6’da verilmiştir. Kanatlı sektöründe ihracatçı konumda olan Türkiye’nin kanatlı ihracatı 2000 yılında 10.53 bin ton iken, 58.25 kat artarak 2022 yılında 613.19 bin tona yükselmiştir. İhracat değeri ise 2000 yılında 6 milyon dolar iken 164.27 kat artarak 2022 yılında 988 milyon dolara yükselmiştir. İthalat durumunu incelediğimizde ise 2000 yılında kanatlı eti ithalat miktarı 1 446 ton iken yıllar itibariyle dalgalanma göstermiş olup %76.42 oranında azalarak 2022 yılında 341 ton olarak gerçekleşmiştir. İthalat değeri ise, 2000 yılında 974 bin dolar iken %39.22 oranında azalarak 592 bin dolara düşmüştür.

Tavuk eti sektörünün büyümeye devam etmesi için ihracatın düzenli bir şekilde devam etmesi büyük önem taşımaktadır. 2020 yılında döviz kurlarındaki dalgalanmalara bağlı sorunlar devam ederken COVID-19 salgınının yol açtığı ekonomik sorunlar sektörü olumsuz şekilde etkilemiştir. Ayrıca Suudi Arabistan’ın 15 Kasım 2020 yılı itibariyle Türkiye’den tavuk eti ithalatına yasak getirmesi sektördeki önemli sorunlardan biri olmuştur.

Çizelge 6. Türkiye’de kanatlı eti dış ticareti

Yıllar	İhracat miktarı (ton)	İhracat değeri (bin dolar)	İthalat miktarı (ton)	İthalat değeri (bin dolar)
2000	10 527	6 017	1 446	974
2005	46 320	33 702	164	253
2010	139 355	203 287	480	862
2011	236 304	385 363	590	1 566
2012	303 566	527 315	436	1 118
2013	363 142	607 930	366	939
2014	404 272	561 037	405	1 118
2015	337 718	436 794	1 013	1 932
2016	318 749	361 412	126	365
2017	412 552	526 544	2 775	2 075
2018	466 010	568 511	5 954	5 779
2019	457 006	571 396	1 216	2 288
2020	489 406	510 837	1 442	2 260
2021	554 638	790669	1 501	2535
2022	613 186	988 388	341	592
İndeks (2000=100)	5824.89	16426.59	23.58	60.78

TÜİK, 2023b.

Ülkelere göre kanatlı eti ihracatının dağılımı Çizelge 7’de verilmiştir. 2022 yılı itibariyle Türkiye’nin kanatlı eti ihracat değeri 988 milyon dolardır. Irak, 566.68 milyon dolar ile toplam ihracat değerinin %57.23’ünü oluşturmaktadır. Çin ise 88.43 milyon dolar kanatlı eti ihracat değeri ile 2. sırada yer almakta ve toplam ihracat değerinin %8.95’ini oluşturmaktadır. 40.30 milyon dolar kanatlı eti ihracat değeri ile İran 3. sırada yer almaktadır. İran’ın toplam ihracat değeri içindeki payı ise %4.08’dir.

Başta Suriye ve Irak olmak üzere Orta Doğu ülkelerinde yaşanan ekonomik krizler ile ulaşım sıkıntıları, 2015 yılından bu yana Türkiye kanatlı ihracatının gelişimi önünde en önemli engeller olmuştur. Ayrıca Irak’ın ulusal sanayiye ve yerel üretimi korumak amacıyla 2018 yılından itibaren ekstra vergiler uygulaması ve 2019 yılı Mayıs ayından itibaren kanatlı ve ürünlerinin ithalatına yasak getirmesinin yanı sıra 2020 yılında Suudi Arabistan’ın getirdiği ithalat yasağı Türkiye tavuk eti ihracatını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu yasaklar mevcut haliyle Türkiye tavuk eti ihracatını büyük ölçüde etkilemese de gelecek potansiyeli bakımından büyük önem taşımaktadır. Bu sıkıntıların yanı sıra 2020 yılında COVID-19 salgını nedeniyle alınan tedbirler ihracatın yavaşlamasına neden olmuştur. Tüm bu olumsuzlukların yanında 2020 yılı 6 Kasım itibariyle Çin’in kapılarını Türkiye’ye açması ve bu tarihte ilk kez tavuk eti ihracatı yapılmaya başlanması sektör açısından önemli bir gelişme olmuştur.

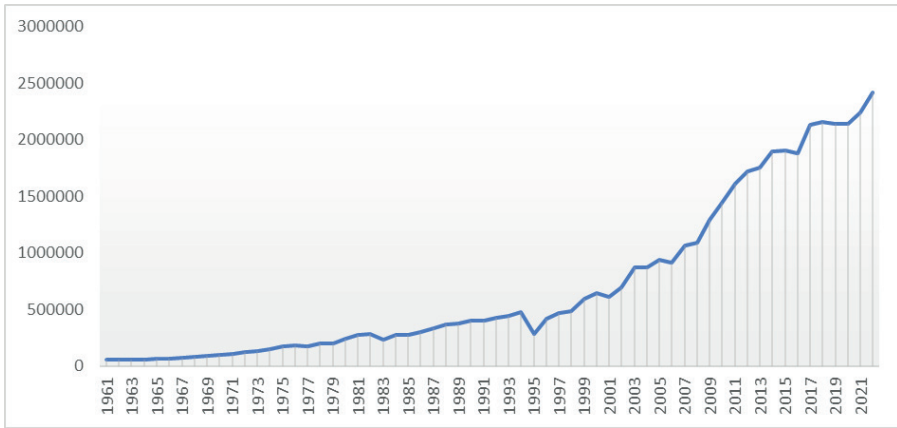
Çizelge 7. 2022 yılı itibariyle Türkiye'nin ülkelere göre kanatlı eti ihracatı

Ülkeler	Değer (bin dolar)	Pay (%)
Irak	565 676	57.23
Çin	88 425	8.95
İran	40 301	4.08
Kongo	29 740	3.01
Libya	29 700	3.00
Birleşik Arap Emirlikleri	21 454	2.17
Moritanya	19 387	1.96
Gürcistan	18 775	1.90
Belarus	16 411	1.66
Kongo Demokratik Cumhuriyeti	12 273	1.24
Diğer	146 246	14.80
Toplam	988 388	100.00

TÜİK, 2023b.

2. Tavuk eti üretim miktarının ARIMA modeli ile öngörüsü

Hayvansal ürünlerden biri olan tavuk eti üretim miktarı öngörüsü için 1961-2022 dönemine ait yıllık zaman serisi kullanılmıştır. Türkiye’de yıllar itibariyle tavuk varlığındaki artışlara bağlı olarak tavuk eti üretiminde de önemli düzeyde artış görülmüştür. Türkiye’de 1961 yılında tavuk eti üretimi 60 bin ton iken 40.30 kat artarak 2022 yılında 2.42 milyon tona ulaşmıştır. ARIMA (Box-Jenkins) modeli ile Türkiye’de tavuk eti üretiminin 2032 yılına kadar tahmin edilmesinde kullanılan 1961-2022 dönemi zaman serisinin seyri Şekil 4’teki gibidir.



Şekil 4. Yıllar itibariyle Türkiye’de tavuk eti üretim miktarı (ton)

Türkiye’de tavuk eti üretim miktarı serisine ait modelleme yapmadan önce serinin durağan olup olmadığı ADF ve PP Birim Kök testi ile denetlenmiştir.

ADF testi serilerde birim kök olup olmadığını belirtmektedir. Birim kökün varlığı serinin durağan olmadığını göstermektedir. Düzey değerlere ilişkin ADF testi serinin durağan olmadığını, ikinci farkının alınması sonrasında ADF testi serinin durağan bir sürece sahip olduğunu, diğer bir ifade ile birim kök içermediğini göstermektedir. Böylece ARIMA (p, d, q) modelinde entegrasyon derecesi I(2) olarak tespit edilmiştir. Türkiye tavuk eti üretim değerlerine ait ADF sonuçları incelendiğinde test istatistiği -0.164099 kritik değerlerden büyük olması aynı şekilde PP test istatistiğinin -0.050771 kritik değerlerden büyük olması serinin birim kök içerdiğini göstermektedir. P değeri $1.000 > 0.05$ olması serinin durağan olmadığını göstermektedir. Bu nedenle tavuk eti üretim miktarlarının tahmin işleminden önce farkları alınarak durağan hâle getirilmiştir. İkinci derece farkları alındıktan sonra durağan hâle gelen tavuk eti üretim değerlerine ait ADF test istatistiğinin (-7.599568) ve PP test istatistiğinin (-37.00900) kritik değerlerden küçük olduğu ve serinin birim kök içermediği görülmektedir. Önem derecesinin (0.000) 0.05'ten küçük olması serinin durağanlaştığını ve ARIMA ile tahmin için kullanılabilirliğini göstermektedir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Durağan olmayan ve ikinci dereceden farkı alınmış serilerin ADF ve PP test sonuçları

	ADF test istatistiği değerleri	t- istatistiği kritik değerleri	P değeri	PP test istatistiği değerleri	t- istatistiği kritik değerleri	P değeri
I (0)	-0.164099	%1 -4.115684	0.9925	-0.050771	%1 -4.115684	0.9947
		%5 -3.485218			%5 -3.485218	
		%10 -3.170793			%10 -3.170793	
I (2)	-7.599568	%1 -4.127338	0.0000	-37.00900	%1 -4.121303	0.0001
		%5 -3.490662			%5 -3.487845	
		%10 -3.173943			%10 -3.172314	

En iyi istatistiksel sonuç 2. farkta durağanlaşan ve 1. dereceden kendisinin gecikmesini gösteren ARIMA (1, 2, 0) modeli ile elde edilmiştir. Modelin tüm değişkenleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup R-kare değeri 0.29 olarak tespit edilmiştir.

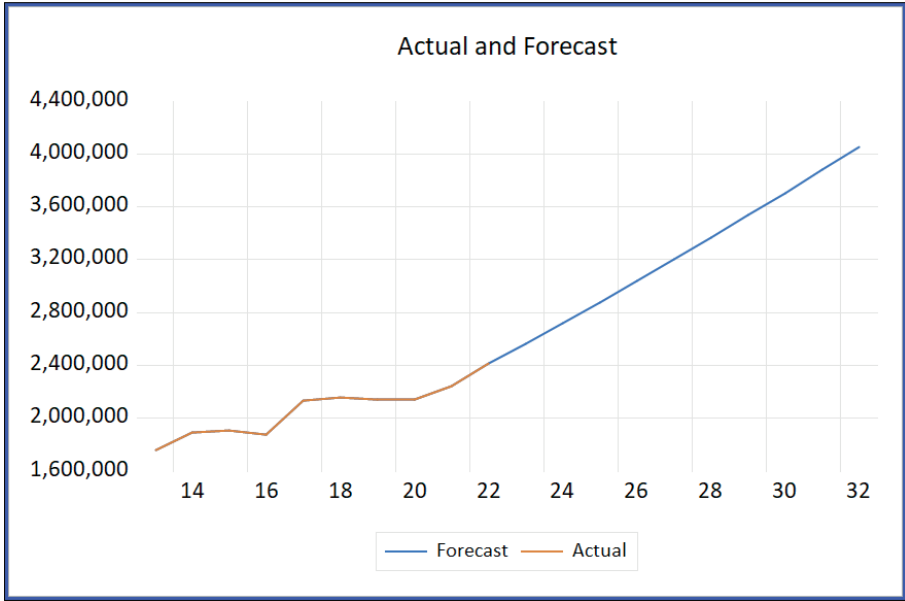
Çizelge 7. Tavuk eti üretiminin ARIMA (1, 2, 0) modeline ilişkin istatistik sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	P değeri
C	2515.532	7398.927	0.7351
AR (1)	-0.534046	0.083397	0.0000
R ²	0.292555		
F-testi	11.78583		
AIC	25.52199		
SIC	25.62671		
HQ	25.56295		
Durbin Watson testi	2.410801		

Elde edilen modelin doğruluğunu belirlemek amacıyla kalıntı değerlere ait seriye ADF ve PP birim kök testi uygulanmış ve “ H_0 =birim kök var” hipotezi reddedilerek modelin anlamlı olduğu ispatlanmıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Tavuk eti üretim miktarı tahmin modeline ait kalıntıların ADF ve PP test istatistiği değerleri

ADF test istatistiği değerleri	t- istatistiği kritik değerleri	P değeri	PP test istatistiği değerleri	t- istatistiği kritik değerleri	P değeri
-7.446113	%1 -4.148465	0.0000	-26.56903	%1 -4.127338	0.0001
	%5 -3.500495			%5 -3.490662	
	%10 -3.179617			%10 -3.173943	



Şekil 5. Türkiye'de tavuk eti üretim miktarı öngörü grafiği

Şekil 5'te ARIMA (1, 2, 0) modeline ait tavuk eti üretimi tahmin sonuçları verilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre 2023-2032 döneminde Türkiye'de tavuk eti üretim miktarında artış olacağı öngörülmektedir. 2022 yılında tavuk eti üretimi 2.42 milyon ton iken %67.65 oranında artarak 2032 yılında 4.05 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir (Çizelge 9). TÜİK'in nüfus projeksiyonu araştırmalarına göre Türkiye'nin 2032 yılında nüfusu 94 951 512 olacağı öngörülmektedir (TÜİK, 2023c). Tavuk eti üretim miktarı ve nüfusta beklenen artışlardan dolayı uygun yatırım planlamaları ve üretim politikaları oluşturulmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Çizelge 9. 2023-2032 yılları arası tavuk eti üretim tahmini (ton)

Yıllar	Üretim miktarı tahmini	İndeks (2023=100)
2023	2 559 416	100.00
2024	2 721 147	106.32
2025	2 875 890	112.37
2026	3 038 224	118.71
2027	3 200 363	125.04
2028	3 366 466	131.53
2029	3 534 310	138.09
2030	3 705 083	144.76
2031	3 878 151	151.52
2032	4 053 853	158.39

4. SONUÇ

Tavuk eti besin değeri yüksek olması bakımından insanların dengeli ve sağlıklı beslenmesi açısından önemli bir besin kaynağıdır. Türkiye etlik tavuk üretimi ve ihracatında dünyada önemli bir yere sahiptir.

FAO verilerine göre, 2021 yılında dünyada toplam kanatlı hayvan varlığının (27.6 milyar adet) %94'ü, kanatlı eti üretiminin (137.96 milyon ton) ise %88'i tavuk etinden karşılandığı için "kanatlı sektörü" ile "tavukçuluk sektörü" kavramları iç içe geçmiş durumdadır.

2022 yılında Türkiye'de toplam kanatlı hayvan varlığının (366 milyon) %98.50'sini tavuk, %1'ini ise diğer türler oluşturmaktadır. Türkiye 2022 yılında 613 bin ton kanatlı eti ihracatından 988 milyon dolar ihracat geliri elde etmiştir. Irak, 566.68 milyon dolar ile toplam ihracat değerinin %57.23'ünü oluşturmaktadır.

ARIMA yöntemi ile tavuk eti üretim miktarı öngörü analizi yapılırken 1961-2022 yılları arasındaki tavuk eti üretim miktarı verileri kullanılmıştır. Bu dönemde Türkiye'de tavuk eti üretim miktarı dalgalı bir seriye sahiptir. Analiz için gerekli ön koşul olan serinin durağan olup olmadığını görmek amacıyla ADF ve PP testlerine başvurulmuştur. ADF ve PP testleri serilerde birim kök olup olmadığını belirtmektedir. ADF ve PP sonuçlarına göre test istatistiği değerleri sırasıyla -0.164099 ve -0.050771'dir, Bu değerler kritik değerlerden büyük olduğu için serinin birim kök içerdiği yani durağan olmadığı anlaşılmaktadır.

