

ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİ

ALANINDA ULUSLARARASI
TEORİ, ARAŞTIRMA VE DERLEMELER

Ekim 2023

EDİTÖRLER

PROF. DR. EMİNE KÜÇÜKER
PROF. DR. KORAY ÖZRENK

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

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

Birinci Basım / First Edition • © Ekim 2023

ISBN • 978-625-6450-89-9

© 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

Alanında Uluslararası Teori, Araştırma ve Derlemeler

Ekim 2023

Editörler

Prof. Dr. Emine KÜÇÜKER

Prof. Dr. Koray ÖZRENK

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ VE TARIMSAL ÜRETİM UYGULAMALARI

Levent BURGU, Hanife MUT 1

Bölüm 2

TÜRKİYE'DEKİ ARTEMİA POPULASYONUNA İLİŞKİN ARAŞTIRMALAR

Mine KIRKAĞAÇ 19

Bölüm 3

ESANSİYEL YAĞLARIN SU ÜRÜNLERİNDE KALİTE VE RAF ÖMRÜNE ETKİSİ

İsmail Yüksel GENÇ 39

Bölüm 4

ORMAN ENDÜSTRİSİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: GEÇMİŞ, ŞİMDİ VE GELECEK PERSPEKTİFİ

Ahmet Bora KIRKLIKÇI, Yaşar Selman GÜLTEKİN 51

Bölüm 5

MOBİLYA İMALATINDA İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARININ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Abdi ATILGAN, Seda FANDAKLI 67

Bölüm 6

LEPTOGRAPSUS YENGEÇLERİ ÜZERİNDEN MORFOMETRİK ÖZELLİKLERİN İNCELENMESİ

Övgü GENCER 93

Bölüm 7

**FİTOREMEDİASYON VE FİTOREMEDİYATÖR TARLA BİTKİLERİ
PHOTOMEDIATION AND FITORMEDIATOR FIELD CROPS**

Nüket ALTINDAL, Demet ALTINDAL 101

Bölüm 8

**İZMİR İLİ SEFERİHİSAR İLÇESİNDE MANDALİNA ÜRETİCİLERİNİN
KİMYASAL İLAÇ KULLANIMINA YÖNELİK TUTUM
VE DAVRANIŞLARININ ANALİZİ**

Fatih GÜVENİR, Duran GÜLER, Özlem KARAHAN UYSAL..... 117

Bölüm 9

**LORAWAN SİSTEMİNİN GENEL YAPISI VE TARIMSAL SULAMA
SİSTEMLERİNDEKİ UYGULAMALARININ İNCELENMESİ**

Hayrettin KARADÖL..... 133

Bölüm 10

**SIIRT FISTIĞINDA VERİMİ ETKİLEYEN BAZI FAKTÖRLER
KONUSUNDA YETİŞTİRİCİLERİN UYGULAMALARI**

Abdullah AKBOĞA, Koray ÖZRENK, Görkem ÖZTÜRK 143

Bölüm 11

TÜRKİYE'DE KIRAZ ÜRETİMİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ

Deniz SARICA, Vecdi DEMİRCAN, Aslı DALGIÇ 155

Bölüm 1

YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ VE TARIMSAL ÜRETİM UYGULAMALARI

Levent BURGU¹

Hanife MUT²

1 Doktora Öğrencisi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, leventburgu@gmail.com, Orcid No: : 0000-0003-3538-7172

2 Prof. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, hanife.mut@bilecik.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-5814-5275

GİRİŞ

Sürdürülebilirlik anlayışı genel olarak Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonunun Ortak Geleceğimiz raporunda yaptığı “gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden, bugünün ihtiyaçlarını karşılayan ekonomik kalkınma faaliyeti” tanımıyla başlamıştır. (WCED 1987: 39) Bu kavram akademik yayınlarda da yine aynı yıllarda yer almaya başlamış ve günümüze kadar önemli değişimler geçirerek gelmiştir (Portney, 2015).

Bu süreç içerisinde sürdürülebilir kalkınmanın, birbiriyle iç içe geçmiş üç yönünün, ekonomik sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik ve çevresel sürdürülebilirlik olduğu kabul görmüştür (Gedik, 2020). Bu makalede sürdürülebilir kalkınmanın önemli ayaklarından biri olan çevresel sürdürülebilirliğin ve daha özel olarak tarımsal üretimde çevresel sürdürülebilirliğin değerlendirmesi konusuna odaklanmıştır.

Tarım diğer birçok sektörden farklı olarak içinde bulunduğu ekolojiye muhtaç durumdadır. Çevrede oluşacak bir kirlenme üretim için bağımlı olduğu doğal kaynakların da kullanılamaz hale gelmesine veya azalmasına neden olabilmektedir. Bu durum çevresel sürdürülebilirliğin tarımsal üretim için diğer sektörlerden çok daha özel bir öneme sahip olmasını gerektirir.

Robert Goodland, Çevresel Sürdürülebilirlik Konsepti isimli çalışmasında, doğal sermayenin korunması olarak çevresel sürdürülebilirlik” tanımını ortaya koymuş, tanımın bu şekilde yapılmasının girdi/çıkıtı kurallarını oluşturduğunu, bu kapsamda iki temel çevre fonksiyonu olarak tanımladığı kaynak ve lavabo işlevlerinin bozulmadan sürdürülmesi ve hem girdi sağlayıcısı “kaynak” hem de atıklar için “lavabo” olarak doğal sermayenin korunması gerektiğini belirtmiştir (Goodland, 1995).

Hem girdi hem de çıktı aşamalarında çevresel sürdürülebilirliğin kontrol edilebilmesi için ürünün hammadde temininden başlayarak, tüketimine ve bertarafına kadar oluşturduğu çevresel yüklerin denetlenmesi önemlidir. Bunun için geliştirilmiş olan yaşam döngüsü değerlendirmesi yöntemi (YDD), tarım ürünlerinin toplam çevresel yüklerini analiz etme, elde edilen veriler ile risk unsurlarını belirleme ve bu noktalarda tedbirler olarak çevresel sürdürülebilirlik bakımından iyileştirmeler yapma imkânı sunmaktadır.

1. Yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) ve tarihsel gelişimi

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi, bir ürün ya da hizmetin üretiminde kullanılan ham maddelerin elde edilmesinden başlayarak, tüm üretim, sevkiyat, tüketim ve sonrasında oluşturduğu atığın bertarafını da kapsayan yaşam döngüsünün farklı aşamalarındaki çevresel etkilerini belirlemek, raporlamak ve yönetmek için kullanılan bir yöntemdir (Demirer, 2011).

YDD ürün veya hizmetin tüm yaşam döngüsü sürecini ve bağlantılarını bütünsel olarak ele alır, bu sayede süreç boyunca oluşan çevresel etkiler kümülatif olarak değerlendirilebilir ve raporlanabilir.

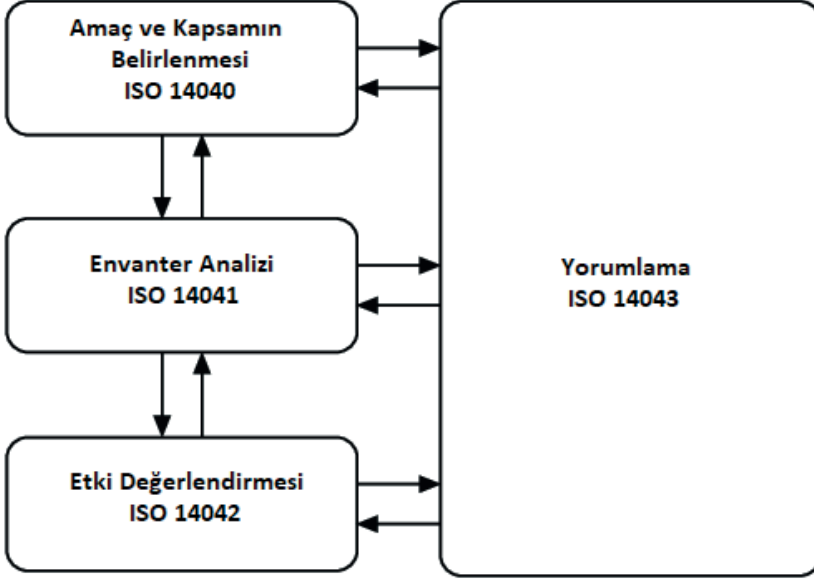
YDD'nin ilk örnekleri 1960'ların sonları ve 1970'lerin başlarında yapılan enerji analizleri, kaynak gereksinimleri, emisyon ve atıkları kapsayan çevresel çalışmalara dayandığı kabul edilmektedir. 1969'da Midwest Araştırma Enstitüsü (MRI) tarafından Coca Cola Şirketi için yapılan ve farklı içecek kaplarının kaynak gereksinimlerini, emisyon yüklemelerini ve atık akışlarını ölçen çalışma, bilinen ilk örneklerdendir. Bundan sonra, 1974'te ABD Çevre Koruma Ajansı için aynı enstitü tarafından yapılan dokuz içecek kabının çevresel profilini ortaya koyan çalışma ve İsviçre'de yapılan PVC, cam, kalay ve karton ürünlerin çevresel etkilerinin karşılaştırıldığı çalışma bugün bilinen şekliyle YDD'nin başlangıcı olmuştur (Guinée vd., 2011, Hunt., 1974, Eidgenössisches Amt für Umweltschutz [EAU], 1974).