Bu nedenle tavuk eti üretim miktarları tahmin işleminden önce farkları alınarak durağan hale getirilmiştir. İkinci derece farkları alındıktan sonra durağan hale gelen tavuk eti üretim değerlerine ait ADF ve PP test istatistiklerinin sırasıyla -8.250759 ve -39.25626 kritik değerlerden küçük olduğu ve birim kök içermediği görülmektedir. En iyi istatistiksel sonuç 2. farkta durağanlaşan ve 1. dereceden kendisinin gecikmesini gösteren ARIMA (1,

2, 0) modeli ile elde edilmiştir. Modelin tüm değişkenleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, Türkiye’de tavuk eti üretiminin gelecek on yılda artacağı beklenmektedir. 2022 yılında tavuk eti üretimi 2.4 milyon ton iken %67.65 oranında artarak 2032 yılında 4.05 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir. Bu öngörü neticesinde, tavuk eti işleme tesislerinin artırılması için, uygun yatırım planlamaları ve politikaları oluşturulmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Üretim tesislerinde ve depolama sisteminde uygun teknolojilerin kullanılması için Ar-Ge çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Tavuk eti işleme tesislerinin oluşturduğu atıkların çevreyi olumsuz etkilememesi için gerekli yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Tavuk eti üretimindeki artışa bağlı olarak ihracata yönelik pazar çeşitliliğinin geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması faydalı olacaktır. Ayrıca tavuk eti üretim maliyetlerinde en büyük paya sahip olan yem ham maddelerinde dışa bağımlılığın azaltılması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- AKAIKE, H. A. (1974), New look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*. 19(6): 716-723.
- AKDAĞ, M., YİĞİT, V. (2016), Forecasting inflation with Box-Jenkins and artificial neural network models. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 30(2): 269-283.
- BAYANER, A. (1999), Çorum İlinde Yumurta Tavukçuluğunun Ekonomik Analizi. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Haziran, s.2, Ankara.
- BOX, G.E.P, JENKINS, G.M. (1970), Time series analysis: forecasting and control. *San Francisco, CA: Holden Day*.
- DEMİRCAN, V., YILMAZ, H., ÖRMECİ KART, M.Ç. (2013), Türkiye’de kanatlı et sektörünün gelişimi sorunları ve çözüm önerileri. II. *Uluslararası Beyaz Et Kongresi*. Syf 98-110, Antalya.
- DICKEY, D.A., FULLER, W.A. (1979), Distribution of the estimators for autoregressi- ve time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*. 1979; 74: 427-431.
- FAO. 2023. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Erişim tarihi: 15.04.2023.
- HEKİMOĞLU B, ALTINDEĞER M. (2009), Kanatlı Hayvan Eti Sektör Raporu Sorunları ve Çözüm Önerileri. http://www.ymss.org.tr/getdoc/13cec955-82ef-49f4-ba-e4d61efbaca8b0/Kanatlı_Sektörü_Raporu.
- KESKİN, B., DEMİRBAŞ, N. (2012), Türkiye’de kanatlı eti sektöründe ortaya çıkan gelişmeler: sorunlar ve öneriler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1), 117-130.
- PHILLIPS, P.C., PERRON, P. (1988), Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*. 75(2), 335-346.
- SCHWARZ, G. (1978), Estimating the dimension of a model. *The Annals of Statistics*. 461-464.
- TAGEM. (2018), Kanatlı Hayvancılık Sektör Politika Belgesi 2018-2022. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Kanatli%20Hayvanc%C4%B1k%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20Belgesi%202018-2022.pdf>. Erişim tarihi: 09.05.2023.
- TÜİK. 2023a. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr>. Erişim tarihi: 15.04.2023.
- TÜİK. 2023b. <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/disticaret.zul?param1=25¶m2=0&sitcrev=0&isicrev=0&sayac=5802>. Erişim tarihi: 20.04.2023.
- TÜİK. 2023c. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Nufus-Projeksiyonlari-2013-2075-15844>. Erişim tarihi: 20.04.2023.

Bölüm 5

VİRAL BALIK AŞILARI

Şeydanur KAN¹

Ayşegül KUBİLAY²

1 Arş. Gör., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri
Fakültesi, seydanurmutlu@isparta.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-0869-3628

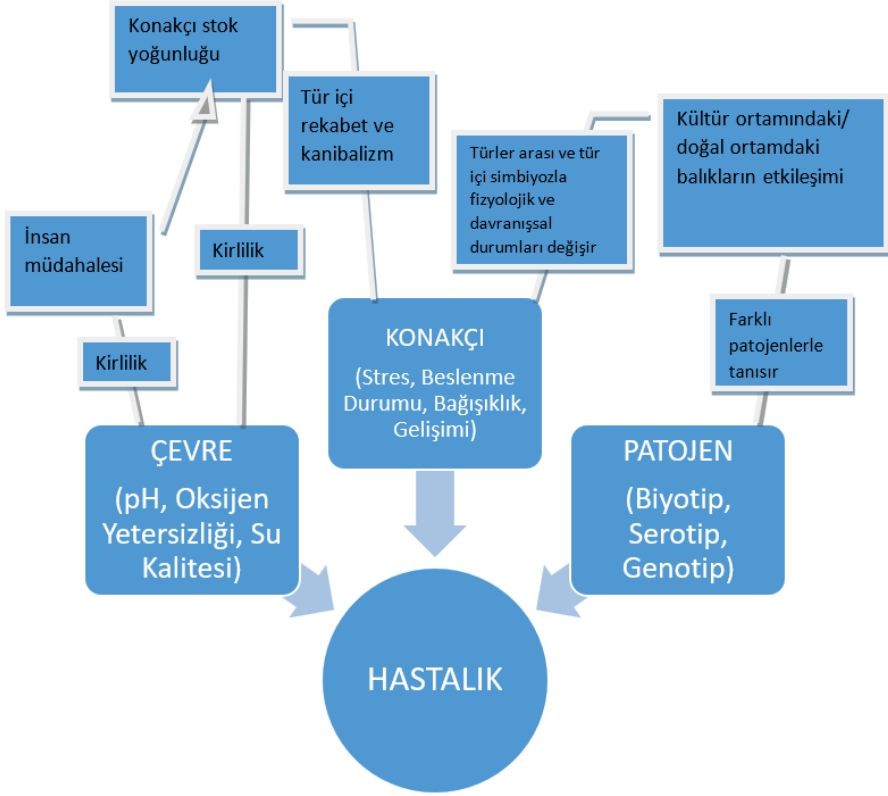
2 Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri
Fakültesi, aysegulkubilay@isparta.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-6043-2599



1. GİRİŞ

Su ürünleri avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilmektedir. Son yıllarda yetiştiricilik yoluyla yapılan üretim miktarı gelişen bilgi ve teknolojiye paralel olarak artmakta, avcılıkla elde edilebilecek ürün miktarının ise daha fazla artırılamaması sebebiyle toplam üretim içindeki payı azalmaktadır (Gün & Kızak, 2019). 2022 yılında Türkiye’de su ürünleri üretimi bir önceki yıla göre %6,2 artarak 849 bin 808 ton olarak gerçekleşti. Üretimin %30’unu avcılık yoluyla elde edilen deniz balıkları, %5,6’sını avcılık yoluyla elde edilen diğer deniz ürünleri, %3,9’unu avcılık yoluyla elde edilen iç su ürünleri ve %60,6’sını yetiştiricilik ürünleri oluşturdu (TUİK,2023).

Ülkemiz 8333 km’lik kıyı şeridi ve zengin iç su kaynakları ve bol tür çeşitliliğine sahip olmasıyla su ürünleri sektörü açısından avantajlı bir konumda yer almaktadır. Ancak balık hastalıkları dünyada olduğu gibi Türkiye’de de önemli bir ekonomik sorun olmaya devam etmektedir. Balıklarda görülen hastalıkları temelde enfeksiyöz hastalıklar ve nonenfeksiyöz hastalıklar olarak gruplandırmak mümkündür. Enfeksiyon etkenlerinden ileri gelen hastalıklar viral, bakteriyel, paraziter ve mantar enfeksiyonları olarak gruplandırılabilir. Bu tür hastalıklar sadece büyük ekonomik kayıplara yol açmakla kalmaz, aynı zamanda patojenlerin doğal ekosistemlere yayılması, bu ortamlarda yaşayan balıklara bulaşmasına neden olması ve çevreyi kirletmesi açısından ekolojik tehlikelere yol açar. Genel olarak bir hastalığın ortaya çıkmasında; konakçı, patojen ve çevre ilişkileri etkilidir (Chen vd., 2020). Bu üç unsur arasındaki denge bozulması, bir hastalık salgınının riskinde, yaygınlığında ve şiddetinde belirgin bir artışa neden olmaktadır. Hedrick (1998), epidemiyolojik üçlü modelini su ürünlerine entegre ederek, balık hastalıkları için çok faktörlü bir nedensellik ağı düzenlemiştir (Şekil 1). Balık sağlığı, su ürünleri endüstrisinin çevresel olarak sürdürülebilir olması için gereklidir ve küresel olarak yoğun su ürünleri üretimi için bir ön koşuldur.



Şekil 1. Hedrick'in balık hastalıkları için çok faktörlü nedensellik ağı (Hedrick, 1998).

Viral balık hastalıkları dünya genelinde yüksek ölüm oranlarına sebep olmaktadır. Türkiye'de son yıllarda özellikle yavru balıklarda virüslerin meydana getirdiği %80-90'e varan toplu ölümler görülmektedir. Buna rağmen Türkiye'de bugüne kadar görülen viral hastalıklarla ilgili yapılan çalışmalar sınırlıdır (Öztürk & Altınok, 2014). Viral balık hastalıklarının bilinen bir tedavisinin olmaması, koruyucu önlemlerin önemini artırmaktadır. Viral hastalıklardan korunmada bulaşmanın önlenmesi, hastalık taşıyıcı balıkların ülkeye ve işletmeye girişinin önlenmesi, aşılama çalışmaları, genetik olarak dirençli ırkların geliştirilmesi gibi tedbirler alınmalıdır.

Bu kitap bölümünde balıklarda yüksek mortaliteye sebep olan viral hastalıklar ve bunların immunizasyonu için kullanılan aşılar hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

2. VİRAL BALIK HASTALIKLARI

Su ürünleri yetiştiriciliği, dünya genelinde başlıca bakteriyel, viral, paraziter ve mantar enfeksiyonlarıyla mücadele etmektedir. Balıklar, çevrede çeşitli viral patojenlere maruz kalmaktadır (Scott vd., 2011). Su ürünleri yetiştiriciliğinde toplu ölümlerin ana nedenlerinden birinin viral hastalıklar olduğu bildirilmektedir (Muroga, 2001). Balıklardaki viral enfeksiyonlara yönelik araştırmalar, hastalığın tanımlanmasıyla başlamıştır. 1950'lerde balık doku kültürünün gelişimi, balıklarda hastalığa neden olan viral patojenlerin teşhis ve izole edilmesi olasılığını ortaya çıkarmıştır. İlk olarak 1958'de Ken Wolf, enfeksiyöz pankreatik nekroz virüsünü (IPNV) izole etmiştir. 1960'da Ross ve arkadaşları Fish and Wildlife Service'in Seattle'daki laboratuvarlarındaki Chinook salmonlarda görülen bir epizootinin nedeni olarak filitreleri geçebilen bir etken olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmalardan iki yıl sonra Ghittino İtalya'da çıkardığı bir kitapçıkta 7 viral hastalıklardan bahsetmiş ve bunlar arasında yeni bildirilen Chinook salmonlarda görülen epizootiyede değinmiştir. Sonradan bu patojenin bir Rhabdoviridae familyasından olduğu belirlenmiş ve enfeksiyona Sockeye Salmon Virüs hastalığı adı verilmiştir. 1980'lerde Sockeye Salmon Virüs hastalığı etkeni; enfeksiyöz hematopoetik nekroz virüs (IHNV) olarak isimlendirilmiştir. 1963'te Jensen Danimarka'da Egved virüsünü (Viral Hemorajik Septisemi Virüsü) izole etmiştir. Günümüzde ise balıklarda birçok viral hastalık olduğu bilinmektedir. Bu hastalıklardan dünya genelinde; Viral hemorajik septisemi virüsü (VHSV), enfeksiyöz salmon anemi virüsü (ISAV), enfeksiyöz hematopoietik nekroz virüsü (IHNV), sazanların bahar viremisi (SVCV), enfeksiyöz pankreatik nekroz virüsü (IPNV), piscine orthoreovirüs (PRV), tilapia lake virüs (TiLV), enfeksiyöz dalak ve böbrek nekroz virüsü (ISKNV) yaygın olarak görülmektedir. Ülkemizde ise rapor edilmiş viral balık hastalıkları Tablo 1'de yer almaktadır.

Viral Hastalık	Balık türü	Referans
Lymphocystis	Çipura (<i>Sparus aurata</i>)	Candan (1991)
		Albayrak vd.(2018) Pekmez vd., (2022)
Viral Hemorajik Septisemi (VHS)	Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Işıdan & Bolat (2011) Albayrak vd.(2018)
	Kalkan (<i>Scophthalmus maximus</i>)	Kalaycı vd. (2006) Albayrak vd., (2018)
Viral Eritrosit Enfeksiyonu (VEN)	Levrek (<i>D. labrax</i>)	Timur vd., (2008)
Enfeksiyöz Pankreatik Nekrozis (IPN)	Gökkuşluğu Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Candan,(2002)
		Albayrak & Ozan (2010) Ogut ve Altuntaş (2012) Kalaycı vd.(2012) Güncay vd.(2013)
Enfeksiyöz hematopoetik nekrozis (IHNV)	Gökkuşluğu Alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Değirmenci vd., (2008)

Tablo 1. Türkiye'de rapor edilmiş viral balık hastalıkları

3. BALIK AŞILARI

Balık aşılmasının temeli mikrobiyoloji ve immünoloji olmak üzere iki bilime dayanır. Moleküler biyolojinin ilerlemesi ve koruyucu antijenlere ilişkin artan teknoloji ve bilgi veteriner ve insan hekimliğinde yeni nesil aşılar için hızlı gelişmeler sağlamıştır (Brun vd., 2011; Kim, vd., 2016; Frieze vd., 2016; Kelly & Rappuoli, 2005). Aşılar genellikle mikroorganizmanın, toksinlerinin veya yüzey proteinlerinden birinin zayıflatılmış veya öldürülmüş formlarından hazırlanmaktadır. Ek olarak, bir balık aşısı tipik olarak daha sonra bir antijen görevi gören spesifik bileşen içermektedir. Bu madde, balıktaki belirli bir patojene karşı adaptif veya doğuştan gelen bir bağışıklık tepkisini uyarmaktadır (Ma vd., 2019). Etkenin rolü, vücudun bağışıklık sistemini uyararak ve yabancı antijeni tespit etmek, yok etmek ve “hatırlamaktır”, böylece bağışıklık sistemi daha sonra karşılaşabileceği herhangi bir mikroorganizmayı kolayca tanıyabilir ve yok edebilir.

Günümüzde viral balık hastalıklarının bilinen bir tedavisi bulunmamaktadır. Bakteriyel hastalıkların tedavisi için antibiyotikler veya kemoterapötikler uygulanabilir ancak ilaç direnci gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır (Sneeringer vd., 2019). Bu dezavantajlar sebebiyle aşılar, antibiyotiklere oranla daha etkili, maaliyeti düşük ve güvenilir sayılmaktadır. Aşılar, hastalığa neden olan bulaşıcı bir patojenden elde edilen, belirli bir antijene karşı bir bağışıklık tepkisi ortaya çıkaran biyolojik ürünler olarak kabul edilir (Czochor & Turchick 2014).

1930’lu yılların sonlarında hastalık önleme için balık aşılmasının ilk raporlarından bu yana (Snieszko vd., 1938), balıklarda bakteriyel ve viral hastalıkların etkisini önemli ölçüde azaltan birçok aşı geliştirilmiştir (Duff, 1942; Gudding & Goodrich, 2014). Her yıl milyonlarca balık aşılanmaktadır ve dünyanın bazı bölgelerinde antibiyotiklerden aşılama doğru bir yönelim olmuştur. Örneğin, aşılardan kullanıma sunulmasından bu yana Norveç somonu yetiştiriciliğinde antibiyotik kullanımında önemli bir azalma olmuştur ve aşılama, bulaşıcı balık hastalıklarını kontrol etmenin en uygun maliyetli ve sürdürülebilir yöntemi haline gelmiştir (Rodger 2016). 1972 yılından beri monovalan veya multivalan birçok bakteriyel ve viral aşı başarıyla geliştirilmiş ve ticarileştirilmiştir (Anderson & Ross, 1972; Evelyn, 1997; Ma vd., 2019). Ma vd., (2019) ve Horzinek vd., (1997), aşılamanın çeşitli bulaşıcı balık hastalıklarının kontrol edilmesinde sürdürülebilir olduğu kadar maliyet açısından da en etkili yöntemlerden biri haline geldiğini bildirmiştir.

3.1. AŞININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Balık aşılama tarihi genellikle bir başarı hikâyesidir. Küçük bir balığın seyreltilmiş bir aşı çözeltisine birkaç saniye daldırılarak bulaşıcı bir hastalığa karşı korunabilmesi, canlı organizmaların biyolojik zorluklarla baş etme konusun-

daki olağanüstü yeteneğinin bir örneğidir. Balıklarda aşı kullanarak bağışıklık güçlendirme konusundaki ilk rapor Snieszko ve ark. (Snieszko vd., 1938) tarafından 1938'de lehçe diliyle yazılmış olan *Aeromonas punktata*'ya karşı geliştirilen aşının sazanlarda kullanılmasını konu alan çalışmadır. Ancak bu makale lehçe diliyle yazıldığı için istenilen yayılımı gösterememiştir. İngilizce olarak yayınlanan ilk rapor ise 1942'de Duff tarafından, parenteral aşılama ve oral uygulama yöntemleri ile aşılanmış alabalıklarda *A. salmonicida*'ya karşı koruma gösteren çalışmadır (Duff, 1942). Bu makalenin yayınlanmasıyla birlikte istenen yayılım elde edilmiş ve hastalıklardan korunma amacıyla yapılan aşılama su ürünlerine giriş yapmıştır. Bir balık aşısı için ilk ürün ruhsatı, 1976'da "Wildlife Vaccine" şirketi tarafından *Yersinia ruckeri* bakterisine karşı üretilen aşıya verilmiştir (Tebbit vd., 1981).

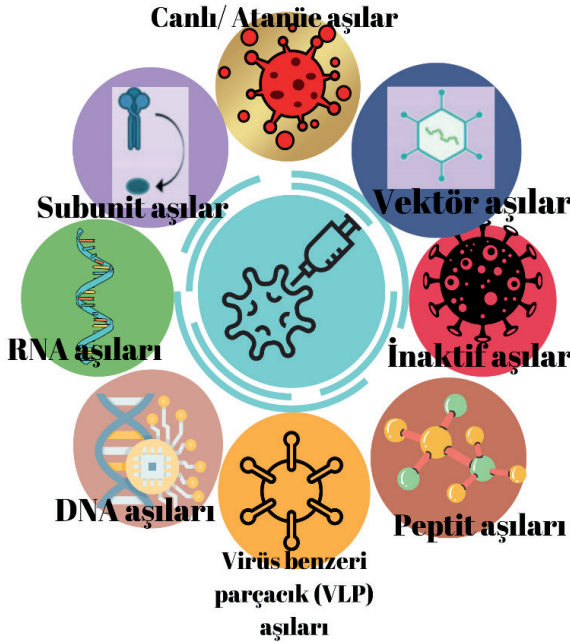
Su ürünleri yetiştiriciliğinin ilk yıllarında başlıca viral hastalıklara karşı bir önlem alınamamıştır ancak viral hastalıklar bilinmeye başladıkça bu konu hakkında yapılan çalışmalar artmıştır. Viral hemorajik septisemi ve enfeksiyöz hematopoietik nekroz virüslerine karşı ilk başarılı aşı denemeleri, avirulent veya atenüe suşlar olmak üzere canlı aşılarından elde edilmiştir. (Fryer, vd., 1976; Jørgensen, 1976; Hill vd., 1980) Canlı aşılar, deneysel koşullar altında iyi koruma sağlamış, ancak kaşektik balıklarda virülens göstermesi sebebiyle daha fazla çalışma yapmaya engel olmuştur. Akuatik çevrede diğer balık türleri için güvenlik endişesi, ticari olarak kullanılacak aşılar üzerindeki araştırmaların azalmasına da sebep olmuştur. İnaktif viral aşılar ise, özellikle deneysel koşullar altında bazı etkiler sağlamıştır. Bununla birlikte, inaktif aşıların sahada koruyucu bağışıklığı, bakteriyel aşıların çoğunun sağladığı korumaya kıyasla nispeten düşük olmuştur (Biering vd., 2005).

Balık aşılarında adjuvantların ve immünostimülanların uygulama yöntemleri ile birlikte kullanımı farklı bakış açılarıyla ele alınmıştır. Bu tür çalışmalar, aşı kullanımı için geleneksel uygulamalara alternatif olabilecek, yeni nesil aşıların koruyucu etkilerine odaklanmıştır (Plant & LaPatra 2011; Tafalla vd. 2013; Tafalla vd., 2021). Sommerset vd., (2005) mevcut ticari balık aşılarını ve aşılanmanın gelişimiyle ilgili öngörülerini anlatmışlardır. (Sommerset, vd.,2005). Balık aşısı teknolojilerindeki gelişmelere ilişkin araştırmaların eksikliği göz önüne alındığında, alanın şu andaki durumuna dair kapsamlı bir genel bakışa ihtiyaç vardır. Şimdiye kadar, çeşitli balık türlerinde kullanım için dünya çapında balıklarda kullanılabilen ticari aşıların sayısı 1980'lerden günümüze giderek artmaktadır (Shefat, 2018). Türkiye'de ise bakteriyel hastalıklardan korunmak amacıyla kullanılan birçok aşı bulunmasına rağmen viral balık hastalıklarından korunmak için kullanılan bir ticari aşı bulunmamaktadır.

4. VİRAL BALIK AŞILARI

Su ürünleri yetiştiriciliğinde meydana gelen kayıpların %30-50 kadarının bulaşıcı hastalıklar nedeniyle olduğu tahmin edilmektedir (Adams, 2019). Kül-

tür balıkçılığında virüslerden ileri gelen hastalıklar ve yol açtıkları ekonomik kayıplar giderek önem kazanmaktadır. Megalocytivirüslerin neden olduğu yüksek ölüm oranlarına sahip hastalıklar, özellikle Enfeksiyöz dalak ve böbrek nekroz virüsü (ISKNV), Rhabdoviridae familyasının üyeleri, Novirhabdovirüs, enfeksiyöz pankreatik nekroz virüsü (IPNV), enfeksiyöz salmon anemi virüsü (ISA), lymphocystis hastalığı virüsü (LCDV), beyaz benek sendromu virüsü (WSDV), viral hemorajik sepsis virüsü (VHSV), sazanların ilkbahar viremi (SVCV), Enfeksiyöz hematopoietik nekroz virüsü (IHNV) vb. dünya çapında büyük ekonomik hasara ve balık yetiştiriciliği endüstrisine ciddi bir engel teşkil etmektedir (Kibenge, 2019). Viral hastalıklara karşı antibiyotik ve kemoterapötik ilaçlar etkisiz kalmaktadır (Sekonder enfeksiyonları önlemek için kullanılabilir). Bu nedenle viral enfeksiyonlarda KORUNMA en önemli husustur. Viral hastalıklardan korunma için ise en etkili yöntem aşılama'dır. Aşılar, geliştirilmesi esnasında kullanılan yöntemlere göre sınıflandırılır. Her yöntemin kendi avantajları ve özel etki mekanizması mevcuttur. Aşılar, üretimin fizibilitesine ve enfeksiyonların doğasına göre tasarlanır. Aşı tasarımına yönelik seçimler, tipik olarak, hücrelere nasıl bulaştığı ve bağışıklık sisteminin buna nasıl tepki verdiği gibi mikroorganizmalar hakkındaki temel bilgilere ve ayrıca uygulandığı balık türlerinin boyutu, uygulama yöntemi gibi hususlara dayanır. Genel olarak kullanılan viral balık aşı türleri şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 2. Viral balık hastalıklarından korumada kullanılan aşı çeşitleri

İlk viral balık aşısı şu anda kullanımda olmamakla birlikte 1982 yılında üretilmiştir (Bioveta,a.s; Çek Cumhuriyeti). Sazanlarda Rhabdovirüs etkeniy-le mücadele için geliştirilen bu aşı, emülsifiye yağ ile elde edilmiş iki inaktif suş içermekteydi. Günümüzde, çok az viral aşı ruhsatlandırılmıştır, ancak su ürünleri yetiştiriciliğinde satışa sunulan çoğu viral balık aşısı, ya inaktive edilmiş virüse ya da rekombinant subunit proteinlerine dayanmaktadır. Öldürülmüş/inaktive edilmiş viral aşilar, düşük maliyetle geliştirilebilen aşılardır ancak geliştirmesi sırasında yaşanan zorluklarla beraber enjeksiyon yoluyla uygulanmadıkça istenen etkiyi göstermez (Muktar vd., 2016). Canlı viral aşilar ise uygun maliyetle üretilebilmektedir. Ayrıca Biering ve diğerlerinin (2005) raporuna göre canlı viral aşiların balıklarda test edildiğini ve hastalığa karşı koruma sağladığı görülmüştür. Bu aşiların yönetilmesi kolaydır ve aynı zamanda uygun maliyetlidir. Aynı zamanda son yıllarda viral hastalıkların sıklıkla görülmesi, bilgi ve teknolojinin gelişmesi sonucunda viral balık hastalıklarından korunmak için geliştirilen aşilara biyoteknolojik yöntemler devreye girmiştir. Bu yeni nesil yöntemler kullanılarak geliştirilmekte olan birçok aşı çalışması bulunmaktadır (Poobalane, 2010; Alonso, 2013; Josepriya vd.,2015; Dadar vd.,2017; Josepriya & Sudha 2020;Guo & Li 2021; Josepriya & Kappalli 2022). Su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan bazı ticari viral balık aşiları Tablo 2’de belirtilmiştir.

Patojen	Balık Türü	Aşı Tipi	Uygulama Yöntemi	Kullanılan Ülkeler/ Üretici Firma
Enfeksiyöz hematopietik nekroz virüsü (IHNV)	Alabalıklar	DNA aşısı	Enjeksiyon	https://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/rp-pr/acrdp-pcrda/projects-projets/P-07-04-010-eng.html
Enfeksiyöz pankreatik nekroz virüsü (IPNV)	Alabalıklar, kalkan, levrek, pasifik morinası, çipura	İnaktif, Subunit	Enjeksiyon, Oral	Norveç, Şili, İngiltere, https://pharmaq.com/en/pharmaq/ Kanada, Amerika, www.aquavaccines.com
Enfeksiyöz salmon anemi virüsü (ISAV)	Atlantik somonu	İnaktif, Subunit	Enjeksiyon	Norveç, Şili, İrlanda, Finlandiya, Kanada https://pharmaq.com/en/pharmaq/
Sazanların bahar viremisi (SVCV),	Sazan	İnaktif	Enjeksiyon	Belçika, Çek Cumhuriyeti Dhar, A.K.; Manna, S.K.; Allnutt, F.T. Viral vaccines for farmed finfish. Virus Dis. 2014, 25, 1–7.

Koi herpes virüsü (KHV)	Sazan	Atenüe	Enjeksiyon	İsrail Dixon, P; Stone, D.A. Spring viraemia of carp Fish Viruses Bact. Pathobiol. Prot. 2017, 26, 79–90.
			İmmersiyon	
Enfeksiyöz dalak ve böbrek nekroz virüsü (ISKNV)	Japon sarıkuyruk, Asya levreği, Orfoz	İnaktif	Enjeksiyon	Singapur https://www.aquavaccines.com/

Tablo2. Dünyada kullanılan ticari viral balık aşılıları

5. AŞILAMADAKİ SON GELİŞMELER

Uzun yıllardır aşılama, bulaşıcı hastalıklara karşı uygulanmaktadır. Aşılamanın artık viral enfeksiyonlara bağlı ekonomik kayıpları azaltmanın en uygun maliyetli ve etkili yolu olduğu kanıtlanmıştır. Ma ve diğerleri tarafından yapılan bir çalışma (Ma vd., 2019), aşılardan, suda yaşayan bir organizmada belirli bir patojenik organizmaya karşı doğuştan gelen veya adaptif bir bağışıklık tepkisini tetikleyen antijen adı verilen madde içerdiğini veya ürettiğini bildirmiştir. Bağışıklık tepkisi hastalığa karşı korumakta ve gelecekteki enfeksiyonlara karşı direnç geliştirmektedir.

Son yıllarda tüketicilerin sağlık yararları ve üreticilerin ekonomik potansiyeli önemsenererek su ürünleri aşılalarının geliştirilmesi için ileri teknolojiler devreye girmiştir. Son teknoloji aşı denemelerinde, özellikle kültür balıklarında daha yüksek düzeyde koruma sağlamak için çok sayıda yaklaşım ve strateji kullanılmaktadır. Modern aşı bilimi, konvansiyonel balık aşılardan göre oldukça immünojenik olan spesifik patojen bileşenlerini hedef alan yenilikçi yöntemlerdir. Özellikle tedavisi bulunmayan viral balık hastalıklarına karşı korumada aşılama tek yoldur. Modern aşı teknolojisi, spesifik patojen bileşenlerini hedef almıştır ve bu tür yaklaşımlar kullanılarak geliştirilen aşılardan çeşitli ekspresyon sistemleri kullanılarak üretilen yeni antijenler içeren aşı çeşitlerini kapsamaktadır (Kelly & Rappuoli, 2005; Cimica & Galarza, 2017). RNA aşılardan gibi diğer teknolojiler küresel olarak geliştirilmiştir ve konvansiyonel aşılardan daha yüksek düzeyde bağışıklık sağladığı görülmektedir (Frietze vd., 2016). Genel olarak, bu tür ilerlemeler umut vericidir; bununla birlikte, akuatik ortamın zorlukları ve balık yetiştiriciliğinin doğası gereği toplu aşılamanın zorlukları sebebiyle aşılama sınırlanmaktadır (Dhar & Allnutt 2011).

Nanoteknolojideki ilerlemeler aşı araştırmalarında da olumlu bir gelişme sağlamıştır (Kheirollahpour vd., 2020). Biyolojik olarak parçalanabilen nano ve mikropartikül taşıyıcılar, şu anda oldukça araştırılan bir araştırma alanı olan oral ve immersiyon uygulamaları için önemli bir potansiyele sa-

hiptir (Muñoz-Atienza vd., 2021) Örneğin, tek duvarlı karbon nanotüpler (SWCNT'ler) daldırma DNA aşı taşıyıcısı için bir aday olarak geliştirilmiş ve mandarin balığında (*Siniperca scherzeri*) enfeksiyöz dalak ve böbrek nekroz virüsü (ISKNV)'nün neden olduğu yüksek ölümcül hastalıklara karşı bağışıklık koruyucu etkiyi %17,5 oranında artırmıştır (Zhao vd., 2019). Aşılardan balıklarda bağışıklık tepkisi ve hayatta kalma yüzdesini (Relative Percentage Survival,RPS) önemli ölçüde artırmıştır. Rekombinant DNA teknolojisi, etkili balık aşılarının geliştirilmesini teşvik eden büyük ölçekli ve düşük maliyetli aşı üretimine izin vermiştir (Leong vd.,1993; Kurath, 2005); Lorenzen & La-Patra 2005; de las Heras vd., 2009; Anderson & Leong 1999; Heppell & Davis 2000) Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) gibi moleküler yöntemler antijen keşfini, yeni aday aşılardan oluşturulmasını ve aşı etkinliği, etki şekli ve konakçı tepkisinin değerlendirilmesini kolaylaştırmıştır. DNA aşılardan, başta virüsler olmak üzere birçok patojene karşı genel bir başarı sağlamıştır. Oldukça bulaşıcı ve patojenik sazanların bahar viremisinin (SVCV) matris proteinini kodlayan DNA aşılardan (Zhang, vd., 2018) ve SVCV'nin glikoproteinini (SVCV-G) kodlayan bir başka başarılı böcek hücreli subunit DNA aşısı da SVCV'ye karşı geliştirilmiştir (Embregts vd., 2019). Rabdovirüsler, nodavirüs ve diğer bazı viral balık patojenlerine karşı DNA aşılarının önemli ölçüde koruma sağladığı artık kanıtlanmıştır (Kurath, 2008); Sommerset vd., 2005); Yasuike vd., 2007). Rabdovirüslere karşı DNA aşılardan üzerine yapılan çalışmalar, DNA aşı etkinliğini etkileyen faktörleri ve balıkların DNA aşılardan karşı doğal ve adaptif bağışıklık tepkilerinin doğasını aydınlatmıştır. Reyes ve diğerleri (2017), IPNV'ye karşı bir DNA aşısı üzerinde, atlantik salomonlarında zaman zaman yem kullanılarak oral aşılamanın intraperitoneal (IP) enjeksiyonuna kıyasla daha iyi sonuçlar verebileceğini göstermiştir. Yem yoluyla DNA aşılamanı için dağıtım yönteminin immünojenik olduğunu ve şu anda tüm su ürünleri endüstrisini tehdit eden diğer patojenik enfeksiyonlara olduğu kadar IPNV'ye karşı büyük potansiyel sergiledikleri için balıklardan kullanımının daha güvenli olduğunu göstermiştir. Yakın tarihli bir çalışma, patojenik balık hastalıklarını kontrol etmek için nanoaşılardan geliştirmek için PLGA, nanopolipeksler, kitosan ve virüs benzeri parçacıklar (VLP'ler) gibi çeşitli organik materyallerin kullanıldığını bildirmiştir. Oral nanoaşılardan balık yetiştiriciliğinde kullanılabileceğini göstermiştir (Angulo vd., 2020). Yakın zamanda yapılan başka bir çalışma, selenyum nanoparçacıklarının çeşitli bakteriyel ve viral balık hastalıklarını kontrol etmek için yeni bir araç olduğunu kanıtladığını bildirmiştir (Nasr-El-dahan vd., 2021). IPNV'ye karşı oral aşılardan üzerine yürütülen bir çalışma, genetiği değiştirilmiş rekombinant *Lactobacillus casei*'nin alabalıklarında umut verici bir koruma sağladığını bildirmiştir (Hua vd., 2021). Antijen kodlama DNA'sının doğrudan uygulanmasından antijenleri, kodon optimizasyonunu, moleküler adjuvantları, rekombinant proteinler veya peptidleri, nano aşılardan ve polivalent aşılardan kontrol eden çeşitli düzenleyici öğeler üzerinde deneysel denemelere kadar, aşı tasarımındaki son yaklaşımlar, akuakültüre aşılardan