1990'lara kadar bu konuda gerçekleştirilen çalışmalarda araştırma metodları ve veri kullanımında farklılıklar nedeni ile çelişkili sonuçlar elde edilmiştir (Guinée vd., 1993). Bu yıllardan itibaren Çevresel Toksikoloji ve Kimya Derneği (SETAC), YDD çerçevesinin, terminolojisinin ve metodolojisinin iyileştirilmesi ve uyumlulaştırılması konusunda koordine edici bir rol oynamaya başlamış ve bunun bir sonucu olarak Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi için Kılavuz İlkeler: «Uygulama Kuralları» belgesini yayınlamıştır (Guinée vd., 2011, Consoli vd., 1993). ISO tarafından da YDD standardizasyonu çalışmaları, Kasım 1993'te Paris'teki ISO Teknik Komitesi (TC 207) Alt Komitesi SC 5'te başlatılmış ve daha sonra 1997'de 14040 Genel İlkeler, 1998'de 14041 Yaşam Döngüsü Envanter Analizi ve 2000'de 14042 Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi ve 14043 Yaşam Döngüsü Yorumu standartları yayınlanmıştır (Marsmann, 2000).

1997 yılından itibaren uygulamada karşılaşılan zorluklar ve standartlar serisi üzerindeki tartışmalar neticesinde revizyon çalışmaları, Mexico City'de Ocak 2005'te ISO Teknik Komitesinde başlatılmış ve 2006 yılında güncel standartlar yayınlanmıştır (Klüppel, 2005., Pryshlakivsky ve Searcy, 2013). Dünyada halen YDD çalışmaları bu standartlar doğrultusunda yürütülmektedir.

2. Yaşam döngüsü değerlendirmesinin metodolojisi

ISO 14040 standartlarına göre YDD uygulaması amaç ve kapsamın belirlenmesi, envanter analizi, etki değerlendirme ve yorumlama olmak üzere 4 aşamada gerçekleştirilir.



Şekil-1 ISO 14040'a göre yaşam döngüsü değerlendirme çerçevesi

2.1. Amaç ve kapsamın belirlenmesi

YDD çalışmasının ne amaçla yapıldığı ve kapsamının ne olacağı bu aşamada değerlendirilir. Bu sayede ihtiyaç duyulacak veriler ve bu verilerin gerekli kalite düzeyleri de belirlenebilir. Çalışma amacı üretimin çevresel yüklerinin değerlendirilmesi, hammaddelerin etkilerinin belirlenmesi, üretimdeki bir işlemin etkisinin tespit edilmesi, iki ayrı ürünün veya yöntemin karşılaştırılması gibi çok çeşitli seçeneklerden biri veya birkaçı olabilir. Çalışma amacı diğer karar aşamalarına da ışık tutacak ve yönlendirecektir.

2.1.1. Sistem sınırlarının belirlenmesi

Sisteme dahil edilecek birim üretim süreçlerinin belirlenmesidir. Sıklıkla kullanılan sistem sınırları tipleri aşağıda açıklanmıştır. (Muralikrishna ve Manickam, 2017., Uluslararası Kimya Dernekleri Konseyi [ICCA], 2020., Kavitha vd.,2020) Sistem sınırları amaca uygun çıktı üretecek şekilde belirlenmelidir.

Beşikten Mezara : Hammadde temininden, tüketim veya imha aşamasına kadar tüm yaşam döngüsü kapsayan değerlendirmedir. Tüm girdiler ve çıktılar, yaşam döngüsünün tüm aşamaları için dikkate alınır.

Beşikten Kapıya: Hammadde temininden, işletme kapısına, yani ürünün satış için nakliye hazır hale getirildiği aşamaya kadar olan süreci kapsayan yaşam döngüsü değerlendirmedir. Ürünün nakliye, satış, tüketim ve imha aşamaları sisteme dahil değildir.

Beşikten Beşiğe: En geniş ve karmaşık yaşam döngüsü değerlendirmesidir. Ürünün kullanım ömrü sonunda yeniden kullanım veya geri dönüşüm süreci de sisteme dahil edilir. Veri toplanması Bu tür bir değerlendirme için veri toplanması, analiz edilmesi ve değerlendirmesi her ürün için mümkün olmayabilir.

Kapıdan Kapıya: Yaşam döngüsü boyunca tanımlanmış bir noktadan, ikinci bir tanımlanmış noktaya kadar olan süreci kapsayan yaşam döngüsü değerlendirmesidir. Üretime ait özel bir sürecinin tanımlanmasında ve değerlendirmesinde kullanılan bir yöntemdir.

2.1.2. Fonksiyonel birimin belirlenmesi

Amaç ve kapsamın belirlenmesi aşamasında, çalışmada esas alınacak fonksiyonel birim de belirlenmelidir. Fonksiyonel birim YDD'nin en önemli unsuru olup sistem işlevinin ve bundan türetilen çalışmanın işlevsel biriminin açık bir ifadesidir. Fonksiyonel birim açıkça tanımlanmalı, çalışma amaca uygun ve ölçülebilir olmalı, girdi ve çıktı verileriyle sağlanabilir olmalıdır (Consoli vd., 1993). Örnek olarak tarım sektöründe, silajlık mısır üretimine yönelik olarak yapılan YDD uygulamasında fonksiyonel birim olarak 1 da alan, 1 kg silaj, 1 kg ham protein veya 1Mj metabolize enerji seçilebilir. Akademik çalışmalarda çoğunlukla tercih edildiği gibi karşılaştırma yapmak veya birlikte değerlendirmek için farklı fonksiyonel birimlerle aynı üretim için birden fazla yaşam döngüsü değerlendirmesi de yapılabilmektedir.

2.2. Envanter analizi

Amaç ve kapsam tanımı tarafından yönlendirilir. İncelenen ürün sistemlerindeki tüm süreçlerden temel akışlar hakkında verilerin toplanması, derlenmesi ve değerlendirilmesidir. Bu aşama bir YDD'nin en çok zaman alan kısmıdır (Bjorn vd., 2018).

Yaşam döngüsü değerlendirmelerinde envanter analizi dört adımda gerçekleştirilir. (USEPA, 2006)

- Değerlendirilen süreçlerin akış diyagramının geliştirilmesi.
- Veri toplama planı hazırlanması.
- Veri toplama
- Sonuçları değerlendirilmesi ve raporlanması.

YDD için veri kaynağı olarak ölçüm ekipmanlarından alınan değerler, ekipmanların teknik özellikleri, işletme kayıtları, endüstri veri raporları, veri tabanları, laboratuvar test sonuçları, ilgili kurum ve kuruluşlara ait veriler, dergiler, makaleler, kitaplar ve daha önce yapılmış YDD sonuçları kullanılabilir (Demirer, 2011).

Envanter analizinin sonucu, çevreye salınan kirletici miktarlarını ve tüketilen enerji ve malzeme miktarını içeren bir listedir (USEPA, 2006). Uygulamada kullanılan yazılımlar ile YDD'nin envanter analizi sonuçlarının listelenmesi ve etki analizi kısmı büyük ölçüde otomatikleştirilmiş ve kolaylaştırılmıştır (Rosenbaum vd., 2018). YDD için kullanılan başlıca yazılımlara SimaPro, GaBi, Quantis Suite, CMLCA, openLCA ve Open-IO örnek olarak verilebilir (Shaked vd., 2015).

2.3. Etki değerlendirme

Envanter analizinde tanımlanan çevresel yüklerin etkilerinin karakterize edildiği ve değerlendirildiği teknik, nicel ve/veya nitel bir süreçtir (Consoli vd., 1993). Bu aşamada, yaşam döngüsü envanterlerinin temel akışlara ilişkin sağladığı bilgiler çevresel etki puanlarına dönüştürülür. Bu şekilde üretimin etki kategorilerine katkılarını değerlendirmeyi amaçlar.

Yaşam döngüsü etki değerlendirmesi ile diğer etki analizi türleri arasında önemli bir ayrım bulunmaktadır. YDD, bir ürün, süreç veya faaliyetle ilişkili herhangi bir spesifik fiili etkiyi kesin olarak ölçmeyi amaçlamaz. Bunun yerine, bir üretim sistemi ile potansiyel etkiler arasında bir bağlantı kurmaya çalışır. YDD'de kullanılan modeller genellikle çeşitli etki kategorilerinin her biri içindeki daha karmaşık modellerin türetilmiş ve basitleştirilmiş versiyonlarıdır. Bu basitleştirilmiş modeller, insanlara veya çevreye zarar verme potansiyelinin göreceli karşılaştırmaları için uygundur ancak insan sağlığına veya çevreye yönelik mutlak riskin veya gerçek hasarın göstergesi değildir. (USEPA., 2006)

Etki değerlendirmesinde ilk adım, tipik olarak, insan sağlığı, ekolojik sağlık ve kaynakların tükenmesine odaklanan ve çalışmada değerlendirilecek olan etki kategorilerini seçmektir. Bu etki kategorileri envanter analizi sürecine rehberlik etmesi için amaç ve kapsamın belirlenmesi aşamasında tanımlanmalıdır ancak veri toplama aşamasının ardından yeniden değerlendirilmesi gerekir. (USEPA, 2006) Etki değerlendirmesinin ikinci adımı ve ana unsuru karakterizasyon, potansiyel etkilerin hesaplanmasını içerir. Bundan sonra ISO standartına göre zorunlu olmayan normalleştirme ve ağırlıklandırma işlemleri yapılabilir. Normalleştirme farklı çevresel etki kategorilerinin karşılaştırılması için bir temel sağlar. Ağırlıklandırmada ise göreceli önemlerine bağlı olarak her bir etki kategorisine bir ağırlık faktörü atanır (Muralikrishna ve Manickam, 2017).