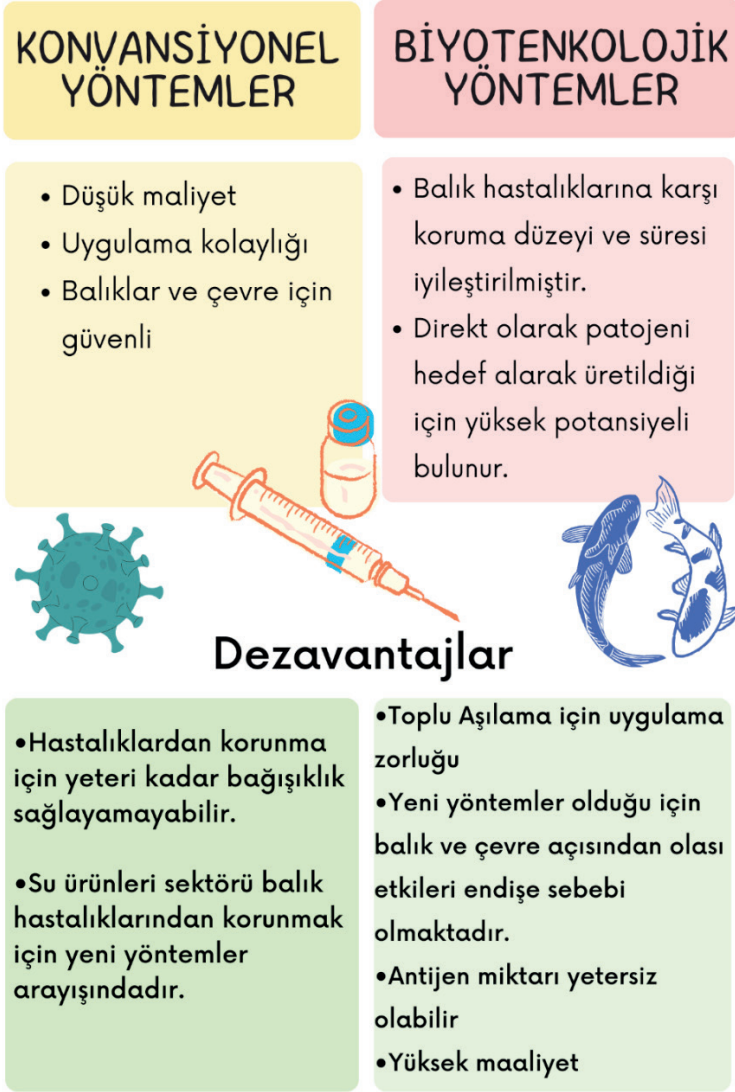
geleceği için muazzam bir potansiyel göstermiştir (Poobalane, 2010; Alonso, 2013; Josepriya vd.,2015; Dadar vd.,2017; Josepriya & Sudha 2020;Guo & Li 2021; Josepriya & Kappalli 2022).

Türkiye’de kullanılan ticari viral balık aşısı bulunmamasına rağmen viral balık hastalıklarından korunmak amacıyla düzenlenmiş deneysel aşilar ve raporları bulunmaktadır. Tamer vd., (2021) IPNV karşı rekombinant subunit aşı ve inaktif aşı geliştirilmiş ve bu aşiların etkinliği karşılaştırılmıştır. Deneme sonucunda her iki aşinin da IPNV karşı korumada etkin olduğu bildirilmiştir. Bir başka çalışmada ise Tamer vd., (2021) VHS virüsüne karşı rekombinant subunit aşı ve inaktif VHSV aşısı geliştirmiş ve aşiların etkinliğini karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda rekombinant subunit aşı grubunda mortalite oranı %10 (RPS %33,3) bulunurken, inaktif aşı grubunda mortalite saptanmamıştır (RPS %100). İstenen antikor üretimi ve viral yük azalmış bile rekombinant subunit aşinin, inaktive aşı kadar koruma sağlamadığı bildirilmiştir.

6. AŞI GELİŞTİRMEDE MODERN BİYOTEKNOLOJİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Dünya genelinde balık aşiları araştırmacılar arasında önemli bir odak alanı haline gelmesine rağmen, üreticiler hala yağ bazlı adjuvant içeren inaktif aşiları tercih etmektedir (Ma vd., 2019). Bu yaklaşımlar, uygun dozaj hacmi, uygulama yöntemi ve adjuvantlar sağlanmadıkça yalnızca kısa süreli bağışıklık ve koruma sağlamaktadır. Balık aşısı üretimindeki teknolojik gelişmeler, çeşitli balık hastalıklarına karşı koruma düzeyini ve süresini iyileştirmiştir (Dadar vd.,2017; Ringø vd., 2014; Elswad & Dunham, 2017). Spesifik patojen bileşenlerini, subunit/rekombinant, multivalan ve DNA/RNA partiküllerini hedef alan modern biyoteknolojik yaklaşımların kullanıldığı varsayıldığında, su ürünleri aşısı geliştirmenin geleceği ve üreticiler için gelişmiş ekonomik potansiyel için büyük bir umut olacaktır (Byon vd.,2005; Jiao vd., 2009; Sun vd., 2011; Jose Priya vd., 2012). Nanoteknolojideki gelişmeler aşı araştırmalarında da olumlu bir atılım sağlamıştır (Kheirollahpour vd., 2020). Bu avantajlarının yanı sıra balık aşiları üretiminde biyoteknolojik yöntemlerin kullanılması ile beklenen hedeflere ulaşamamıştır. Bu yeni nesil aşiların, özellikle yoğun üretim yapılan tesislerde uygulama zorlukları bulunmaktadır. Çünkü bu aşiların çoğu, oral veya immersiyon aşı uygulama yöntemlerine kıyasla enjeksiyon yoluyla verildiğinde daha yüksek etki göstermektedir. Büyük ölçekli yetiştiricilik tesislerinde enjeksiyon yöntemiyle yapılan aşılama hem uzun zaman hem de yoğun iş gücü gerektirir. Aynı zamanda aşı üretim ve uygulama maliyetleri yüksek olmaktadır. Bunların yanı sıra balıklar için önemli ölçüde stres oluşturmaktadır. Bu da üreticiler açısından uygulama zorluklarına neden olmaktadır (Dunn vd.,1990; Plant & LaPatra, 2011). Diğer zorluklar arasında çevreye yönelik olası riskler, biyoteknolojik aşilar ilgili tartışmalar ve endişeler yer almaktadır. Aşılamada geliştirilmiş olan yenilikçi teknolojilerin etkileri henüz

tam olarak bilinmemektedir (Şekil 3). Bu da üretici ve tüketiciler açısından endişelere ve tartışmalara neden olmaktadır (Josepriya & Kappalli 2022).



Şekil 3. Viral balık aşılarında kullanılan Konvansiyonel ve Biyoteknolojik yöntemlerin avantaj ve dezavantajları

7. SONUÇ

İdeal bir balık aşısı, hayvan ve çevre için uygun, büyük ölçekli üretim için ekonomik, uygulaması kolay, duyarlılığın en yüksek olduğu dönemler boyunca güçlü bağışıklık sağlayabilen ve minimum yan etki gösteren bir aşıdır. Uzun

yıllardır su ürünlerini hastalıklara karşı korumada konvansiyonel balık aşuları kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan konvansiyonel balık aşuları birçok konakçıda istenen etkiyi sağlayamamaktadır. Yeni ve alternatif balık aşuları, genellikle hayvan ya da insan tıbbına dayalı olarak geliştirilen, ancak su ürünleri yetiştiriciliği için büyük umut vaat eden ileri teknolojileri uyarlamaktadır. Etkili bir akuakültür aşısı kriterlerini karşılayanlar en fazla faydayı sağlayacak ve ticarileştirme için en büyük potansiyele sahip olacaktır. Biyoteknolojik balık aşularının konvansiyonel balık aşularından daha yüksek düzeyde bağışıklık sağladığı bilinmektedir. Biyoteknoloji kullanan yeni nesil balık aşularının geliştirilmesi pahalı olabilir, ancak yeni hastalık sorunları için geleneksel yaklaşımların sınırlı başarısı göz önüne alındığında, bu tür yaklaşımları daha fazla araştırmak çok önemlidir. Su ürünleri yetiştiriciliği küresel olarak büyümeye devam ettikçe, gelecekte de yeni aşılara ihtiyaç duyulacak ve ortaya çıkan hastalık sorunlarının çözümüne yönelik olarak mevcut tüm biyoteknolojinin uygulanması kritik önem taşıyacaktır.

Su ürünleri yetiştiriciliği yapılan çoğu ülkede ve bunların arasında yer alan ülkemizde viral balık hastalıkları ciddi kayıplara neden olmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde türleri etkileyen balık virüsleri üzerine önemli miktarda bilimsel araştırma yapılmıştır. Aşıların yaygın olarak kullanıldığı balık çiftçiliğinin en sanayileşmiş kısmı olduğu için alabalık endüstrisine odaklanılmıştır. Hem ticari şirketlerde hem de akademik kuruluşlarda yapılan araştırmaların miktarına rağmen, çok az viral aşı ruhsatlandırılmıştır. Bugün itibarıyla, satışa sunulan tüm balık virüsü aşuları, inaktif veya veya rekombinant DNA/RNA aşularına dayalıdır. Viral balık aşuları kullanan pek çok ülke bulunmasına rağmen birçok Avrupa ülkesinde ticari viral balık aşuları kullanılmamaktadır. Aşı olmamasının nedeni birçok serotipinin olması ve her birinin farklı virülansa sahip olması olabilir. Viral balık aşularının ticarileştirilmesi ve yaygın olarak kullanılmasıyla ilgili iyileştirme çalışmaları yapılmalı ve viral hastalıklardan ötürü meydana gelen kayıpların önüne geçilmelidir. Sonuç olarak gelişmiş teknolojiler, su ürünleri aşularının geleceği için büyük umut vaat etmektedir ve üreticiler için sağlık yararları ve yüksek ekonomik potansiyel sağlaması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Adams, A. (2019). Progress, challenges and opportunities in fish vaccine development. *Fish & Shellfish Immunology*, 90, 210–214. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.04.066>
- Albayrak, H., & Özcan, E. (2010). Investigating the presence of infectious haematopoietic necrosis and infectious pancreatic necrosis virus infections in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 57(2), 125-129.
- Albayrak, H., Isidan, H., Kalaycı, G., Ozan, E., Vakharia, V. (2018) Genetic analysis of the complete G gene of viral hemorrhagic septicemia virus (VHSV) genotype 1e isolates from Turkey. *IJFS* 17(1): 67-73.
- Alonso, M., & C. Leong, J.-A. (2013). Licensed DNA Vaccines against Infectious Hematopoietic Necrosis Virus (IHNV). *Recent Patents on DNA & Gene Sequences*, 7(1), 62–65. <https://doi.org/10.2174/1872215611307010009>
- Anderson ED, Leong J-A. (1999) Development of DNA vaccines for salmonid fish. In DNA Vaccines. In: Lowrie DB, Whalen R, editors. DNA Vaccines. New Jersey: Humana Press;p. 105–22. <https://doi.org/10.1385/1-59259-688-6:105;>
- Anderson, D. P., & Ross, A. J. (1972). Comparative Study of Hagerman Redmouth Disease Oral Bacterins. *The Progressive Fish-Culturist*, 34(4), 226–228. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1972\)34\[226:csohrd\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1972)34[226:csohrd]2.0.co;2)
- Angulo, C., Tello-Olea, M., Reyes-Becerril, M., Monreal-Escalante, E., Hernández-Adame, L., Angulo, M., & Mazon-Suastegui, J. M. (2020). Developing oral nanovaccines for fish: a modern trend to fight infectious diseases. *Reviews in Aquaculture*, 13(3), 1172–1192. Portico. <https://doi.org/10.1111/raq.12518>
- Biering, E., Villoing, S., Sommerset, I., & Christie, K. E. (2005). Update on viral vaccines for fish. *Developments in biologicals*, 121, 97-113.
- Brun, A., Bárcena, J., Blanco, E., Borrego, B., Dory, D., Escribano, J. M., Le Gall-Reculé, G., Ortego, J., & Dixon, L. K. (2011). Current strategies for subunit and genetic viral veterinary vaccine development. *Virus Research*, 157(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2011.02.006>
- Candan, A. (1991) Lymphocystis disease of Sparus aurata in marine culture at Aegean and Mediterranean coast of Turkey. *Mediterranean Regional Aquaculture Project*. Basic Level Training Course on Disease, İstanbul.
- Candan, A. (2002). First report on the diagnosis of infectious pancreatic necrosis (IPN) based on reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) in Turkey. *Bulletin-European Association Of Fish Pathologists*, 22(1), 45-47.
- Chen, S., Owolabi, Y., Li, A., Lo, E., Robinson, P., Janies, D., Lee, C., & Dulin, M. (2020). Patch dynamics modeling framework from pathogens' perspective: Unified and standardized approach for complicated epidemic systems. *Plos One*, 15(10), e0238186. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238186>

- Cimica, V., & Galarza, J. M. (2017). Adjuvant formulations for virus-like particle (VLP) based vaccines. *Clinical Immunology*, 183, 99–108. <https://doi.org/10.1016/j.clim.2017.08.004>
- Czochor, J., & Turchick, A. (2014). Introduction. Vaccines. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 87(4), 401-402.
- Dadar, M., Dhama, K., Vakharia, V. N., Hoseinifar, S. H., Karthik, K., Tiwari, R., Khandia, R., Munjal, A., Salgado-Miranda, C., & Joshi, S. K. (2016). Advances in Aquaculture Vaccines Against Fish Pathogens: Global Status and Current Trends. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 25(3), 184–217. <https://doi.org/10.1080/23308249.2016.1261277>
- de las Heras, A. I., Pérez Prieto, S. I., & Rodríguez Saint-Jean, S. (2009). In vitro and in vivo immune responses induced by a DNA vaccine encoding the VP2 gene of the infectious pancreatic necrosis virus. *Fish & Shellfish Immunology*, 27(2), 120–129. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2008.11.021>
- Değirmenci U, Nemli E, Çağırğan H (2008): *Türkiye'nin değişik bölgelerinden infeksiyöz pankreatik necrozis virusu izolasyonu*. I. Ulusal Alabalık Sempozyumu, Isparta, s.35.
- Dhar, A. K., & Allnutt, F. (2011). Challenges and opportunities in developing oral vaccines against viral diseases of fish. *J. Mar. Sci. Res. Dev. S*, 1.
- Dhar, A. K., Manna, S. K., & Thomas Allnutt, F. C. (2013). Viral vaccines for farmed finfish. *Virus Disease*, 25(1), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s13337-013-0186-4>
- Duff, D. C. B. (1942). The Oral Immunization of Trout Against Bacterium Salmonicida. *The Journal of Immunology*, 44(1), 87–94. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.44.1.87>
- Dunn, E. J., Polk, A., Scarrett, D. J., Olivier, G., Lall, S., & Goosen, M. F. A. (1990). Vaccines in aquaculture: The search for an efficient delivery system. *Aquacultural Engineering*, 9(1), 23–32. [https://doi.org/10.1016/0144-8609\(90\)90009-o](https://doi.org/10.1016/0144-8609(90)90009-o)
- Elaswad, A., & Dunham, R. (2017). Disease reduction in aquaculture with genetic and genomic technology: current and future approaches. *Reviews in Aquaculture*, 10(4), 876–898. Portico. <https://doi.org/10.1111/raq.12205>
- Embregts, C. W. E., Rigaudeau, D., Tacchi, L., Pijlman, G. P., Kampers, L., Veselý, T., Pokorová, D., Boudinot, P., Wiegertjes, G. F., & Forlenza, M. (2019). Vaccination of carp against SVCV with an oral DNA vaccine or an insect cells-based subunit vaccine. *Fish & Shellfish Immunology*, 85, 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.03.028>
- Evelyn, T. P. (1997). A historical review of fish vaccinology. *Developments in biological standardization*, 90, 3-12.
- Frietze, K. M., Peabody, D. S., & Chackerian, B. (2016). Engineering virus-like particles as vaccine platforms. *Current Opinion in Virology*, 18, 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2016.03.001>
- Fryer, J. L., Rohovec, J. S., Tebbit, G. L., Mcmichael, J. S., & Pilcher, K. S. (1976). Vac-

- ination for Control of Infectious Diseases in Pacific Salmon. *Fish Pathology*, 10(2), 155–164. <https://doi.org/10.3147/jsfp.10.155>
- Gudding, R. (2014). Vaccination as a Preventive Measure. *Fish Vaccination*, 12–21. <https://doi.org/10.1002/9781118806913.ch2>
- Gudding, R., & Goodrich, T. (2014). *The History of Fish Vaccination*. Fish Vaccination, 1–11. <https://doi.org/10.1002/9781118806913.ch1>
- Guo, M., & Li, C. (2020). An overview of cytokine used as adjuvants in fish: current state and future trends. *Reviews in Aquaculture*, 13(2), 996–1014. Portico. <https://doi.org/10.1111/raq.12509>
- Gün, A. & Kızak, V. (2019). Dünyada ve Türkiye’de Su Ürünleri Üretiminde İstatistik Durum. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 5 (2) , 25-36. <https://dergipark.org.tr/pub/menba/issue/51010/634524>
- Hedrick, R. P. (1998). Relationships of the host, pathogen, and environment: implications for diseases of cultured and wild fish populations. *Journal of Aquatic Animal Health*, 10(2), 107-111.)
- Heppell, J., & Davis, H. L. (2000). Application of DNA vaccine technology to aquaculture. *Advanced drug delivery reviews*, 43(1), 29-43.
- Hill, B. J., Dorson, M., & Dixon, P. F. (1980). Studies on Immunization of Trout Against IPN. *Fish Diseases*, 29–36. https://doi.org/10.1007/978-3-642-67854-7_6
- Horzinek, M. C., Schijns, V. E. C., Denis, M., Desmettre, P., & Babiuk, L. A. (1997). General description of vaccines. *Veterinary Vaccinology*. Amsterdam: Elsevier, 131-52.
<https://pharmaq.com/en/pharmaq/>
- Hua, X., Zhou, Y., Feng, Y., Duan, K., Ren, X., Sun, J., Gao, S., Wang, N., Li, J., Yang, J., Xia, D., Li, C., Guan, X., Shi, W., & Liu, M. (2021). Oral vaccine against IPNV based on antibiotic-free resistance recombinant *Lactobacillus casei* expressing CK6-VP2 fusion protein. *Aquaculture*, 535, 736425. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736425>
- Işıdan, H., Bolat, Y., 2011. A survey of viral hemorrhagic septicemia (VHS) in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11: 507-513
- Jiao, X., Zhang, M., Hu, Y., & Sun, L. (2009). Construction and evaluation of DNA vaccines encoding *Edwardsiella tarda* antigens. *Vaccine*, 27(38), 5195–5202. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2009.06.071>
- Jørgensen, P. E. V. (1976). Partial resistance of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to viral haemorrhagic septicaemia (VHS) following exposure to non-virulent Egtved virus. *Nordisk veterinærmedicin*, 28(11), 570-571.
- Jose Priya, T. A., & Kappalli, S. (2022). Modern biotechnological strategies for vaccine development in aquaculture – Prospects and challenges. *Vaccine*, 40(41), 5873–5881. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2022.08.075>
- Jose Priya, T. A., & Sudha, K. (2020). Molecular remedies against *Cryptocaryon irritans*

- tans Brown, 1951—Practical difficulties. *Aquaculture Research*, 51(10), 3935–3946. Portico. <https://doi.org/10.1111/are.14751>
- Jose Priya, T. A., Lin, Y.-H., Wang, Y.-C., Yang, C.-S., Chang, P.-S., & Song, Y.-L. (2012). Codon changed immobilization antigen (iAg), a potent DNA vaccine in fish against *Cryptocaryon irritans* infection. *Vaccine*, 30(5), 893–903. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2011.11.102>
- Josepriya, T. A., Chien, K.-H., Lin, H.-Y., Huang, H.-N., Wu, C.-J., & Song, Y.-L. (2015). Immobilization antigen vaccine adjuvanted by parasitic heat shock protein 70C confers high protection in fish against cryptocaryonosis. *Fish & Shellfish Immunology*, 45(2), 517–527. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2015.04.036>
- Kalaycı, G., Incoglu, S., & Ozkan, B. (2006). First isolation of viral haemorrhagic septicaemia (VHS) virus from turbot (*Scophthalmus maximus*) cultured in the Trabzon coastal area of the Black Sea in Turkey. *Bulletin-European Association of Fish Pathologists*, 26(4), 157.
- Kelly, D. F., & Rappuoli, R. (2005). *Reverse Vaccinology and Vaccines for Serogroup B Neisseria meningitidis*. Hot Topics in Infection and Immunity in Children II, 217–223. https://doi.org/10.1007/0-387-25342-4_15
- Kheirollahpour, M., Mehrabi, M., Dounighi, N. M., Mohammadi, M., & Masoudi, A. (2020). Nanoparticles and vaccine development. *Pharmaceutical nanotechnology*, 8(1), 6-21.
- Kheirollahpour, M., Mehrabi, M., Dounighi, N. M., Mohammadi, M., & Masoudi, A. (2020). Nanoparticles and Vaccine Development. *Pharmaceutical Nanotechnology*, 8(1), 6–21. <https://doi.org/10.2174/2211738507666191024162042>
- Kibenge, F. S. (2019). Emerging viruses in aquaculture. *Current opinion in virology*, 34, 97-103..
- Kim, H., Lee, Y., Kang, S. C., Han, B. K., & Choi, K. M. (2016). Recent vaccine technology in industrial animals. *Clinical and Experimental Vaccine Research*, 5(1), 12. <https://doi.org/10.7774/cevr.2016.5.1.12>
- Kurath, G. (2005). Overview of recent DNA vaccine development for fish. *Developments in biologicals*, 121, 201-213.
- Kurath, G. (2008). *Biotechnology and DNA vaccines for aquatic animals*. Revue scientifique et technique-Office international des épizooties, 27(1), 175.
- Leong, J. C., & Fryer, J. L. (1993). Viral vaccines for aquaculture. *Annual Review of Fish Diseases*, 3, 225–240. [https://doi.org/10.1016/0959-8030\(93\)90036-b](https://doi.org/10.1016/0959-8030(93)90036-b)
- Leong, J. C., Anderson, E., Bootland, L. M., Chiou, P. W., Johnson, M., Kim, C., ... & Trobridge, G. (1997). Fish vaccine antigens produced or delivered by recombinant DNA technologies. *Developments in biological standardization*, 90, 267-277
- Lorenzen, N., & LaPatra, S. E. (2005). DNA vaccines for aquacultured fish. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 24(1), 201-213.
- Ma, J., Bruce, T. J., Sudheesh, P. S., Knupp, C., Loch, T. P., Faisal, M., & Cain, K. D.

- (2018). Assessment of cross-protection to heterologous strains of *Flavobacterium psychrophilum* following vaccination with a live-attenuated coldwater disease immersion vaccine. *Journal of Fish Diseases*, 42(1), 75–84. Portico. <https://doi.org/10.1111/jfd.12902>
- Muktar, Y., & Tesfaye, S. (2016). Present Status and Future Prospects of Fish Vaccination: A Review. *Journal of Veterinary Science & Technology*, 07(02). <https://doi.org/10.4172/2157-7579.1000299>
- Muñoz-Atienza, E., Díaz-Rosales, P., & Tafalla, C. (2021). Systemic and Mucosal B and T Cell Responses Upon Mucosal Vaccination of Teleost Fish. *Frontiers in Immunology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.622377>
- Muroga, K. (2001). Viral and bacterial diseases of marine fish and shellfish in Japanese hatcheries. *Aquaculture*, 202(1–2), 23–44. [https://doi.org/10.1016/s0044-8486\(01\)00597-x](https://doi.org/10.1016/s0044-8486(01)00597-x)
- Nasr-Eldahan, S., Nabil-Adam, A., Shreadah, M. A., Maher, A. M., & El-Sayed Ali, T. (2021). A review article on nanotechnology in aquaculture sustainability as a novel tool in fish disease control. *Aquaculture International*, 29(4), 1459–1480. <https://doi.org/10.1007/s10499-021-00677-7>
- Ögut, H., & Altuntas, C. (2012). Occurrence and prevalence of infectious pancreatic necrosis virus in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cultured in cages in the Black Sea. *Aquaculture Research*, 43(10), 1550–1556. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02959.x>
- Öztürk, R. Ç., & Altınok, İ. (2014). Bacterial and viral fish diseases in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14(1).
- Pekmez, K., Kaplan, M., Çağırğan, A. A., Arslan, F., Kafa, B., & Kalaycı, G. (2022). Molecular characterisation of Lymphocystis Disease Virus detected from Sea Bream in Turkey. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 42(2). <https://doi.org/10.48045/001c.38086>
- Plant, K. P., & LaPatra, S. E. (2011). Advances in fish vaccine delivery. *Developmental & Comparative Immunology*, 35(12), 1256–1262. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2011.03.007>
- Poobalane, S., Thompson, K. D., Ardó, L., Verjan, N., Han, H.-J., Jeney, G., Hiro-no, I., Aoki, T., & Adams, A. (2010). Production and efficacy of an *Aeromonas hydrophila* recombinant S-layer protein vaccine for fish. *Vaccine*, 28(20), 3540–3547. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2010.03.011>
- Reyes, M., Ramírez, C., Ñancucheo, I., Villegas, R., Schaffeld, G., Kriman, L., Gonzalez, J., & Oyarzun, P. (2017). A novel “in-feed” delivery platform applied for oral DNA vaccination against IPNV enables high protection in Atlantic salmon (*Salmon salar*). *Vaccine*, 35(4), 626–632. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.12.013>
- Ringø, E., Olsen, R. E., Jensen, I., Romero, J., & Lauzon, H. L. (2014). Application of vaccines and dietary supplements in aquaculture: possibilities and challenges. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24(4), 1005–1032. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0300-0>

org/10.1007/s11160-014-9361-y

- Rodger, H. D. (2016). Fish Disease Causing Economic Impact in Global Aquaculture. *Birkhäuser Advances in Infectious Diseases*, 1–34. https://doi.org/10.1007/978-3-0348-0980-1_1
- Scott, C. J. W., Morris, P. C., & Austin, B. (2011). Cellular, Molecular, Genomics, And Biomedical Approaches Molecular Fish Pathology. *Encyclopedia of Fish Physiology*, 2032–2045. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-374553-8.00037-x>
- Shefat, S. H. T. (2018). Vaccines for use in finfish aquaculture. *Acta Sci. Pharm. Sci*, 2, 15-19.
- Sneeringer, S., Bowman, M., & Clancy, M. (2019). *The US and EU animal pharmaceutical industries in the age of antibiotic resistance*.
- Snieszko, S., Piotrowska, W., Kocylowski, B., & Marek, K. (1938). *Badania bakteriologiczne i serologiczne nad bakteriami posocznicy karpia*. Memoires de l'Institut d'Ichtyobiologie et Pisciculture de la Station de Pisciculture Experimentale a Mydlniki de l'Universite Jagiellonienne a Cracovie, 38.
- Sommerset, I., Skern, R., Biering, E., Bleie, H., Fiksdal, I. U., Grove, S., & Nerland, A. H. (2005). Protection against Atlantic halibut nodavirus in turbot is induced by recombinant capsid protein vaccination but not following DNA vaccination. *Fish & Shellfish Immunology*, 18(1), 13–29. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2004.03.006>
- Sun, Y., Liu, C., & Sun, L. (2011). Construction and analysis of the immune effect of an Edwardsiella tarda DNA vaccine encoding a D15-like surface antigen. *Fish & Shellfish Immunology*, 30(1), 273–279. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2010.10.020>
- Tafalla, C., Bøgwald, J., & Dalmo, R. A. (2013). Adjuvants and immunostimulants in fish vaccines: Current knowledge and future perspectives. *Fish & Shellfish Immunology*, 35(6), 1740–1750. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2013.02.029>
- Tamer, C., Albayrak, H., & Gumusova, S. (2021). Comparison of immune response between Escherichia coli-derived recombinant subunit vaccine and formalin-inactivated whole particle vaccine against viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) in rainbow trout. *Aquaculture Research*, 52(6), 706–2714. <https://doi.org/10.1111/are.15121>
- Tamer, C., Cavunt, A., Durmaz, Y., Ozan, E., Kadi, H., Kalaycı, G., Ozkan, B., Isidan, H., & Albayrak, H. (2021). Inactivated infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) vaccine and E.coli-expressed recombinant IPNV-VP2 subunit vaccine afford protection against IPNV challenge in rainbow trout. *Fish & Shellfish Immunology*, 115, 205–211. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.06.002>
- Tebbit, G. L., Erikson, J. D., & Vande Water, R. B. (1981). Development and use of *Yersinia ruckeri* bacterins to control enteric redmouth disease. *Developments in biological standardization*.
- Timur, G., Timur, M., Kubilay, A., Sarmaşık, A., (1993). “Bazı alabalık işletmelerinde

görülen infeksiyöz pankreatik nekrozis üzerinde bir araştırma.” Mezuniyetinin İlk yılında Doğu Anadolu Bölgesi I. Su Ürünleri Sempozyumu Özet Kitapçığı, 35.

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2023). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>

Yasuike, M., Kondo, H., Hirono, I., & Aoki, T. (2007). Difference in Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* gene expression profile following hirame rhabdovirus (HIRRV) G and N protein DNA vaccination. *Fish & Shellfish Immunology*, 23(3), 531–541. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2006.12.006>

Yong Byon, J., Ohira, T., Hirono, I., & Aoki, T. (2005). Use of a cDNA microarray to study immunity against viral hemorrhagic septicemia (VHS) in Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) following DNA vaccination. *Fish & Shellfish Immunology*, 18(2), 135–147. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2004.06.008>

Zhang, C., Zhao, Z., Liu, G.-Y., Li, J., Wang, G.-X., & Zhu, B. (2018). Immune response and protective effect against spring viremia of carp virus induced by intramuscular vaccination with a SWCNTs-DNA vaccine encoding matrix protein. *Fish & Shellfish Immunology*, 79, 256–264. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.05.029>

Zhao, Z., Zhang, C., Jia, Y.-J., Qiu, D.-K., Lin, Q., Li, N.-Q., Huang, Z.-B., Fu, X.-Z., Wang, G.-X., & Zhu, B. (2019). Immersion vaccination of Mandarin fish *Siniperca chuatsi* against infectious spleen and kidney necrosis virus with a SWCNTs-based subunit vaccine. *Fish & Shellfish Immunology*, 92, 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.06.001>

Bölüm 6

BİYOÇEŞİTLİLİK İÇİNDE ENDEMİK BİTKİLERİN YERİ VE ÖNEMİ

Gül YÜCEL¹



¹ Gül Yücel, Dr. Öğretim Üyesi, Peyzaj ve Süs Bitkileri Programı, Yalova Meslek Yüksek Okulu, Yalova Üniversitesi ORCID: 0000-0003-1235-4482

Biyçeşitlilik ve Sürdürülebilirliği

Biyçeşitlilik kavramı, çok genel bir ifadeyle bir bölgedeki yaşam çeşitliliğinin toplamını kapsar. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesinde üç biyçeşitlilik seviyesinden söz edilmektedir. Aralarında güçlü ilişkiler barındıran biyçeşitlilik seviyeleri, ekosistem çeşitliliği, tür çeşitliliği ve genetik çeşitlilik olarak bilinmektedir. Bu tanımlamalar bir bütün olarak biyçeşitliliği ifade etmektedir (Lo'pez-Pujol ve ark., 2006; Kefelioğlu, 2017; Öner ve ark., 2021). Gemici, (1999) 'a göre ise, biyolojik çeşitlilik; karasal, sucül ve bu ikisi arasında yer alan kıyısız ekosistemler ile bu ekosistemleri oluşturan daha küçük ekolojik birimlerde yaşayan tüm organizmaların oluşturduğu ve aynı zamanda ekolojik ve genetik çeşitliliği de ifade eden bir kavramdır. Ege Tarımsal Araştırma Orkide Çalıştayında (2012) ise; biyçeşitliliği, yaşayan doğa olarak tanımlamaktadır. Karasal alanlar, denizlerle birlikte diğer su ekosistemleri ve bunların parçası olarak sayılabilecek ekolojik yapıları da içerecek şekilde bütün alanlardaki canlı organizmaların kendi arasındaki değişimi ifade etmektedir. Biyolojik çeşitlilik kavramı, türlerin yaşam alanlarının (habitatların, daha geniş anlamda ekosistemlerin) farklı biyotik veya abiyotik unsurlarca ortaya çıkan değişiklikleri, ekosistemlerde yaşamlarını sürdüren canlı varlıkların kendi aralarındaki, canlı varlıklarla cansız varlıklar arasındaki, buldukları alan ve zamanla farklılık gösteren değişimler ile genler, türler, ekosistemler ve fonksiyonların bütünü anlatılmaktadır. Bu tanımlamalarla, biyçeşitliliğin sağlıklı bir çevrenin işareti olduğu da söylenebilir. İnsanlığın refah seviyesinin temel ölçütlerinden biri de iyi ve sağlıklı çevrenin sürdürülebilir olmasıdır. İşte bu nedenle de sağlıklı bir çevre ve iyi bir yaşam biyçeşitliliğin sürdürülebilirliğini zorunlu kılmaktadır.