Etki kategorisinde değerlendirilecek etki kategorileri her üretimin kendine has şartlarına ve YDD'nin amacına göre değişiklik gösterebilmektedir. Yaşam döngüsü değerlendirmelerinde sıklıkla kullanılan bazı etki kategorileri Tablo 1.'de verilmiştir.

Tabloda verilen etki kategorilerinden küresel ısınma potansiyeli, karbon dioksit (CO₂) gibi sera gazlarının ve diğer eşdeğerlerinin toplam emisyonları

açısından, normalde 100 yıl olan sabit bir süre boyunca oluşturabileceği iklim değişikliği etkisini yansıtan bir kategoridir. Stratosferik ozon, üst atmosferde, canlıları güneş ultraviyole (UV) radyasyonuna aşırı maruz kalmaktan koruyan, bir gaz tabakası olup stratosferik ozon tüketim potansiyeli ise bir ürünün yaşam döngüsü boyunca neden olduğu stratosferik ozonu tüketen toplam gaz emisyonlarının göreceli etkisini yansıtır. Asidifikasyon potansiyeli, asidik gazların (örn. kükürt oksitler (SO_x), nitrojen oksitler (NO_x), hidroklorik asit (HCl), hidroflorik asit (HF), amonyak (NH₄)) toplam emisyonlarının nispi etkisini yansıtan bir kategoridir. Bu emisyonlar su kütlelerini ve toprağı asitleştirebilmekte ve bina korozyonuna neden olabilmektedir. Ötrofikasyon potansiyeli, ürünün yaşam döngüsü boyunca bitki besin maddelerinin (fosfor veya nitrojen içeren bileşikler) doğrudan veya dolaylı olarak su kütlelerine taşınım potansiyeli ve su kaynaklarında oluşturacağı etkiyi ifade etmektedir. Doğrudan arazi kullanım değişikliği arazinin doğal halinden (orman, otlak, mera, ekili arazi, bozulmuş arazi, vb.) tarımsal veya tarımsal üretim için değiştirilmiş bir duruma dönüştürülmesiyle ilişkili bir kategoridir. Arazi kullanımı için yapılan uygulama ile o arazideki sera gazı emisyonlarında ve karbon stoklarında meydana gelen değişiklikleri gösterir. (ICCA, 2020)

Tablo 1. Sıklıkla kullanılan etki kategorileri (USEPA, 2006)

Etki Kategorisi	Ölçek	YDE Veri Örnekleri (sınıflandırma)	Genel Olası Karakterizasyon Faktörü	Karakterizasyon Faktörünün Açıklaması
Küresel Isınma	Küresel	Karbondioksit (CO ₂), Nitrojendioksit (NO ₂), Metan (CH ₄), Kloroflorokarbonlar (CFSc), Hidrokloroflorokarbonlar (HFCF), Metilbromid (CH ₃ Br)	Küresel ısınma potansiyeli	Envanter verilerini karbondioksit eşdeğerlerine dönüştürür. Küresel ısınma potansiyelleri 50,100 veya 500 yıl olabilir.
Stratosferik Ozon Tüketimi	Küresel	Kloroflorokarbonlar (CFSc),Hidrokloroflorokarbonlar, (HFCF),Halonlar, Metilbromid (CH ₃ Br)	Ozon tüketimi potansiyeli	Envanter verilerini trikloroflorometana (CFC-11) eşdeğerlerine dönüştürür.
Asidifikasyon	Bölgesel Yerel	Sülfüroksitler (SO _x) Nitrojen oksitler (NO _x) Hidroklorik asit (HCL), Hidroflorik asit (HF) Amonyak (NH ₄)	Asidifikasyon potansiyeli	Envanter verilerini hidrojen iyonu eşdeğerlerine dönüştürür.
Ötrofikasyon	Yerel	Nitrojenoksit (NO),Nitrojendioksit (NO ₄),Nitratlar, Amonyak (NH ₄)	Ötrofikasyon potansiyeli	Envanter verilerini fosfat eşdeğerlerine
Fotokimyasal Sis	Yerel	Metan olmayan hidrokarbon (NMHC)	Fotokimyasal oksidan oluşturma potansiyeli	Envanter verilerini etan eşdeğerlerine çevirir.
Karasal Zehirlilik	Yerel	Kemirgenlere olan öldürücü konsantrasyonu raporlanmış zehirli kimyasallar	LC ₅₀	LC ₅₀ verilerini eşdeğerlerine dönüştürür; açığa çıkarma ve multimedya modelleme kullanır.
Su Zehirliliği	Yerel	Balıklara olan öldürücü konsantrasyonu raporlanmış zehirli kimyasallar	LC ₅₀	LC ₅₀ verilerini eşdeğerlerine dönüştürür; açığa çıkarma ve multimedya modelleme kullanır.

İnsan Sağlığı	Küresel Bölgesel Yerel	Havaya, suya ve toprağa yapılan toplam salımlar	LC ₅₀	LC ₅₀ verilerini eşdeğerlerine dönüştürür; açığa çıkarma ve multimedya modelleme kullanır.
Kaynak Tüketimi	Küresel Bölgesel Yerel	Kullanılan mineral miktarı Kullanılan fosil yakıt miktarı	Kaynak tüketimi potansiyeli	Envanter verilerini kullanılan kaynak miktarının rezervde kalan kaynak miktarına oranına dönüştürür.
Arazi Kullanımı	Küresel Bölgesel Yerel	Düzenli kullanılan alan veya diğer arazi değişiklikleri	Arazi kullanılabilirliği	Tahmini bir yoğunluk kullanılarak hacme dönüştürür.
Su Kullanımı	Bölgesel Yerel	Su kullanımı veya tüketimi	Su kıtlığı potansiyeli	Envanter verilerini kullanılan kaynak miktarının rezervde kalan kaynak miktarına oranına dönüştürür.

2.4. Yorumlama

Bu aşama eleştirel incelemeyi, veri duyarlılığının belirlenmesini ve sonuç sunumunu içerir (Iyyanki, 2017). Yorumlamada amaç, müdahalenin, sistemin veya ürünün çevresel etkilerinin önemli ölçüde azaltılabileceği yaşam döngüsü aşamalarını belirlemek ve ilgili belirsizlikleri analiz etmektir. Böylece araştırmacının sonuçlar çıkarmasını, değerlendirmesini, çalışmanın sınırlamalarını açıklamasını, envanter ve etki değerlendirme aşamalarının sonuçlarına dayalı olarak önerilerde bulunmasını sağlar. Bu aşama, karar verme için açık ve kullanılabilir bilgiler sağlamalıdır (Shaked vd., 2015).

Tarımsal üretimde yaşam döngüsü değerlendirmesi sonucunda yapılacak yorumlama ile üretimde kullanılan hangi girdilerin veya uygulamaların ürünün çevresel yükünü arttırdığı belirlenebilir ve bu bilgi ışığında alınacak tedbirler sayesinde çevresel etkilerin azaltılması sağlanabilir. Bunun yanında çevresel yüklerin çoğunluğu fazla emisyon, kullanılan girdiler ve tarımsal uygulamalardan kaynaklandığından alınacak olası tedbirler üretim verimliliğinin arttırılması ve girdi kullanımını azaltılması gibi maliyet düşürücü ve verim arttırıcı sonuçları da sağlayabilmektedir.

3. Tarımsal üretimde yaşam döngüsü değerlendirmesinin önemi

İnsanlar çoğunlukla tarım ürünlerinin yenilenebilir kaynaklardan olduğunu düşünür. Oysa tarımsal üretim kısıtlı doğal kaynakları tüketir, ekipmanlara ve verimliliğe ihtiyaç duyan uygulamaları vardır ve her geçen gün kentleşme, erozyon ve çoraklaşma gibi etmenlerle daralan verimli topraklara sahip arazilerde uygulanır (Sieverding vd., 2020). Dünyada temiz su kaynaklarının %70'i tarımda, %19'u endüstride ve % 11'i ise kentsel tüketimde kullanılmaktadır. Kıtalar arası farklılıklara baktığımızda tarımın su kullanım payının Afrika'da %82, Asya'da %81, Okyanusya'da %60, Amerika'da % 51 iken Avrupa Kıtasında %21 düzeyinde olduğu görülmektedir (AQUASTAT, 2022). Kıtalar arası bu farklılığın iklim koşulları ve gelişmişlik düzeylerine bağlı olduğu değerlendirilmektedir. Arazi kulla-

nımında da tarımın önemli bir payı bulunmaktadır. Buzsuz arazi yüzeyinin yaklaşık dörtte üçü, insanlar tarafından işlenen araziler (%12), meralar (%37) veya yönetilen ormanlar (%22) gibi tarımla ilgili faaliyetler için kullanılmaktadır (IPCC, 2019). Bu veriler tarım sektörünün doğal kaynakların kullanımında önemli bir payı olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda tarımsal uygulamalardan kaynaklanan çevresel riskler de oldukça önem arz etmektedir.