Biyçeşitliliğin Bozulmasının Nedenleri

Yakın geçmişe bakıldığında doğal habitatların yeterli ölçüde korunamaması nedeniyle çok sayıda tür, henüz kayıtlara geçmeden yok olmuştur (Oliveira ve ark., 2015). Biyçeşitliliğin kaybolmasında çok sayıda etkenden söz edilebilir. Örneğin;

- Canlı türlerinin bulunduğu habitatların parçalanması ve/veya bozulmaya uğraması,
- Toprağın, suların ve havanın kirlenmesi,
- Egzotik bitki ve yeni tür ithalatı,
- Kontrolsüz tohum ve bitki toplama,
- Hayvan otlatma,
- Kentleşme, artan nüfus
- Maden çıkarma faaliyetleri

- Yoğun tarımsal faaliyetler
- Ormancılık alanındaki endüstriye yönelik üretim,
- Orman alanlarının yok edilmesi ve orman yangınları
- Erozyona yol açan kötü tarım yöntemleri, global iklim değişiklikleri.

Turizm alanındaki bazı gelişmeler de bunlara dahil edilebilir (Soumana ve ark., 2012; Vroh ve ark., 2016; Nohutçu ve ark., 2019; Bürün, 2021).

Ülkemizin bazı bölgelerinde yapılan ticari etkinlikler, dış satım, şehirleşme ve kontrollü tarımla birlikte ortaya çıkan değişimler, ekonomik açıdan bakıldığında yararlı sonuçlar oluşturabilmektedir. Ancak, biyolojik çeşitlilik açısından değerlendirildiğinde bu değişimler yüksek oranda kayıplara da yol açabilmektedir (Tan, 2010). Gelenen bu nokta biyoçeşitliliğin korunmasına ilişkin stratejilere dikkat çekmiş ve bu stratejik konuların ağırlıklı olarak tartışılmasına sebep olmuştur (Oliveira ve ark., 2015). Biyoçeşitlilikte yaşanan kayıplar, elbette estetik ve etik kaygılara neden olmaktadır ancak bu kaygıların ötesinde, beslenme, ilaç ve başka kullanım alanlarında da direkt veya indirekt biçimde büyük kayıplar da oluşturabilmektedir (Lo'pez-Pujol ve ark., 2006). Bugünün dünyasında biyoçeşitlilik kaybı genellikle, doğal türlerin çok sayıda bulunduğu alanlarda ekonomik beklentilerle ortaya çıkan insan faaliyetlerinin oluşturduğu dramatik azalışla ilişkilidir (Reed ve ark., 2011; Nurtaza ve ark., 2021). Dünya genelinde bilim insanlarınınca yapılan çok sayıda çalışma, insan kaynaklı değişikliklerin habitat kaybı oranını hızlandırdığını, bitki türlerinin dağılımını değiştirdiğini ve yaşam tarihindeki altıncı büyük yok oluş dönemi tetiklediğini doğrulamıştır. Dünya Koruma ve İzleme Merkezi (WCMC)'ne göre; dünyada 10.000'den fazla bitki türü tehlike altındadır. Küresel koruma biyologları, bitki türlerinin %36,5'inin (435.000) son derece nadir olduğunu ve bunların yaklaşık %25'inin önümüzdeki birkaç on yıl içinde yok olabileceğini tahmin etmektedirler (Mir ve ark., 2020).

Yeryüzündeki biyoçeşitliliğin korunması akılcı, bilimsel ve sürdürülebilir yönetim uygulamalarına bağlıdır. Hiç kuşkusuz küresel biyoçeşitliliğin sürdürülmesinde temel unsurlardan biri de endemik ve nadir bitkilerin özenle korunmasıdır. Bu türler, buldukları bölgelerdeki yerel alanların dışında, küresel anlamdaki biyolojik çeşitlilik açısından da son derece önemlidirler. Bu sebeple endemik türler, küresel koruma çabaları arasındaki en ciddi hedeflerden biridir (Yılmaz ve ark., 2017).

Endemik Bitkiler

Endemik sözcüğünün kaynağı Yunan dilindeki endemos sözcüğüne dayanmaktadır. Anlamı ise o yere ait yani “yerli” demektir. Türk Dil Kurumunun sözlüğünde ise endemik sözcüğü, “Sadece bir bölgede yetişen veya yaşayan hayvan veya bitki” olarak tanımlanmakta ve Fransızcadan

dilimize girdiği belirtilmektedir. Endemik bitki terimi ise; dar yayımlı ve genellikle yerkürenin yalnızca belli bir yöresinde ya da daha dar alanlarında dağılım gösteren türleri belirtir. Başka bir deyişle bir takson, dağılımı iyi tanımlanmış bir coğrafi bölge ile sınırlandırıldığında endemik kabul edilir. Örneğin bir bitki, belirli sınırlar içinde, dar bir alanda yayılım gösteriyorsa o bitkiye endemik bitki denir. Bu değerlendirmeyi bitki grupları için yaptığımızda ise; bitki gruplarının tür, tür üstü veya tür altı olabileceğini söylemek mümkündür (Öner ve ark., 2021; Çelik, 2017; Foggi ve ark., 2015; Kaya ve Aksakal, 2005; URL-1, 2023).

Endemizm ise, yani bir taksonun coğrafi bir yerle sınırlandırılması (Shaltout ve ark., 2018), floristik birimleri tanımlamak için yaygın olarak kullanılır ve biyocoğrafyadaki merkezi kavramlardan biridir (Noroozi ve ark., 2019). Başka bir tanıma göre ise endemizm, biyocoğrafyadaki temel konulardan biridir ve flora ve faunanın karakterlerini, kökenlerini ve evrimini araştıran herhangi bir çalışmanın temel bir bileşenidir (Huang ve ark., 2011). Tojibaev ve arkadaşları (2022) ise; endemizmi, türlerin belirli bir alandaki coğrafi kısıtlaması, biyoçeşitlilik analizi için anahtar bir kavram olarak tanımlamaktadır. Yine aynı araştırmacılara göre endemizm analizi, taksonomik/floristik gruplar hakkında hayati bilgiler sağlayabilir ve biyolojik çeşitlilik sıcak noktalarının tanımlanmasına, korunmasına ve biyocoğrafik bölgelerin sınırlandırılmasına katkıda bulunabilir. Büyük ölçekte (örneğin, biyocoğrafik bölgeler veya geniş bölgeler) gerçekleştirilen endemizm çalışmaları baskın olsa da nispeten küçük, ancak yüksek tür çeşitliliğine sahip ve endemik bölgelerde bu tür araştırmalar, koruma alanları için en önemli olanı belirleme yeteneği nedeniyle gereklidir.

Endemik alan tanımı ise; bazen bir adayı, bazan bir yarımadayı ya da bir dağı ifade edebileceği gibi bazan da birkaç metrekaresel çok dar alanları belirtebilir. Endemizm merkezleri (CE'ler), çok sayıda dar yayımlı türün bulunduğu alanlardır (endemizm sıcak noktaları) (Çelik, 2017; Noroozi ve ark., 2019). Endemik çalışmalar bitki dağılımı, floranın filogenetik tarihini anlamada önemli bir rol oynar çünkü bir türün dağılımı onun evrimsel tarihi ile yakından ilişkilidir (Huang ve ark., 2011). Endemik bir takson, nadir ve potansiyel olarak tehdit altında olarak tanımlanabilir ve bu nedenle de korumada öncelikli olarak kabul edilebilir (Foggi ve ark., 2015).

Ekoloji bilimi çalışanları, biyoçeşitliliğin korumasına ayrılan kaynaklar kısıtlı olduğunda, koruma planlarındaki önemlerinden ötürü önceliklerini endemik bitkilere ayırırlar ve bu bitkilerle ilgilenirler. Ayrıca, endemizm alanları (AE'ler) biyocoğrafya alanındaki analizlerin ana unsurlarıdır. Bu alanlar, sadece endemik türler bakımından zengin alanlar olmanın dışında, türlerin uyumlu biçimde dağılıma sahip oldukları sahalar olarak da bilinmektedir. Biyocoğrafya uzmanları ile evrimsel biyologlar, AE'lerin oluşma nedenlerini ortaya çıkarmaya odaklanırlar (Noroozi ve ark., 2019).

Endemizm alanları, koruma ve evrimsel biyoloji konuları ile büyük oranda ilgili olan önemli biyoçografik kavramlar arasında yer almaktadırlar. Türkiye, üç küresel biyoçeşitlilik sıcak noktasının (Akdeniz, Kafkas, İran-Anadolu) kesişme noktasında yer almaktadır ve dikkate değer düzeyde bitki çeşitliliğini ve endemizmi barındırmaktadır (Noroozi ve ark., 2019).

Endemik türler, bir ülkenin biyolojik çeşitlilik yönetiminin ve doğal sermayesinin önemli bir bileşenidir. Dar bir şekilde sınırlandırılmış endemikler, genellikle çevresel değişime ve bozulmaya en duyarlı türler arasındadır ve bu nedenle en yüksek derecede yok olma riski altındadır. Biyoçeşitlilikteki öncelikleri belirlemek ve korumak için endüstriyel veya ticari gelişim projelerinde çevresel etki değerlendirme raporlarının oluşturulması ve ülkelerin endemik floralarına ait kayıtların tutulması çok önemlidir. Bu endemik flora kayıtlarında hangi endemik türlerin olduğu, sayıları, hangi lokasyonda bulduklarına dair doğru bilgilerin bulunması gereklidir. Yüksek biyoçeşitlilik kayıplarının olduğu günümüzde, ülkelerin doğal kaynaklarının korunmasına ve bunların sürdürülebilir biçimde yönetimine etkili bir şekilde öncelik verebilmesi için bu tür bilgileri aktive etmek büyük önem taşımaktadır (Darbyshire ve ark., 2019).

Pek çok endemik türde (tek başına veya birlikte), onları antropojenik tehditlere ve/veya doğal değişikliklere karşı diğerlerinden daha savunmasız kılan bir dizi özellik bulunabilir. Bu özellikleri sınırlı dağılım, bir veya birkaç popülasyon, küçük popülasyon boyutu, azalan popülasyon boyutu, insanlar tarafından yapılan aşırı toplamalar, kısa üreme kapasitesi, belirli habitat koşulları ile istikrarlı ve sürekli ortamların bulunamaması vb. gibi sıralamak mümkün olabilir. Bu türlerin bu özellikleri ne kadar fazla ortaya çıkıyor ise türler, yok olmaya karşı o kadar savunmasızdırlar (Coelho ve ark., 2020). Örneğin, Kidane ve arkadaşları (2019) yaptıkları geniş kapsamlı bir çalışmayla, gelecekteki iklim değişikliğinin, eşsiz ekosistemler ve afroalpin platosuyla sınırlı endemik türler üzerinde belirgin bir etki ile türlerin dağılım modellerini önemli ölçüde değiştireceğini saptamışlardır. Yukarıda açıklanan çok sayıda neden genellikle endemiklerin ve endemiğe yakın türlerin soyu tükenmiş taksonlar haline gelmesine neden olabilir. Öte yandan söz konusu tehditler daha da yoğunlaştığında bu, endemik taksonları tamamen yok olmaya itebilir. Nitekim son yüzyıllarda, yok olma hızı giderek artmış ve her yıl yüzlerce, belki de binlerce türün, alt türün ve varyetenin yok olmasına neden olmuştur (Shaltout ve ark., 2018). Bu nedenle, endemik türler dikkatle izlenmeli ve yönetilmeli ve bunların korunması küresel bir öncelik olarak kabul edilmelidir (Şekil 1).



Şekil 1 Antalya Çiğdemi (*Crocus antalyensis* subsp. *antalyensis* (URL -2)

Endemik Bitkilerin Yayılım Alanları ve Konumlarına Göre Sınıflandırılması

Endemik bitkilerin yayılım sahalarının sınırları ile ilgili bir netlik söz konusu değildir. Yukarıda da belirtildiği üzere bu alan bazı durumlarda birkaç metre kare olurken bazı durumlarda bir kıta genişliğine ulaşabilir. Ancak genel olarak, yalnızca bölgesel ya da daha sınırlı ve küçük alanlarda yayılmış olan bitki türleri endemik olarak değerlendirilir. Endemik bitkilerin %80 oranındaki bir bölümü 1000-2000 m. rakımlarda dağılım göstermektedir. Bu bilgiye göre, yükseklikle beraber endemik bitkilerin artış gösterdiği ifade edilebilir. Genel olarak bir ovayla birbirinden ayrılmış, izole, birbirinin tersi ekolojik koşulların hakim olduğu orta derecede yüksek ya da yüksek dağlar endemik bitkiler açısından zengindir. Bir çölün ortasından yükselmiş ve ayrılmış dağlar ve tepeler yine yüksek endemizm oranına sahip alanlar olarak bilinmektedirler. Aynı şekilde adalar da izole alanlardan oluştuklarından endemik türler açısından zengin bölgelerdir. Bir alanın fito coğrafik karakteri ile endemik bitki türlerinin sayısının fazla olması arasında bağlantı vardır. Özellikle birbirinden farklılık gösteren kesimlerin geçiş alanlarında endemik türler fazladır (Kaya ve Aksakal, 2005). Endemik bir türü, doğal olarak ve münhasıran oluşan bir tür olarak tanımlamak ve belirli bir coğrafi bölgeye yüksek oranda adapte olduğunu söylemek mümkün olabilir. Bu türler, o alanın büyüklüğüne ve sınırlarına göre “yerel endemik” (küçük bir alanla sınırlı), “il endemik” (il sınırları ile sınırlı), “ulusal endemik” (bir ulusun sınırları),

“bölgesel endemik” (coğrafi bir bölgeyle sınırlı) ve “kıtasal endemik” (bir kıtaya sınırlı) olarak tanımlanır ve sınıflandırılır (Coelho ve ark., 2020).

IUCN Uluslar Arası Doğa Koruma Birliği

Günümüzde artık bitki türlerinin kaybı dünya çapında bir sorun haline gelmiştir. İntensif tarım uygulamaları ve geleneksel yöntemlerin terk edilmesi sonucunda arazi kullanımında meydana gelen değişikliklere bağlı olarak habitat parçalanma süreçlerinde, bitki türlerinin kaybı da yoğunlaşmaktadır. Çünkü küçük ve izole edilmiş hale dönüşen popülasyonlar, daha yüksek bir yok olma olasılığıyla karşı karşıyadır. Bu nedenle gerçek yok olma oranı, doğal olarak beklenenden 100-1.000 kat daha yüksektir (Kaulfuß ve Reisch, 2017). Ayrıca doğal popülasyonlardaki bitki türleri, yoğun hayvan baskısı, yangınlar, kontrolsüz biçimde yapılan kesimler ve sökümler, bitki ıslahı çalışmaları, yapılaşma, artan yoğun kentleşme ve yüksek oranda herbisit kullanımı gibi çok farklı tehlikelerle yüz yüze kalmaktadır. Maruz kalınan bu olumsuz unsurlar, ilerleyen zaman içinde bitkilerin tehlikeye maruz kalma derecelerini belirlenmesi ve önlem alınmasını zorunluluk haline getirmiştir. Bu gereksinimi karşılayabilmek amacıyla da “Uluslararası Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN)” kurulmuştur (Çelik, 2017).