Bununla birlikte tarım diğer sektörlerle karşı karşıya geldiğinde rekabet edememekte, gelişmişlik düzeyinin arttığı bölgelerde, tarımın araziye ve suya olan erişimi azalmaktadır. Mevcut koşullarda tarımsal üretimin kaynaklara erişimini arttırma şansının olmadığı, önümüzdeki yıllarda tarıma ayrılan doğal kaynakların verimli kullanılmasına ve çevresel risklerin azaltılarak kaynakların korunması çalışmalarına odaklanılmasına ihtiyacımız olduğu açıktır. Bu aşamada YDD tarımın verimli şekilde sürdürülebilirliğinin sağlanması için önemli bir araç olarak kullanılabilir.

Nitekim YDD'nin endüstriyel sektörde gelişiminin başlangıcı, 1973 yılındaki petrol krizi sonrasında, şirketlerin enerjilerini korumanın ve ürünlerini iyileştirmenin yollarını ararken, yaşam döngüsü değerlendirmesine odaklanmasına ve bu amaçla kullanmaya başlamalarına dayanmaktadır (Bendouma, 2020). Bu durum tarım sektörüne de örnek teşkil edebilecek bir unsurdur.

Tüketici tercihleri de tarımsal üretim için önemli bir kıstaslar arasındadır. Cechini vd. (2018) tüketici tercihleri üzerine yapılmış 41 araştırmayı ele aldıkları derleme çalışmalarında; tüketicilerin büyük bir bölümünün çevre dostu ve organik sertifikalara sahip ürünler için daha yüksek bir fiyat ödemeye istekli olduklarını tespit etmiş, Forbes vd. (2009); Yeni Zelanda'daki şarap tüketicilerinin görüşlerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, tüketicilerin "yeşil" üretim uygulamaları kullanılarak üretilen şaraba güçlü bir talebi olduğunu belirlemiş, Li ve Kallas (2021) ise Dünya çapında 80 araştırmayı analiz ettikleri çalışmalarında; sürdürülebilir gıda ürünleri için tüketicilerin daha fazla ödemeye istekli olduklarını ifade etmiştir. Tüketicilerin çevre dostu üretilen ürünlere yönelik talebi, olumsuz çevresel etkilerin minimize edildiği tarımsal ürünlerin pazarlanmasında bir avantaj olacağını göstermektedir. Bu unsur da YDD kullanarak tarımsal üretimin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ve üretimde risk oluşturan girdi ve faaliyetlerin daha az çevresel etkiler oluşturan alternatifleri ile değiştirilmesi ve daha çevre dostu üretim yapılmasına teşvik edebilecek bir neden olarak görülebilir.

4. Yaşam döngüsü değerlendirmesinin tarımsal üretim uygulamalarında zorluklar

YDD temelde endüstriyel ürünlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş bir yöntemdir (Hayashi vd. 2005). Üstelik uygulamanın ilk zamanlarında, YDD'nin tarımsal üretim sistemlerine uygulanması sistematik olarak araştırılmamış olduğundan, genel yaklaşımın nasıl değiştirilip ta-

rıma uyarlanması gerektiği konusunda somut bilgiler bulunmuyordu (Audsly vd. 1997). Bu durum tarımsal üretim uygulamasında kavramsal ve fiziksel farklılıklar nedeni ile bazı zorluklarla karşılaşılmasına neden olmuş, sonraki yıllarda araştırmacıların çalışmaları ve çeşitli kurumların uyumlaştırma çabaları sonucunda günümüzde tarımsal üretim YDD değerlendirmeleri belirli bir aşamaya ulaşmıştır. Ancak halen tartışılan bazı zorluklar bulunmaktadır. Brankatsch (2019), bu zorlukları veri kullanılabilirliği ve kalitesi ile metodolojik zorluklar olarak kategorize etmiştir.

Tarım ürünleri çoğunlukla birden fazla şekilde tüketime sunulabilmektedir. Örneğin mısır hayvan yemi olarak ya da etanol üretiminde kullanılabilir. Bunun yanında insanların tüketimine de sunulabilmektedir. Bu durum tarımsal üretimde sistem sınırlarının belirlenmesini ve YDD'nin bütünsel yaklaşımı olan beşikten mezara YDD yapılmasını zorlaştırmaktadır. Tarımsal üretimin bu özel koşulları nedeniyle, daha çok, ürünün girdi teminden başlayarak (girdilerin üretiminden kaynaklanan çevresel yükler dahil) hasat sonrası çiftlik kapısına kadar olan faaliyetlerin tümünün çevresel yükünü değerlendiren beşikten kapıya YDD uygulanması yapılabilmektedir. (Sieverding vd., 2020).

Tarımsal üretimin çok işlevli olması bir başka zorluğu ön plana çıkarmaktadır. Bazı tarım ürünlerinin birden fazla çıktısı (ortak ürünler) vardır, dolayısıyla YDD uygulayıcısının, çevresel yükü, tipik olarak çok farklı sektörlerde kullanılan belirli ortak ürünler arasında tahsis etmesi gerekir ve yapılan bu tahsisin YDD sonucunu büyük ölçüde etkileme potansiyeli vardır (Brankatsch., 2019). Bu konuda da farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Tricase vd. (2018) organik arpa üretimi ile konvansiyonel arpa üretiminin çevresel etkilerini karşılaştırmalı olarak belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında girdilerin tahsisini arpa ve samanın ekonomik getirilerini esas alarak yapmışlardır. Brankatsch ve Finkbeiner (2014) ise buğday tanesi ve buğday samanı arasındaki tahsis paylarının kütle esas alınarak yapılması durumunda %56 (tane)/44 (saman), enerji esas alınarak yapılması durumunda %55/45, ekonomik değerleri esas alınarak yapılması durumunda %77/23 olduğunu belirtmiş ve bu değerlerin arasında %75/25 tahsis sonucu veren, uzun yıllardır Alman tarım istatistiklerinde ortak bir payda olarak kullanılan ve esas olarak besi hayvanları için besin değerine dayanmakta olan tahıl biriminin kullanılmasını önermişlerdir.

Tarımsal YDD uygulamalarında tartışılan konulardan biri de fonksiyonel birimin belirlenmesidir. Hass vd. (2000); araştırmacının çevresel etkisine ve amacına bağlı olarak farklı fonksiyonel birimler seçilebileceğini belirtmiş, Brankatsch (2019) ise tarımsal işlemlerin farklı kalitede ürünler üretebildiğini, bunun nasıl göz önünde bulundurulabileceğini, fonksiyonel birim belirlenirken beslenme işlevlerinin mi yoksa kültürel işlevlerin mi esas alınması gerektiğini sorgulamıştır.

Birçok akademik çalışmada birden fazla fonksiyonel birim belirlenerek elde edilen sonuçlar karşılaştırılmaktadır. Örneğin bir yem bitkisi üretimi için 1 dekar alan, 1 kg kuru ot, 1 kg yaş ot, 1 kg ham protein ya da hayvanlarda 1 kg canlı ağırlık artışı fonksiyonel birim olarak belirlenebilir. Nemecek ve arkadaşları (2001) altı yıllık münavebe ile ekilen patates, buğday, tane mısır, arpa ve yonca üretimini içeren çiftlik yönetimini değerlendirdikleri ve 1 ha alan, 1 kg kuru madde ve 1 MJ enerji olmak üzere üç farklı fonksiyonel birim üzerine kurdukları çalışmalarında; bu durumu tarımın tek bir işlevsel birim ile kapsanamayacak birden çok işlevi yerine getirdiğini, çalışmalarındaki fonksiyonel birimlerden alanın (1 ha), arazi kullanım fonksiyonunu (sosyal fonksiyon) temsil ettiğini ve üretim yoğunluğunun seviyesini gösterdiğini, kuru madde veriminin (1 kg DM) çiftçinin bakış açısından tarımın üretken işlevini temsil ettiğini ve insan beslenme enerjisinin (1 MJ) ise tüketicinin bakış açısından tarımın üretken işlevini temsil ettiğini ifade ederek açıklamışlardır.

5. Dünyada tarımsal üretimde yaşam döngüsü değerlendirmesi uygulamaları

Araştırmacılar tarımsal uygulamaların yaşam döngüsü değerlendirmesi için farklı yaklaşımları benimsemişlerdir. Ancak temelde bu yaklaşımlar tek bir ürünün değerlendirilmesinden daha çok ürünlerin, üretim yöntemlerinin, işletme yapılarının veya modellerinin değerlendirilerek karşılaştırılmasına odaklanmıştır.

5.1. Ürünlerin karşılaştırılmasına yönelik YDD çalışmaları

Araştırmacılar bu tür çalışmalarda birbirinin alternatifi olabilecek iki veya daha fazla ürünün üretim sürecinin yaşam döngüsü değerlendirmesini yaparak çevresel yüklerini karşılaştırma yoluna gitmişlerdir. Garcia vd. (2016) yem olarak üretilen sorgum, arpa ve yulafın çevresel etkilerinin belirlenmesi amacıyla İspanyada yaptıkları çalışmalarında; sorgum-arpa ve sorgum-yulaf ekimi ile oluşturdukları iki senaryonun yaşam döngüsü değerlendirmesini yapmış, fonksiyonel birim olarak 1 ha alan, 1 ton kuru madde, 1 ton ham protein ve 1 Mj metabolize enerji olmak üzere dört seçenek üzerinde çalışmışlardır. Sadece 1 ha alan fonksiyonel biriminde sorgum-yulaf, diğer üç seçenekte ise sorgum-arpa senaryosunun daha az çevresel yük oluşturduğunu belirlemişlerdir. Bernas vd. (2021) alternatif bir yem bitkisi olan *Silphium perfoliatum* L. ile Orta Avrupa'da en yaygın şekilde yetiştirilen silajlık ürün olan mısır ile diğer bir yaygın yem bitkisi olan yoncayı YDD kullanarak karşılaştırmışlardır. 1 ton kuru madde için yapılan değerlendirmede dört yıllık yaşam döngüsü değerlendirmesi sonuçlarında belirgin farklılıklar olmadığı ancak uzun ömürlü bir bitki olan *Silphium perfoliatum* L. bitkisinin 5-10-15 ve 20 yıllık verileri esas alındığında belirli çevresel yük tasarruflarının elde edilebileceği sonucuna varmışlardır.

5.2. Üretim yöntemlerinin karşılaştırılmasına yönelik YDD çalışmaları

Bu gruptaki çalışmalar bir ürünün farklı yöntemlerle yapılan üretimlerinin çevresel etkilerinin karşılaştırılmasına odaklanmıştır. Toprak işleme-işlemesiz üretim, sera üretimi-açık alan üretimi, sulu tarım-kuru tarım, hidroponik tarım-geleneksel tarım ve sıklıkla ele alınan organik üretim-konvansiyonel üretim gibi karşılaştırmalar çalışmalarda ele alınan konulardan bazılarıdır. Tricase vd. (2018), organik arpa üretimi ile konvansiyonel arpa üretiminin çevresel etkilerini karşılaştırmalı olarak belirlemek için yerel işletmelerden veri alarak yaptıkları çalışmalarında; 1 ha alan ve 1 kg tane kuru madde olmak üzere iki fonksiyonel birim kullanmışlardır. YDD çalışması sırasında tane ve saman arasında çevresel yük tahsisini, çıktılarının oluşturdukları ekonomik değere göre yapan araştırmacılar, 1 ha alan fonksiyonel birimi için organik arpanın, 1 kg tane kuru madde için ise konvansiyonel arpa üretiminin daha az çevresel yük oluşturduğunu belirlemiştir. Bacenetti ve Fusi (2015) mısır silajının çevresel etkilerine farklı silolama tekniklerinin etkisini belirlemek için gerçekleştirdikleri çalışmalarında; YDD metodolojisini kullanarak, bunker silo ve torba silolamanın oluşturduğu çevresel yükleri karşılaştırmışlardır. Silolama süresi sonunda elde edilen 1 ton mısır silajının fonksiyonel birim olarak ele aldıkları çalışmalarında, kıyılmış mısır üretiminin, mısır silajının çevresel yüklerinin çoğunluğundan (değerlendirilen tüm etki kategorileri için %88'den fazla) sorumlu olduğunu, silolamanın ise genel etkinin küçük bir payından sorumlu olduğunu vurgulamışlar, buna rağmen silo torbasında depolanan mısır silajının, bunker silosunda depolanana kıyasla, değerlendirilen tüm etki kategorileri için daha düşük çevresel etki gösterdiğini (%5 - %9 arası) belirlemişler ve bu farkın temel olarak kuru madde kayıplarının daha düşük olması ile açıklanabileceğini ifade etmişlerdir.

5.3. İşletme yapılarının karşılaştırılmasına yönelik YDD çalışmaları

Araştırmacılar farklı işletme tiplerini ya da farklı büyüklükteki işletmelerde üretilen ürünlerin yaşam döngüsü değerlendirmesi ile çevresel yüklerini karşılaştırmaya yönelik çalışmalar da yapmışlardır. Ghaderpour vd.(2018) İran'da gerçekleştirdikleri çalışmalarında; yonca üretimi yapan 75 işletme ile yüz yüze görüşme yaparak veri toplamış, veri topladıkları işletmeleri yonca üretim alanlarının büyüklüklerine göre, 1 hektardan küçük, 1 ha-2,5 ha ve 2,5 hektardan büyük olmak üzere üç gruba ayırmış ve bu grupların üretim sistemlerini yaşam döngüsü değerlendirmesine almışlardır. Araştırmacılar fonksiyonel birimi 1 ton balyalanmış kuru yonca (%15 nem) olarak belirlemişler ve yaptıkları yaşam döngüsü değerlendirmesi neticesinde tüm etki kategorilerinde daha küçük alanlarda üretim yapan işletmelerin üretiminin çevreye olumsuz etkilerinin daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Arsenault vd. (2011) Kanada'da yaşam döngüsü değerlendirmesi ile mera tabanlı ve kapalı besleme süt üretim sistemlerinin çevresel etkilerini karşılaştırılmışlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada fonksiyonel birim olarak 1000

kg çiğ sütü baz almış ve kendi ifadeleri ile şaşırtıcı bir şekilde, beş ay süre ile otlatmanın genel çevresel etki üzerinde olumlu etkisinin çok az olduğunu, yedi aylık bir otlatma senaryosunun ise kapalı besleme sistemine kıyasla asitleştirme potansiyeli, ozon inceltme potansiyeli, insan toksisitesi ve tatlı su ekotoksitesitesi ile ilişkili yedi çevresel etki kategorisinde daha iyi performans gösterdiğini belirlemişlerdir.

Yukarıda basitçe gruplandırmaya çalıştığımız ve birkaç örneğini saydığımız tarımsal üretime yönelik yapılan yaşam döngüsü değerlendirmeleri Dünyada 25-30 yıllık bir tarihe ulaşmış ve bilgi ve tecrübe birikimi oluşmuştur. Bu sayede çalışmalar artarak devam ederken, yaşam döngüsü değerlendirmesi metodolojisi de gelişmeye devam etmektedir.

6. Türkiye’de yapılan tarımsal üretimde yaşam döngüsü değerlendirmesi uygulamaları

Yaşam döngüsü değerlendirmeleri dünya çapında ve çeşitli tarımsal ürünlerde yaygın olarak gerçekleştirilmiştir ancak bununla birlikte, bazı ülkelerde tarımsal yaşam döngüsü değerlendirmesi üzerine ya hiç çalışma yoktur veya yalnızca birkaç çalışma vardır (Allashim vd., 2021).

Türkiye’de tarımsal üretime yönelik gerçekleştirilen yaşam döngüsü değerlendirmelerinin tespitine ilişkin Google Scholar ve Yükseköğretim Kurulu Başkanlığının YÖKTEZ veri tabanlarında yapılan tarama neticesinde, Türkiye’nin de Allashim vd. (2021)’nin da belirttiği gibi yalnızca birkaç çalışma olan ülkelere birisi olduğu görülmektedir.

Eren (2011), literatür taraması ile tespit edilen çalışmalardan biri olan doktora tez çalışmasında; tatlı sorgum üretiminin yaşam döngüsü değerlendirmesinde fonksiyonel birim olarak 1 ha alan ve 1 kg kuru biyokütleyi esas almış ve verileri iki yıl süre ile yapmış olduğu deneme üretiminden elde etmiştir. Çalışma sonucunda, biyokütlenin de önemli ölçüde çevresel yük oluşturduğunu, bunun yanında tatlı sorgum yetiştirilmesinin en fazla yerel etkiye sebep olduğu (% 80.02), küresel etkinin % 14.04 ve bölgesel etkinin ise % 5.94 düzeyinde gerçekleştiğini bildirmiştir.

Tutar (2021)’in gerçekleştirdiği doktora tez çalışmasında biyoenerji amacıyla üretilen sorgum sudan otu melezi ile dallı darının yaşam döngüsü değerlendirmesini yaparak çevresel yüklerini belirlemiştir. Fonksiyonel birim olarak 1 kg biyokütle miktarını esas aldığı çalışmasında, incelenen etki kategorilerinden insan zehirlenmesi, tatlı su canlıları ekotoksitesitesi, deniz canlıları ekotoksitesitesi ve kara canlıları ekotoksitesitesi bakımından dallı darı biyokütle üretiminin daha az etki oluşturduğunu, abiyotik bozunma, abiyotik bozunma (fosil yakıtlar), küresel ısınma potansiyeli, ozon tabakasının incelmeye, fotokimyasal oksidasyon, asitleşme ve ötrofikasyon bakımından ise sorgum sudan otu melezi üretiminin daha az etki oluşturduğunu bildirmiştir.

7. Sonuç

Yaşam döngüsü değerlendirmesinin endüstriyel ürünlerin olduğu gibi tarım ürünlerinin de çevresel yüklerinin değerlendirilmesi için önemli bir araç olduğu bilinmektedir. Bu yöntem ile üretimin oluşturduğu çevresel yükler tespit edilebilmekte ve alternatif ürünler, alternatif uygulamalar ve alternatif girdiler bazında karşılaştırılabilmektedir. Bu sayede tarımsal üretimde çevre dostu girdilerin veya üretim tekniklerinin seçimi için kullanılacak bilimsel veriler sağlanabilmektedir.