IUCN (International Union for Conservation of Nature) Uluslararası Doğa Koruma Birliği ve konuyla bağlantılı başka sivil toplum örgütleri ve komiteler son dönemlerde dünya üzerinde yayılım gösteren bitki türlerinin, özellikle de büyük bir bölümü küçük ve sınırlı alanlarda yayılım gösteren endemik türlerin, korunabilmeleri için dikkate değer çalışmalar yapmaktadır. Yapılan floristik araştırmalar veya yöre halkı tarafından aktarılan bilgiler ve yapılan gözlemler herhangi bir türün tehlide maruz kalıp kalmadığı hakkında aydınlatıcı bilgileri oluşturmaktadır. Doğal popülasyonlarında azalma gözlemlenen veya doğal habitatlarının yok olma tehlikesi bulunan türlerin, sürdürülebilirliklerinin tehlike altında olduğu söylenebilir. Bu türlerin uluslararası alanda hangi tehlike kategorisine girdikleri belirlendikten sonra neslinin kaybolma riski bulunan ve tehdit altında olanlara öncelik verilmek suretiyle, koruma önlemleri alınır. IUCN tarafından yapılan çalışmalarda, bitkilere ait tehlike kategorileri belirlenmiştir. Tehlike altındaki bitkilerin durumları değerlendirerek Kırmızı Bülten olarak da bilinen “Red Data Book” adlı doküman yayımlanmıştır. Türlerin küresel koruma durumuna ilişkin en güvenilir bilgi kaynağı IUCN Kırmızı Listesi’dir. Bu kaynak araştırmacılara verileri karşılaştırmayı sağlayacak bir sistem sunmak için küresel düzeyde yok olma riskinin değerlendirilmesine dayalı nesnel standartlar kullanır (Foggi ve ark., 2015). IUCN kırmızı liste kategorileri ve kriterleri; 1994 yılında IUCN Konseyince onaylanmıştır. 1994 yılından bu yana uluslararası düzeyde kabul gören ve IUCN dışında çok sayıda hükümetler ve kurumlar tarafından yayımlanan dokümanlarda ve kayıtlarda başvuru ve kullanılan en geniş ve kapsamlı “Küresel Koruma Durumu” envanteridir (Öner ve ark., 2021). Aslan

ve Uslu (2021), The Plant List (2021) ve IUCN (2021) verilerine dayandırarak verdikleri bilgilerde dünyadaki 350.699 bitki türünden 21.726'sının tehdit altında olduğunu belirtmektedirler. Öte yandan bu tehditler nedeniyle 2000 yılı için %45 seviyesinde olan biyoçeşitlilik potansiyelinin, 2030 yılında %34-42 seviyelerine kadar düşebileceği öngörülmektedir (Eker ve ark., 2015). Coelho ve ark. (2020)'ye göre çok sayıda bitki türü (%75'ten fazlası) 35 Küresel Biyoçeşitlilik Sıcak Noktasında endemiktir ve işaret edilen bu bölgelerdeki koruma çabaları, bu eşsiz türlerin kaybını azaltmaya büyük ölçüde katkıda bulunabilir Bu nedenle biyolojik çeşitliliğin araştırılması ve korunması günümüzde küresel bir görevdir. Çok sayıda bilim insanı, kırmızı kitapta listelenen nadir, endemik ve nesli tükenmekte olan türleri incelemektedir. Çünkü bu kitapta yer alan türlere verilen hasarın değerlendirilmesi ve önlenmesi için çaba harcanması gerekmektedir (Ydyrys ve ark., 2020).

Ülkemizin Biyoçeşitlilik ve Endemik Bitkiler Açısından Değerlendirilmesi

Ülkemiz kuzey yarımküre üzerinde 36°-42° kuzey enlemleri ve 26°-45° doğu boylamları arasında konumlanmış olup, orta enlem kuşağında yer almaktadır. Ege ve Akdeniz bölgelerini içeren Akdeniz Bitki sahası, Karadeniz ve Marmara bölgelerini içine alan Avrupa-Sibirya Bitki sahası ve İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerini kapsayan İran-Turan Bitki sahalarının birbirini kestiği noktada özel bir konuma sahiptir. Gerek topografik yapısındaki farklılıklar gerekse çok kısa mesafelerde bile değişebilen iklim koşulları, aslında Türkiye coğrafyasının biyolojik çeşitliliğine de etki yapmakta hatta bu noktada belirleyici olmaktadır. Türkiye değişik yükseltilere sahip (yer yer 2.000 metrede daha fazla yükseltilerdeki) dağlık alanları, doğal habitatlarındaki farklılıkları, ılıman iklim kuşağında yer almasının getirdiği avantajları, yakın mesafelerde bulunan bölgeler arasında bile çok net gözlemlenebilen çok farklı jeolojik ve toprak yapısının var oluşuyla, biyoçeşitlilik konusunda son derece geniş bir varlığa sahiptir. Hiç kuşkusuz bu varlığın oluşmasında ülkemizin bulunduğu coğrafi konum en önemli faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü ülkemiz, farklı doğal bitki örtülerine sahip, 3 ayrı bölgenin kesiştiği noktada konumlanmıştır. Türkiye, bitki geçişlerinde ve taşınımalarında Güneybatı Asya ve Güney Avrupa arasında adeta bir köprü oluşturmuştur. Bir süre sonra bu özellik, ülkemizin biyolojik çeşitlilik bağlamında, dünya üzerinde "Minör Asia" yani "Küçük Asya" olarak nitelendirilmesine neden olmuştur (Gemici, 1999; Eken ark., 2006; Akkemik, 2014; Çelik, 2017; Öner ve ark., 2021).

Böylesine zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahip olan Anadolu toprakları, endemik bitki türleri bakımından da dünya çapında ayrı bir önemi olan sayılı coğrafyalar arasında yer almaktadır. Bir bütün olarak Avrupa'ya baktığımızda toplamda sayısal olarak tüm Avrupa kıtası 12 bin bitki türünü içermektedir. Söz konusu bu toplam rakamın 2 bin 750'si ise endemik bitki türlerinden oluşmaktadır (Şekil, 2).



Şekil 2 *Gladiolus anatolicus* - Anadolu Glayöülü (URL-3)

Güncellenen son bilgiler, genel biyoçeşitlilik zenginliğimiz konusunda da değinildiği gibi, endemik bitki zenginliğimizi de Anadolu topraklarının üç kıta arasında özel bir konumda bulunması, değişik coğrafi farklılıkların doğal bir sonucu olarak iklimlerde oluşan çeşitlilikle açıklamaktadır. Deyim yerindeyse ülkemiz toprakları bu anlamda, yeryüzünde benzerlerine sıklıkla rastlanmayan bir endemik bitki çeşitliliğini üzerinde barındırmaktadır. Bu alanda çalışan bilim insanlarının ülkemiz topraklarındaki bu bitki zenginliğinin sebeplerine yönelik ileri sürdükleri bir başka görüş de buzul çağlarında Anadolu topraklarının bitkiler için bir sığınak gibi görev yapmasıdır (Çelik, 2017) (Şekil 3).



Şekil 3 *Cephalanthera kotschyana* - Koç Salebi (URL -4)

Avrupa ülkelerinde bulunan bitki sayıları ülkemizdeki bitki sayılarıyla karşılaştırıldığında, ülkemizin bu alanda çok ön sıralarda olduğunu söylemek yerinde olacaktır (Avcı, 2014). Örneğin; İtalya için bu rakam 5600, Yunanistan ve İspanya için 5000, Fransa için 4500, Bulgaristan için 3650, Almanya için 2500, İngiltere için 2000, Norveç için 1715 olarak ifade edilmektedir. Ayrıca bir diğer dikkat çekici nokta, sözü edilen ülkelerde yetişen türlerin çoğunun benzer nitelikte olmasıdır. Türkiye, sınırlı alanlarda varlık gösterebilen ve orijini o bölge olan endemik bitkiler açısından da dünyadaki diğer ülkelere göre çok büyük zenginliğe sahiptir ve bu alandaki bir karşılaştırmada kendine ilk sıralarda yer bulmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4 *Lathyrus undulatus* (İstanbul nazendesi)

Türkiye'yi ayrı tutarak bir değerlendirme yapıldığında, diğer Avrupa ülkeleri toplam olarak 2750 endemik bitki türüne sahip olurken, Türkiye coğrafyasında bu rakam 3000'in üzerine çıkmaktadır. Daha net bir ifadeyle Türkiye'nin doğal bitki örtüsünde bulunan taksonların 3.649'u endemiktir ve endemizm oranı da %31.82'dir denebilir (Güner ve ark., 2012; Çelik, 2017). Türkiye'den sonra, Avrupa'da en fazla endemik bitki türünü topraklarında barındıran ülke ise, 800 endemik bitkiyle Yunanistan olarak bilinmektedir. Yine bir karşılaştırma yapmak için İsviçre'nin tek bir endemik bitki türüne sahip olduğunu da burada belirtmek yerinde olacaktır. Ülkemizde endemik bitkilerin yetiştiği iller bazında bir sıralama yapıldığında, 578 endemik bitki türü sayısı Antalya ili ilk sırayı almaktadır. Antalya'yı 478 adet tür sayısı Konya ilimiz takip etmektedir. Üçüncü sırada ise Mersin ilimiz yer almaktadır bu ilimize ait tür sayısı ise 366 adettir (Çelik, 2017; Şentürk ve ark., 2021).

Türkiye toprakları çok sayıda canlı türü için "tek nokta endemiği" konumundadır. Bu türler, yeryüzünde sadece Türkiye'de bir noktada yaşamaktadır ve bu türlerin büyük bir kısmını bitkiler (421 tür) oluşturur. Söz konusu türlerin 394 tanesi (%87) ülke çapında belirlenen 125 Önemli Doğa Alanı'nın (ÖDA) içinde yayılış gösterirken, geri kalan 57 tür (%13) ise henüz bir ÖDA sınırı içine alınmamıştır (Eken ve ark., 2006; Öner ve ark., 2021).

Kayaçların yapısı bitki türlerinin endemizm oranı üzerinde önemli derecede etkilidir. Serpatinler (ki bunlar ultramafik kayalarla birleşmiş halde bulunurlar) bu noktada dikkat çekicidirler. Anadolu coğrafyası bu tür kayalar yönünden oldukça zengindir. Yüksek endemizm oranına sahip bölgelerin önemli bir kısmında bu kayalar yayılım göstermektedir. Kalker kayalar da endemikler için önemli barınak yerleridir. Batı ve Güney Anadolu'da yaygın endemizm biçimi ise yamaç molozları üzerinde görüntülenir. Ülkemizde bazı endemikler dar yayılışlı bazıları ise geniş yayılışlı olabilmektedir. Bazı dağlar ve dağ sıralarındaki habitatlar dar yayılım gösteren endemikler için uygun olmaktadır. Örneğin Amanoslar, Sandras dağı, Bey dağları, Bolkar dağları, Uludağ, Kaz dağları, Munzur dağları endemizm oranının yüksek olduğu dağlardır. Silsile halindeki dağların dışında endemizm oranının yüksek olduğu yöreler arasında Orta toroslar, Antitoroslar, Sivas ve Çankırı çevresindeki jipsli sahalar, Tuz gölü civarı Rize ve Artvin'in yüksek dağlık alanları, Van, Bitlis ve Hakkari çevreleri dikkat çekmektedir. Endemik olan tohumlu bitki türleri yönünden en zengin familya ise, Asteraceae'dir. Bunu sırasıyla Fabaceae ve Lamiaceae familyaları izlemektedir (Öztürk ve Yiğit, 2013).

Daha genel bir bakış açısıyla, ülkemiz topraklarının neredeyse on gün arayla, daha önceden tespiti yapıp, kayıtlara girmemiş farklı bir bitki taksonunun tespit edildiği, bitki örtüsündeki çeşitliliğin en bariz şekilde

sergilendiği çok özel bir habitat konumunda olduğu söylenebilir (Güner ve ark., 2012) Ülkemiz coğrafi alanlarında dağılım sergileyen ve tohum oluşturan bitkilere ilişkin verileri “Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)” adlı kapsamlı araştırma çalışmasında sunmuştur. Bu kapsamlı yayında belirtildiği şekliyle; takson sayımız, 11.707 adettir. Bu taksonların sayısal dağılımı ise; 11.466 doğal, 171 egzotik 70 adedi ise tarım bitkisi olacak şekilde tür veya tür altı düzeydedir. Özetle ülkemiz florasının 3/1’lik oranda endemik taksonlardan oluştuğu bilimsel olarak kabul görmüş bir geçektir (Şentürk, 2021).

Bu alandaki tarihsel incelemelere bakıldığında, ülkemiz florasına ait bitkilerin incelemeye alınması araştırma faaliyetlerinin başlatılması ve konuya yoğunlaşılmasının yaklaşık olarak 300 yıl öncesine dayandığı görülmektedir. Örneğin ilk inceleme çalışmaları 18.yüzyılda Joseph Pitton de Tournefort tarafından yürütülmüştür. 19. yüzyılda Pierre Edmond Boissier tarafından oluşturulan ve doğudaki ülkelerin florasını inceleyen *Flora Orientalis* adlı yapıt, Türkiye florasını da kapsadığı için konuyla ilgili yapılan ilk yayınlardan olmuştur. Bu yapıt 5 cilt ve 1 ek ciltten oluşmuştur (Şenkul ve ark., 2017). 20. yüzyıla gelindiğinde ise, Peter Hadland Davis tarafından 1965-1988 yılları arasında yazılan ve floramız hakkında en kapsayıcı bilgilere sahip olan “Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası” (*Flora of Turkey and the East Aegean Islands*) eser ortaya çıkmıştır. Bu yapıt, 9 cilt ve 2 ek ciltten oluşmaktadır (Davis, 1965-1985). Sonraki yıllarda da Türkiye florasına ilişkin araştırmalar devam etmiştir. Halen bitki örtüsü zenginliğimiz ile ilgili çalışmalar yerel düzeyde ve Türkiye genelinde sürmektedir. Ülkemiz florasında yapılan her türlü bilimsel araştırma elbette çok değerlidir. Ancak bu alandaki araştırma konuları arasında endemik bitkilere odaklanmış olanların çok özel bir yerinin olduğu unutulmamalıdır. Endemik bitkiler konusunda ülkemizde çok sayıda çalışma yapılmış ve önemli bilgi ve verilerden oluşan bir birikim sağlanmıştır (Şenkul ve ark., 2017).

Endemik Bitkilerin Kullanım Alanları

Bilindiği üzere floramızı oluşturan bitki türlerinin önemli bir kısmı (endemik bitkilerin bazıları da bu listeye dahildir) dünyanın başka ülkelerinde olduğu gibi Türkiye’de de halkımız tarafından değişik alanlarda kullanılmaktadır. Bu alanlara baktığımızda;

- Hastalıkların tedavi edilmesi
- Besin sağlama
- Çay ve baharat olarak tüketme
- Değişik boya ve böcek öldürücü olarak kullanım
- Reçine ve yapıştırıcı olarak kullanım

- İçecek olarak kullanım
- Kozmetik alanında kullanım vb. sayılabilir (Okçu ve ark., 2018).

Öteyandan endemik bitkilerden yenilebilir olanların geçmiş dönemlerden bu yana mutfak kültüründe de yer aldığını söylemek mümkündür (Bulut, 2019).

Ayrıca yukarıda açıklanan özellikler nedeniyle geniş bir biyoçeşitliliğe sahip olan ülkemiz topraklarında 346 türün ticareti yapılmaktadır. Bu bitkilerden 112 sinin ise dış satımı yapılmakta ve ekonomik anlamda katma değer yaratılmaktadır. Dış satımı yapılan bu türlerin 24'ünün endemik türlerden oluştuğu belirtilmektedir (Doğan ve ark., 2021).

Endemik türler son dönemlerde aşağıda açıklandığı şekliyle turizm faaliyetleri arasında da kendilerine yer bulmaktadırlar.