Dünyada yaşam döngüsü değerlendirmesi yöntemi gelişim süreci içerisinde belirli bir aşama kaydedilmiş, tarımsal yaşam döngüsü çalışmaları için sektöre özel metodolojiler geliştirilmiş ve YDD çalışmaları farklı ürünlere ve farklı bölgelere yaygınlaştırılmıştır. Türkiye’de ise tarımsal alanda YDD çalışmaları diğer ülkelere kıyasla oldukça kısıtlıdır.

YDD çalışmalarının yaygınlaştırılması birçok ülkede bu konuya odaklanan araştırma merkezlerinin kurulması ile hız kazanmıştır. Bu kapsamda, Türkiye’de de tarımsal alanda yaşam döngüsüne odaklanmış araştırma merkezleri oluşturulmalı ve çalışmalar arttırılmalıdır. Bu çalışmalar sonucunda elde edilecek tecrübe ile bilimsel birikim sağlanabilecek ve elde edilen veriler ile diğer Türkiye için tarım ürünleri bazında yaşam döngüsü envanter veri tabanı oluşturma imkanı sağlanabilecektir.

KAYNAKÇA

- AQUASTAT. (2022) <https://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use> adresinden 12.11.2022 tarihine alındı.
- Alhashim, R., Deepa, R., & Anandhi, A. (2021). Environmental Impact Assessment of Agricultural Production Using LCA: A Review. *Climate*, 9(11), 164.
- Arsenault, N., Tyedmers, P., & Fredeen, A. (2009). Comparing the environmental impacts of pasture-based and confinement-based dairy systems in Nova Scotia (Canada) using life cycle assessment. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(1), 19-41.
- Audsley, E., Alber, S., Clift, R., Cowell, S., Crettaz, P., Gaillard, G., Hausheer J., Jolliett O., Kleijn R., Mortensen B., Pearce D., Roger E., Teulon H., Weidema B., van Zeijts, H. (1997). Harmonisation of environmental life cycle assessment for agriculture. *Final Report, Concerted Action AIR3-CT94-2028. European Commission, DG VI Agriculture, 139(1)*.
- Bacenetti J. ve Fusi A. The environmental burdens of maize silage production: Influence of different ensiling techniques, *Animal Feed Science and Technology*, Volume 204, 2015, Pages 88-98, ISSN 0377-8401.
- Bendouma, S. (2020). "Life Cycle Assessment Of Limestone Quarrying In Algeria " : *Doktora Tezi. Cukurova Üniversitesi Doğal Ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü*
- Bernas, J., Bernasová, T., Gerstberger, P., Moudrý, J., Konvalina, P., Moudrý, J. (2021). Cup plant, an alternative to conventional silage from a LCA perspective. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26, 311-326.
- Bjørn, A., Moltesen, A., Laurent, A., Owsianiak, M., Corona, A., Birkved, M., Hauschild, M. Z. (2018). Life Cycle Inventory Analysis. In *Life Cycle Assessment: Theory and practice* (pp. 117-165). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3_9
- Brankatschk, G. (2019). *Modeling crop rotations and co-products in agricultural life cycle assessments*. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Brankatschk, G., Finkbeiner, M. (2014). Application of the Cereal Unit in a new allocation procedure for agricultural life cycle assessments. *Journal of Cleaner Production*, 73, 72-79.
- Consoli F, Allen D, Boustead I, Fava J, Franklin W, Jensen AA, et al, editors. Guidelines for life-cycle assessment: a 'Code of Practice'. 1st ed. Pensacola, Florida, USA: Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC); 1993.
- Cecchini L., Torquati B., Chiorri M. (2018). Sustainable agri-food products: A review of consumer preference studies through experimental economics. *Agric. Econ. – Czech*, 64: 554-565.
- Demirer, G. N. (2011). *Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları-I: Yaşam Döngüsü Analizi*. Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

- EAU., (1974) Studie Umwelt und Volkswirtschaft, Vergleich der Umweltbelastung von Behältern aus PVC, Glas, Blech und Karton; Basler & Hofman Ingenieure und Planer; Eidgenössisches Amt für Umweltschutz: Bern, Switzerland, 1974.
- Eren, Ö., (2011). Çukurova Bölgesinde Tatlı Sorgum (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) Üretiminde Yaşam Döngüsü Enerji Ve Çevresel Etki Analizi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Ghaderpour, O., Rafiee, S., Sharifi, M., Mousavi-Avval, S. H. (2018). Quantifying the environmental impacts of alfalfa production in different farming systems. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 27, 109-118.
- Guinée, J.-B., Heijungs, R., Huppes, G. (2010). Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. *Environmental Science & Technology*, Vol. 45(Nº.1, 2011).
- Guinée, J. B.; Udo de Haes, H. A.; Huppes, G. Quantitative life cycle assessment of products 1: Goal definition and inventory. *Journal of Cleaner Production*. 1993, 1 (1) 3– 13
- González-García, S., Baucells, F., Feijoo, G., Moreira, M. T. (2016). Environmental performance of sorghum, barley and oat silage production for livestock feed using life cycle assessment. *Resources, Conservation and Recycling*, 111, 28-41.
- Goodland, R. (1995). The concept of environmental sustainability. *Annual review of ecology and systematics*, 26(1), 1-24.
- Haas, G., Wetterich, F., Geier, U. (2000). Life cycle assessment framework in agriculture on the farm level. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 5(6), 345-348.
- Hunt, R. G. (1974). *Resource and environmental profile analysis of nine beverage container alternatives* (Vol. 91). Washington: Environmental Protection Agency..
- ICCA., (2020). *How to Know If and When it's Time to Commission a Life Cycle Assessment*, 30.04.2023 tarihinde <https://icca-chem.org/wp-content/uploads/2020/05/How-to-Know-If-and-When-Its-Time-to-Commission-a-Life-Cycle-Assessment.pdf> adresinden alındı.
- IPCC (2019) Climate change and land: IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.London: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Iyyanki, V. M. (2017). Chapter 5 life cycle assessment. *Environmental Management, Science and Engineering for Industry*, Butterworth Hennenman Elsevier, UK, 57-75.
- Kavitha, S., Banu, J. R., Arulazhagan, P., Gunasekaran, M. (2020). Environmental impacts and sustainability assessment of food loss and waste valorization: Value chain analysis of food consumption. In *Food Waste to Valuable Resources* (pp. 359-388). Academic Press.
- Klüppel, H. J. (2005). The revision of ISO Standards 14040-3-ISO 14040: Environmental management life cycle assessment principles and framework-ISO 14044:

Environmental management life cycle assessment requirements and guidelines. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 10(3), 165.

- Marsmann, M. (2000). The ISO 14040 family. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 5(6), 317.
- Muralikrishna, I. V., Manickam, V. (2017). Life cycle assessment. *Environmental management*, 6, 25. Elsevier.
- Nemecek, T., Frick, C., Dubois, D., Gaillard, G. (2001). Comparing farming systems at crop rotation level by LCA. In *proceedings of the international conference on LCA in Foods, Gothenburg. SIK, VITO, Gothenburg* (pp. 65-69).
- Pryshlakivsky, J., Searcy, C. (2013). Fifteen years of ISO 14040: a review. *Journal of Cleaner Production*, 57, 115-123.
- Rosenbaum, R. K., Hauschild, M. Z., Boulay, A. M., Fantke, P., Laurent, A., Núñez, M., Vieira, M. (2018). Life cycle impact assessment. In *Life cycle assessment* (pp. 167-270). Springer, Cham.
- Shaked, S., Crettaz, P., Saade-Sbeih, M., Jolliet, O., Jolliet, A. (2015). *Environmental life cycle assessment*. CRC Press.
- Shanshan Li, Zein Kallas., (2021) Meta-analysis of consumers' willingness to pay for sustainable food products, *Appetite*, Volume 163, 2021,
- Sharon L. Forbes, David A. Cohen, Ross Cullen, Stephen D. Wratten, Joanna Fountain, Consumer attitudes regarding environmentally sustainable wine: an exploratory study of the New Zealand Marketplace. (2009) *Journal of Cleaner Production*, Volume 17, Issue 13, 2009.
- Sieverding, H., Kebreab, E., Johnson, J., Xu, H., Wang, M., Del Grosso, S., Bruggeman, S., Stewart, C., Westhoff, S., Ristau, J., Kumar, S., Stone, J. (2020). A life cycle analysis (LCA) primer for the agricultural community. *Agronomy Journal*. 112. 10.1002/agi2.20279.
- Tricase, C., Lamonaca, E., Ingraio, C., Bacenetti, J., Giudice, A. L. (2018). A comparative Life Cycle Assessment between organic and conventional barley cultivation for sustainable agriculture pathways. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3747-3759.
- Tutar, H., (2021). Doğu Anadolu Ekolojik Koşullarında Biyoenerji Tarımı Ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi; Sorgum & Sudan Otu Melezi Ve Dalı Darı Örneği. Doktora Tezi, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bingöl.
- USEPA (2006). *Life-cycle assessment: principles and practice*. EPA/600/R-06/060, May 2006, National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio, USA

Bölüm 2

TÜRKİYE'DEKİ ARTEMİA POPULASYONUNA İLİŞKİN ARAŞTIRMALAR

Mine KIRKAĞAÇ¹

1. Giriş

Tuzlu su karidesi olarak da bilinen *Artemia* yaşadığı tuz göllerinde ve tuzlalarda, alg patlamalarını kontrol ederek, tuzu seven kırmızı halofilik bakterilere besin artışı sağlamış olur, ısı absorpsiyonunu artırır, çözünmüş organik madde konsantrasyonunu azaltır, buharlaşma hızlanır, tuz kristalleri büyür ve sonuç olarak tuz kalitesini artırır (Sorgeloos vd., 1986). Doğal sularda *Artemia* popülasyonunun yönetimi, sadece tuz kalitesini ve üretimini artırmaz, aynı zamanda *Artemia* biyoması ve kistlerinin hasatı ile değerli bir ikinci ürün sağlar.

Artemia, su ürünleri yetiştiriciliğinde canlı yem olarak önemlidir. Deniz balığı larvalarının genel olarak fonksiyonel mideleri yoktur ve sindirim enzimlerinin faaliyet düzeyi çok düşüktür. Sindirim için gerekli enzimleri taşıyan canlı yemler, balık larvaları tarafından tüketildiğinde, sindirime yardımcı olurlar. Bununla birlikte, canlı yemlerin su sütununda yüzmesi balık larvaları tarafından görülmelerini sağlar ve beslenme aktivitesi için balık larvasını uyandırır. Ayrıca canlı yemlerin ince iskelet yapıları ve yüksek su içeriğine sahip olmaları balık larvaları tarafından tercih edilme nedenleridir. Bu özellikler açısından ve kistlerinin teminin kolay olması, boyutunun balık larvasının ağız açıklığına uygun olması, kistlerinin açılma koşullarının pratik olması ve besin kompozisyonunun zenginleştirme yoluyla düzenlenebilir olması *Artemia*'nın canlı yemler içinde öncelikle tercih edilmesini sağlamaktadır (Bengtson, 2003).

Dünya pazarı ihtiyacını karşılayan yüksek kalitede ürün olan *Artemia franciscana* türü, Büyük Tuz Gölü'nden hasat edilmektedir ve pazarın %90'dan fazlasını karşılamakta, geriye kalan %10'luk kısmı ise Çin, Sibiryaya ve yarı doğal yönetilen San Francisco körfezi, Vietnam, Kolombiya ve Güney Brezilya alanlarından temin edilmektedir (Bengtson, 2003). İklim ve diğer çevresel koşullar doğal alanlardaki *Artemia* üretimini etkiler; yeterli hasat yapılamadığında, *Artemia* kist fiyatları artacağından, su ürünleri yetiştiriciliği sektörü açısından olumsuzluk yaratacaktır. Dünyada su ürünleri sektöründe kist tüketimi genel olarak 3000-5000 ton civarında olup, kalitesine göre fiyatı 25 ile 500 \$/kg arasında değişmektedir. Türkiye'de her yıl yaklaşık 50-70 ton/yıl *Artemia* kisti ithal edilmektedir ve su ürünleri sektörü bu bağlamda yurt dışına bağımlıdır (Anonim, 2013; Kuru, 2013).

Dünyada ticari kaynakların bulunduğu alanlarda çevresel koşulların bozulmasının neticesinde oluşan krizler ve su ürünleri sektöründe artan talebi karşılayamama gibi durumlar, araştırmacıları Çinde Aibi Gölü, İranda Urmia Gölü, Sibiryaya, Kazakistan ve Arjantin'deki tuz gölleri, Türkiye'de Çamaltı Tuzlası (İzmir) ve Tuz Gölü'gibi farklı *Artemia* türlerinin yaşadığı yeni kist kaynakları ve yeni ticari kullanım alanlarının keşfine yöneltmiştir (Triantaphyllidis vd., 1998). Bu bağlamda, çeşitli habitatlarda yaşayan *Artemia* türlerinin ekolojisi, dağılımı, üreme özellikleri ve su ürünleri sektöründe kullanımı gibi pek çok alanda çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Araştırmalar, çoğunlukla

sektörde yaygın olarak kullanılan *A. franciscana*'nın üretimi üzerine olup, son yıllarda İran popülasyonu olan *Artemia urmiana*'ya ilişkin çalışmalar da mevcuttur (Reeve, 1963; Vanhaecke ve Sorgeloos, 1980; Sorgeloos vd., 1986; Lavens vd., 1987; Basil ve Pandian, 1991; Abreu-Grobois vd., 1991; Vartak ve Joshi, 2002; Zmora ve Shpigel, 2006; Anh vd., 2009; Hafezieh, 2004; Ownagh vd., 2011; Lashkarizadeh vd., 2011; Ownagh vd., 2015; Agh vd., 2018).

Bu derleme ile Türkiye'de bulunan *Artemia parthenogenetica türüne ilişkin birçok alanda yapılan çeşitli araştırmalar, popülasyonlarının dağılımı, moleküler, laboratuvar ve üretimine ilişkin araştırmaları başlıkları altında bir araya getirilmiş ve dünya Artemia literatürüne katkı sağlamak amaçlanmıştır.*

2. *Artemia* Taksonomisi ve popülasyonlarının dağılımı

Artemia, M.S 956'da İranda Urmia Gölü'nde, daha sonra Schlosser tarafından 1756'da İngiltere'de tuzlalarda bulunduğu bildirilmiş, isimlendirme *Cancer salinus* olarak Linneus tarafından 1758 yılında yapılmış, Leach 1819 yılında *Artemia salina* olarak değiştirmiştir. *Artemia*'nın biseksüel ve partenogenetik olarak çoğaldığı 19. yüzyılın sonlarında saptanmıştır (Abatzopoulos vd., 2002). *Artemia* türlerine ait filogenetik ve sistematik ilişkiler konusunda halen karışıklık bulunduğundan, biyokimya, toksikoloji gibi çeşitli alanlardaki çalışmalarda genel olarak *Artemia salina* ismi kullanılmaktadır (Asem vd., 2010). Günümüzde taksonomik açıdan Arthropoda şubesi, Crustacea altşubesinin Branchiopoda sınıfına ait olup, Sarcostraca alt sınıfındadır. Anostraca takımının Artemiidae familyası altında olup, türlerden *A. salina* Akdeniz bölgesinde, *A. urmiana* İranda, *A. monica* Amerika'da Mono Gölü ve Kaliforniya'da, *A. franciscana* Karayipler ve Pasifik Adaları ve Kuzey Amerika'da, *A. persimilis* Güney Amerika'da, *A. sinica* Asya'da, *A. tibetiana* Çin'de, *A. parthenogenetica* Avrupa, Afrika, Asya ve Avustralya'da bulunmaktadır (Martin ve Davis, 2001; Asem vd., 2010)

Artemia popülasyonları, Antartika dışında bütün kıtalarda bulunur, ancak habitat aralığı sınırlıdır. Karasal alanlarda tuz göllerinde ve tuz üretimi yapılan kıyasal tuzlalarda iyon konsantrasyonunun yüksek olduğu ve *Artemia* predatörlerinin bulunmadığı alanlarda dağılım gösterirler. Bu dağılımlarını belirleyen iki tip izolasyon araştırmalarla ortaya konmuştur; türe özgü tolere edilen iyon kompozisyonlarının olduğu belirli alanlar olarak coğrafik izolasyon ve *A. franciscana*, *A. persimilis*, *A. tunisiana* ve *A. urmania* türlerinde çiftleşme gerçekleştiğinde döl elde edilmemesi ya da çok düşük sayıda döl alınması şeklindeki üreme izolasyonu. Buna karşılık, türler arası çoğalma sorusunun tartışmalı olduğu partenogenetik popülasyonlar *A. parthenogenetica* olarak isimlendirilmiştir.

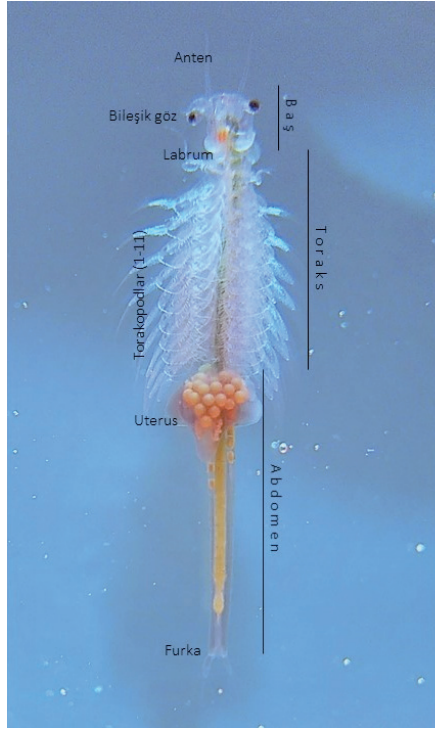
Artemia popülasyonları, eski dünya (Asya, Afrika ve Avrupa'da) ve yeni dünya (Kuzey ve Güney Amerika ve Avustralya'da) popülasyonları olarak

gruplandırılmışlardır. Yeni Dünya populasyonları biseksüel, Eski Dünya *Artemia* populasyonlarının çoğunluğu partenogenetik (%70) ve biseksüel olarak üremektedir. Biseksüel *Artemia* populasyonlarını eski dünyada *A.salina*, *A.urmiana*, *A.tunisiana*, *A.sinica*, *A.tibetiana* ve yeni dünyada ise *A.franciscana*, *A.persimilis* türleri oluşturur (Eskandari, 2014).