Dünya nüfusunun hızla artması, iklimlerdeki değişiklikler, çevrenin hem tahrip edilmesi hem de kirlenmesi ve benzer şekilde çok sayıda olumsuzluklar insanoğlunun bir yandan doğal alanlara özlemini artırırken, diğer yandan da daha fazla ilgisini çeker olmuştur. Bu sebeple dünyada birçok insanın doğa olaylarını gözlemlemek amacıyla turizm faaliyetine katıldığı ifade edilmektedir. Turizm alanında tüm dünyada yaşanan bu gelişmeler klasik anlamdaki turist profilinde de değişim yaratmıştır. Konuya ülkemiz açısından bakıldığında ise, özellikle son 10-15 yılda alternatif bir turizm arayışıyla ülkemizi ziyaret etmek isteyen turist sayısında artışlar gözlemlenmektedir. Hem turist sayısındaki bu artış hem de turist profilindeki bu farklılık zaman içinde değişik cazibe merkezleri olan turizm alanlarının ve turizm programlarının daha ilgi çekici hale gelmesine neden olmuştur. Bu değişime bağlı olarak turistlerin farklı beklentilerini karşılamak için yeni turizm hizmetleri planlanmaya başlanmıştır (Çelik, 2018; Ray ve ark., 2019). Bu bağlamda özellikle genel turizm içinde ekoturizm kitleler tarafından giderek daha fazla talep görür hale gelmiştir. Gelişen dünya toplumları fauna, flora ve bunların içinde yer alan endemik türlerle daha fazla ilgilenmeye başlamıştır. İlerleyen zaman, insanlar tarafından söz konusu alana duyulan bu ilgi ve merakla gerçekleştirilen tüm faaliyetleri ekoturizm içinde bir alt turizm modeli haline gelmiştir. Türlerin yok olması ya da yok olma tehdidi ile yüz yüze olmaları, sürekli yıkıma uğramak üzere olan doğal alanların gündemden hiç düşmemesi insanları bu türleri ve bu alanları görmeye yöneltmiştir. Bunun sonucunda, dünyanın belli yerlerinde ekoturizm alanları oluşmuş ve doğal bir sonuç olarak turizm hareketliliği sırasında bu bölgelere ilgi artmaya başlamıştır. Bu tür alanlar ve bu türden bir turizm modeli turizm etkinliğinde bulunan katılımcılar için de cazip bir alternatif turizm biçimi olarak değerlendirilmeye başladığı ifade edilmektedir (Kurnaz ve Babür, 2018).

Bir yörede endemik bitkilerin varlığı ile yöredeki turizm hareketliliği artırmaktadır. Botanik turizminin en önemli amaçlarından biri de ilgi duyanlara sınırlı ve belli bir alanda yetişebilen özellikle de endemik türleri gözlemek, onları tanımak hatta inceleyip araştırma fırsatını sunmaktır. Bu bağlamda endemik türler, eko turizm alanında kendine özel bir yer edinmiş doğal varlıklarımız arasında yer almaktadır. Sonuç olarak, bu varlıklarımız turizm alanında ek bir gelir kaynağı oluşturmaktadır. Bu kaynağın en avantajlı yanı ise, sürdürülebilir olması için varlıklarımızın özenle korunması dışında herhangi bir ek yatırıma ihtiyaç duymamasıdır. Örneğin Seyhanlıoğlu (2021)'e göre, Ağrı Doğubayazıt Sazlığı endemik bitki gözlemciliği yapılabilen bir alan olarak yöre turizmine katkı sunmaktadır

Endemik Bitkileri Koruma Yolları

Endemik bitkilerin tamamının kültüre alınarak korunması olanaklı ve rasyonel bir uygulama değildir. Sürdürülebilirliğin sağlanması açısından tüm dünyada bu konuda alınması gereken başka önlemlere gereksinim duyulmaktadır ve bu alanda çalışanlar için de bu önlemler öncelikli konular arasındadır. Sürdürülebilir kaynak kullanımı ise; “uzun vadede biyolojik çeşitlilik öğelerinin kaybına neden olmayacak biçimde ve günümüz insanının ve gelecek kuşakların da gereksinimlerine cevap verme” biçiminde ifade edilebilir (Nohutçu, 2019). Endemik bitki türlerinin korunmasında farklı koruma yöntemlerinden söz etmek mümkündür (Şekil 5).



Şekil 5 *Centaurea hermannii* (Çatalca peygamber çiçeği)

In situ koruma; ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin doğal ortamlarında korunması, biyolojik çeşitliliğin orijinal genetik ve coğrafi merkezlerini koruduğu için endemik türler de dahil olmak üzere türlerin korunması için en uygun koruma yaklaşımıdır. Ancak, daha eksiksiz ve etkili bir koruma programı için, yerinde korumayı tamamlamak ve desteklemek için farklı stratejiler ve yöntemler uygulanmalıdır.

Ex situ koruma; yani biyoçeşitliliğin doğal yaşam alanlarının dışında korunması, nadir ve endemik türlerin korunması için aslında bazen tek seçenektir. Geleneksel tohum bankası depolaması (-20 °C'de kuru depolama), bitki germplazmının ex situ korunması için en basit ve en etkili yöntemdir ve aynı zamanda genetik olarak çeşitli materyalleri koruduğu için en iyi seçimdir. Ancak, tüm bitki türleri bu teknikle korunamaz. Dirençli (kurumaya duyarlı) ve orta (nispeten kurumaya dayanıklı) tohumlara sahip türler, canlılıklarını kaybetmeden kuruma koşullarına ve soğuk depolamaya dayanamazlar; sadece kurumadan etkilenmeyen tohumlar (kurumaya dayanıklı) bunu başarabilir. Ayrıca tohum vermeyen ve vejetatif olarak çoğaltılan bitki türleri de vardır. Bunun ötesinde, tohum üretebilmelerine rağmen oldukça heterozigot olan başka bitki türleri de vardır. Bu bitki türleri için geleneksel ex situ koruma yöntemi arazi koleksiyonları şeklindedir. Ancak bu yöntemin de sınırlamaları vardır; genellikle geniş araziler gerektirir, emek yoğunudur ve koleksiyonlar hastalıklardan ve doğal afetlerden korunamayabilir. Buna ek olarak, tarla koleksiyonları esas olarak ürün türlerini korumak için kullanılır. Bu nedenle, bu türlerin korunması için biyoteknolojik yöntemler gibi alternatif yaklaşımların uygulanması önemlidir. Öyle bile olsa, alternatif koruma yöntemlerinin kullanımı yalnızca vejetatif olarak üretilen ve geleneksel olmayan tohumlanmış türler için düşünülmemelidir. Bazı durumlarda, geleneksel koruma yöntemlerine ek olarak, tohum bankalarında kolayca korunan kurumaya dayanıklı tohumlara sahip türler için bile hayatta kalma şansını artırmak amacıyla tamamlayıcı stratejiler uygulamak gerekir (Coelho, 2020).

KAYNAKÇA

- Akkemik, Ü. (Yay. Haz.), (2014). Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları-1. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, ISBN: 978-605-4610-48- 8, 736 s., Ankara.
- Arslankaya, H. (2012). Türkiye'deki Endemik Orkide Türlerinin Türkiye Biyoçeşitliliğinin Devamı Açısından Önemi. Türkiye 2. Orkide ve Salep Çalıştayı, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Aslan, H. & Uslu, A. (2021). Biyoçeşitliliğin Geliştirilmesi İçin Polinatör Böcekleri Çeken Bitki Türlerinin Kentsel Peyzajda Kullanımı: Kalecik Örneği. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 6 (1), 358-373. DOI: 10.30785/mbud.888300
- Avcı, M., (2014). Paleocoğrafya, Resimli Türkiye Florası, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, Flora Dizisi 2, Türkiye İş Bankası Kültür yayınları, Genel Yayın No: 3090.
- Bulut, H.S., (2019). Turizmde Gastronomi ve Ekslibris. *İnönü Üniversitesi Kültür ve Sanat Dergisi*, 5 (1), 26-32 . DOI: 10.22252/ijca.526912
- Bürün, B. (2021). Bitki Biyoçeşitliliğinin Korunmasında Biyoteknolojinin Kullanımı ve Türkiye'deki Çalışmalar. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi-C Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, 10(1), 1-16
- Coelho, N., Gonçaves, S., Romano, A. (2020). Endemic plant species conservation: Biotechnological approaches. *Plants*, 9(3), 345.
- Çelik, K. (2017). Anadolu'nun endemik güzelleri. *Journal of Awareness (JoA)*, 2(Special), 541-544.
- Darbyshire, I., Timberlake, J., Osborne, J., Rokni, S., Matimele, H., Langa, C., Datizua, C., Sousa, C., Alves, T., Massingue, A., Hadj-Hammou, J., Dhanda, S., Shah, T., Wursten, B. (2019). The endemic plants of Mozambique: diversity and conservation status. *PhytoKeys*, 136, 45-96.
- Davis, P. H. (1965–1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 1–9. Edinburgh, UK: Edinburgh University Pres.
- Doğan, M., Sedeltun, Y., Odabaşoğlu, C., Odabaşoğlu, M. İ. (2021). Şanhurfa İli Çevresinde Yetişen Papatya (*Matricaria chamomilla* (L.)) Türlerinde Enzim Miktar Tayini. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 345-350.
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D. T., Lise, Y. (2006). Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları I, ISBN: 978-975-98901-3-1 (1 C). Doğa Koruma Derneği. Ankara.
- Eker, İ., Vural, M. ve Aslan, S. (2015). Ankara İli' nin Damarlı Bitki Çeşitliliği ve Korumada Öncelikli Taksonları, *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 2(3): 57- 114.

- Foggi, B., Viciani, D., Baldini, R. M., Carta, A., Guidi, T. (2015). Conservation assessment of the endemic plants of the Tuscan Archipelago, Italy. *Oryx*, 49(1), 118-126.
- Gemici, Y., 1999. Biyoçeşitlilik ve Bitki Genetik Kaynakları (Ders Notları), Ege Üniv. Fen Fak. Biyoloji Bölümü., İzmir.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (Edlr.), 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, Flora Dizisi: 1, ISBN: 978-605-604-25-7-7, 1290 s., İstanbul
- Huang, J. H., Chen, J. H., Ying, J. S., Ma, K. P. (2011). Features and distribution patterns of Chinese endemic seed plant species. *Journal of Systematics and Evolution*, 49(2), 81-94.
- Kaulfuß, F., Reisch, C. (2017). Reintroduction of the endangered and endemic plant species *Cochlearia bavarica*—Implications from conservation genetics. *Ecology and evolution*, 7(24), 11100-11112.
- Kaya, Y., Aksakal, Ö. (2005). Endemik bitkilerin dünya ve Türkiye'deki dağılımı. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 85-99.
- Kefelioğlu, H. (2017). Termenin Biyoçeşitlilik ve Doğal Ortam özellikleri (Characteristics of Biodiversity and Natural Environment of Terme). (Editörler; Yılmaz, C., Korkmaz, H.) Ascopy, ISBN: 978-605-2104-03-3.
- Kidane, Y. O., Steinbauer, M. J., Beierkuhnlein, C. (2019). Dead end for endemic plant species? A biodiversity hotspot under pressure. *Global Ecology and Conservation*, 19, e00670.
- Kurnaz, A., Babür, T. E. (2018). Flora-Fauna ve Endemik Türlerin Ekoturizm Ürünü Olarak Kullanılması: Datça Yöresi Örneği. *Mesleki Bilimler Dergisi (MBD)*, 7 (2), 410-419. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mbd/issue/40281/44323>
- López-Pujol, J., Zhang, F. M., Ge, S. (2006). Plant biodiversity in China: richly varied, endangered, and in need of conservation. *Biodiversity & Conservation*, 15(12), 3983-4026.
- Mir, A. H., Tyub, S., Kamili, A. N. (2020). Ecology, distribution mapping and conservation implications of four critically endangered endemic plants of Kashmir Himalaya. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(9), 2380-2389.
- Nohutçu, L., Tunçtürk, M., Tunçtürk, R. (2019). Yabancı bitkiler ve sürdürülebilirlik. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 142-151.
- Noroozi, J., Zare, G., Sherafati, M., Mahmoodi, M., Moser, D., Asgarpour, Z., Schneeweiss, G. M. (2019). Patterns of endemism in Turkey, the meeting point of three global biodiversity hotspots, based on three diverse families of vascular plants. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 159.
- Nurtaza, A., Magzumova, G., Yessimseitova, A., Karimova, V., Shevtsov, A., Silayev, D., Lutsay, V., Ramankulov, Y., Kakimzhanova, A. (2021). Micropropagation of the endangered species *Malus niedzwetzkyana* for conservation biodiversity in Kazakhstan. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 1-12.

- Okcu, Z., Kaplan, B. (2018). Doğu Anadolu bölgesinde gıda olarak kullanılan yabancı bitkiler. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(3), 260-265.
- Oliveira, I. D. S., Lacorte, G. A., Weck-Heimann, A., Cordeiro, L. M., Wieloch, A. H., Mayer, G. (2015). A new and critically endangered species and genus of Onychophora (Peripatidae) from the Brazilian savannah—a vulnerable biodiversity hotspot. *Systematics and Biodiversity*, 13(3), 211-233.
- Öner, H. H., Nihal, Ö. Z. E. L., Altun, N., Yanmadık, Y. (2021). Muğla Orman Bölge Müdürlüğü idari sınırlarında yayılış gösteren endemik bitki taksonlarının güncel durumu. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 8(1), 97-107
- Öztürk, A., Yiğit, N. (2013). Türkiye'deki Bazı Endemik Türler ve Süs Bitkisi Olarak Kullanım Olanaklar, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova Üniversitesi, 5. Süs Bitkileri Kongresi 06-09 Mayıs, Yalova.
- Ray, U. C., Demirtaş, N., Pirçek, M. (2019). Bir Hatay Endemiği: Kırmızı Guddeme (*Helichrysum Sanguineum*)'Un Botanik Turizmi Açısından İncelenmesi. İu. *Uluslararası Eğitim Bilimleri ve Sosyal Bilimler Sempozyumu* (s. 464-470). Nevşehir: Resscongress.
- Reed, B. M., Sarasan, V., Kane, M., Bunn, E., Pence, V. C. (2011). Biodiversity conservation and conservation biotechnology tools. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 47(1), 1-4.
- Shaltout, K., Ahmed, D., Diab, M., El-Khalafy, M. (2018). Re-assessment of the near-endemic taxa in the Egyptian flora. *Taekholmia*, 38(1), 61-83
- Soumana, I., Mahamane, A., Gandou, Z., Ambouta, J. M. K., Saadou, M. (2012). Vegetation and plant diversity pattern study of Central Eastern Niger grasslands. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(1), 394-407
- Şenkul, Ç., Kaya, S. (2017). Türkiye endemik bitkilerinin coğrafi dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi*, (69), 109-120.
- Şentürk, M., Binzet, R. (2021). Mersin İlinin Süs Bitkisi Potansiyeli Taşıyan Bazı Dikotil Endemik Bitkileri. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 8(16), 79-92.
- Şeyhanlıoğlu, H.Ö., Kınır, S. (2021). Ağrı destinasyonunun alternatif turizm potansiyeline ilişkin yerel paydaşların bakış açısı. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(1), 619-634.
- Tan, A. (2010). Türkiye bitki genetik kaynakları ve muhafazası. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 7-25.
- Tojibaev, K., Khassanov, F., Turginov, O., Akbarov, F., Pulatov, S., Turdiboev, O. (2022). Endemic plant species richness of Surkhondaryo province, Uzbekistan. *Plant Diversity of Central Asia*, 1, 71-84.
- URL -1: <https://www.milliyet.com.tr/egitim/endemik-ne-demek-tdkya-gore-endemik-kelimesinin-anlami-nedir-6205338>
- URL -2: <https://www.cekud.org.tr/tr/antalya-cigdemi/>

- URL -5: <https://dogaladogru.com/yasam/turkiyede-olduguna-sasiracaginiz-muhtesem-endemik-bitkileri>
- URL-3: http://www.vanherbaryum.yyu.edu.tr/flora/azortandir/gladiolusan/pages/Gladiolus%20anatolicus_jpg.htm
- URL-4: <https://biyologlar.com/cephalanthera-kotschyana-koc-salebi>
- Vroh, B. T. A., Yao, C. Y. A., Kpangui, K. B., Bi, Z. B. G., Kouamé, D., Koffi, K. J., Koffi, B. J. C., N'Guessan, K. E. (2016). Comparing suitable habitat models to predict rare and endemic plant species distributions: what are the limits of the niche of *Cola lorougnonis* (Malvaceae) in Côte d'Ivoire?. *Environment and Natural Resources Research*, 6(3), 1-17.
- Ydyrys, A., Serbayeva, A., Dossymbetova, S., Akhmetova, A., Zhuystay, A. (2020). The effect of anthropogenic factors on rare, endemic plant species in the Ile Alatau. *In E3S Web of Conferences* (Vol. 222, p. 05021). EDP Sciences.
- Yilmaz, H., Yilmaz, O. Y., Akyüz, Y. F. (2017). Determining the factors affecting the distribution of *Muscari latifolium*, an endemic plant of Turkey, and a mapping species distribution model. *Ecology and Evolution*, 7(4), 1112-1124.