Partenogenetik *Artemia* populasyonlarındaki poliploid bireylerin, biseksüel populasyonlara göre genetik farklılıkları daha düşük bulunurken, zararlı mutasyonlara dayanıklılıkları, boyutları, büyüme oranları daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca partenogenetik dişilerin biseksüel populasyonlardaki dişilere göre daha dirençli ve çevresel faktörlerdeki değişikliklere daha toleranslı oldukları saptanmıştır. Partenogenetik populasyonlarda hemoglobin miktarının biseksüel populasyonlara göre daha yüksek olduğu, bu durumun yüksek tuzluluk gösteren alanlarda azalan oksijen taşıma kapasitesine dayanıklılığı artıran bir avantaj olduğu da bildirilmektedir (Bowen vd. 1978, Browne ve Mc Donald 1982). Partenogenetik *Artemia* populasyonları, taksonomik karışıklığa yol açan, fizyolojik ve ekolojik adaptasyonlarını değiştiren genetik farklılıkları nedeniyle zoocoğrafik olarak *A.parthenogenetica* olarak sınıflandırılmaktadır (Eskandari 2014).

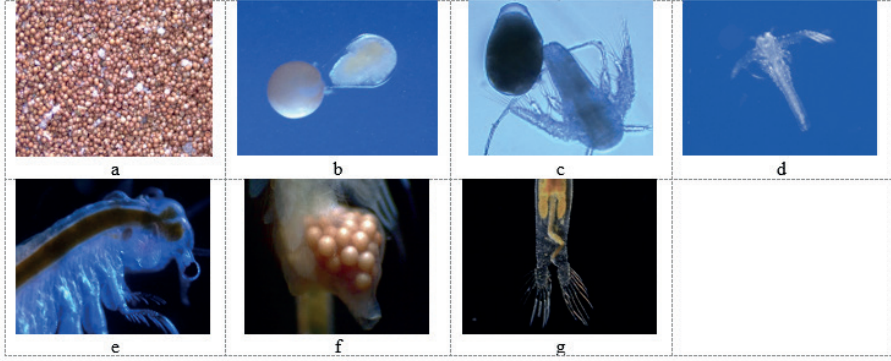
3. *Artemia* Morfolojisi ve Biyolojisi

Artemia, ilkel bir eklem bacaklı olarak, yaprak şeklinde uzantıları olan gövdesiyle, biseksüel populasyonlarda erginleri 10 mm, partenogenetik populasyonlarda ise 20 mm uzunluktadır. Genişlikleri bacaklar dahil 4 mm'dir. Vücut ince bir kitin tabaka ile kaplıdır. *Artemia* naupliide vücut sadece üç çift uzantısı (1. anten, 2. anten ve alt çeneler) vardır (Şekil 2.1). Ergin *Artemia*'larda ise vücut baş, toraks ve abdomen olarak üç bölümden oluşur. Baş, sırasıyla nauplii ve bileşik gözler, labrum, ilk antenler, mandibullar, birinci ve ikinci maksilla olmak üzere beş segment içerir. Toraks, onbir segmentten oluşur ve her segmentte hareketi sağlayan, osmoregülasyon ve solunumda etkin olan bir çift yüzme bacağı bulunur. Dişilerde uterus ve erkeklerde bir çift penisi taşıyan genital segment, torakopod ve abdomen arasında (torakopodun arkasında) yer alır. Son segment olan sekizinci segmentte furka bulunur (Şekil 2.1) (Dhont ve Van Stappen 2003).



Şekil 2.1 *Artemia parthenogenetica*- Çamaltı Tuzlası (Qaranjiki 2021)

Artemia üremesi ovovivipar ve vivipar olarak iki tiptir. Çevresel koşullara bağlı olarak; uygun olduğunda ovovivipar olarak üreme gösterirler ve döllenmiş kistten serbest yüzen nauplii çıkar, uygun olmadığında ovipar üreme gösterirler. Kist gastrula döneminde metabolik duraklamaya girerler ve kistin çevresinde oluşan koryon denilen kalın bir kabukla suya bırakılır. Rengi koyu kahveden renksizliğe doğru değişen kistler tuzluluğu yüksek sularda yüzeyde birikirler ve rüzgarlarla sürüklenerek kıyılarda birikirler ve kururlar. Çevresel koşullar düzeldiğinde kistler su alarak şişerler, metabolik durgunluk döneminden çıkarlar ve embriyonik gelişimlerine devam ederler. Sıcaklık ve tuzluluğa bağlı olarak, koryon 24-48 saat sonra parçalanır. Bu aşamada embriyo membran ile çevrilidir. Açılma membranı kısa zamanda yırtılır, 1. nauplii denilen serbest yüzen larva açığa çıkar (Şekil 2.2). *Artemia*'nın yaşama süresi birkaç aydır. Ergin döneme 8 günde ulaşır. Yumurta verimi yaklaşık her 4 günde bir 300 nauplii veya kisttir. (Dhont ve Van Stapen 2003, Eimanifar 2014).



Şekil 2.4 *A. parthenogenetica*'nın yaşam safhaları

a. kuru kist b. şemsiye safhası c. nauplii ve membran ile çevrili embriyo d. instar V e. ergin bireyde baş ve toraks f. uterus g. furka (Qaranjiki 2021)

4. Türkiye'de *Artemia* popülasyonunun dağılım alanları

Türkiye'de *Artemia* popülasyonlarının İç Anadolu Bölgesinde Tuz Gölü, Tersakan Gölü ve Bolluk Gölü'nde, Ege Bölgesinde ise Çamaltı Tuzlası ve Acıgölde; Marmara Bölgesi'nde Ayvalık Tuzlası ve Gökçeada İmroz Tuz Gölü'nde dağılım göstermektedir. Bunlardan kıyasal olanlar, Çamaltı, Ayvalık Tuzlaları ve Gökçeada Tuz Gölü'dür. Karasal olanlar ise Aksaray-Tuz Gölü, Acıgöl, Bolluk, Tersakan gölleridir. Bunlardan Tuz Gölü'nde sodyum ve klor iyonları baskındır, diğerleri fizikokimyasal açıdan benzerlik göstermektedir (Eskandari 2014, Vanhaecke vd. 1987, Manaffar vd. 2018, Eskandari ve Saygı 2019).

5. Türkiye'deki *Artemia parthenogenetica* popülasyonunun dağılımına ilişkin araştırmalar

Tuz Gölü Hattı

Türkiye'deki *A. parthenogenetica*'nın popülasyon yapısına ilişkin en çok araştırma 1990'lı yıllardan bu yana Tuz Gölü'nde yapılmıştır (Başbuğ ve Demirkalp 1997, Kırkağaç vd. 2017, Yokuş ve Kırkağaç 2019, Eskandari ve Saygı 2019).

Artemia popülasyon yoğunluğunun, üreme dönemlerinin, verimliliğinin ve Göl'ün bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin 1993 ve 1994 yıllarında incelendiği araştırmada, 1993 yılında *Artemia* popülasyonunun gölün doğu yakasında 10 km'lik kıyı şeridinde bulunduğu, Mart ve Nisan aylarında az miktarda görüldüğü, üreme dönemlerinin Mayıs-Temmuz ayları arasında olduğu ve durgun kistlerin Mart ayından önce açılmadığı bildirilmiştir. Araştırmada birinci generasyon olgunluğa ulaştıktan sonra, Haziran ayı ortasında ikinci generasyonun geliştiği ve Temmuz ayı ortasında ergin safhasına geçtikleri,

Ağustos ayında ise sadece kistlere rastlandığı belirtilmiştir. Mayıs 1994'de ise populasyonun esasen metanaupliiden oluştuğu, erginlerin çok az miktarda bulunduğu, erginlerin Haziran ayı ortasında ortaya çıktığı, Temmuz ayının başında tuzluluğun artışı ile kistlerin görüldüğü ve populasyonun 1994 yılında tek generasyonla temsil edildiği belirtilmiştir. Gölde 1993 yılında tuzluluk ve sıcaklık değerlerinin 1994 yılına göre düşük olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, 1993 yılında yumurta verimi 6-10 yumurta/dişi, 1994 yılında 5-57 yumurta/dişi olarak belirlenmiş olup, anaç büyüklükleri ile besin miktarı ve yumurta verimi arasında doğrusal bir ilişki olduğu ortaya konmuştur. Araştırmada populasyon yoğunluğu $106-114$ birey/ m^3 arasında değişmiş, bu değerlerin diğer *Artemia* habitatlarındaki yoğunluklardan düşük olduğu, gölde ki üreme döneminin, sıcaklık ve tuzluluk artışlarından dolayı kısa olduğu belirtilmiştir (Başbuğ ve Demiralp 1997).

Tuz Gölü'nde 1995 yılında yapılan bir diğer çalışmada, *Artemia* populasyonunun yoğunluğu, populasyon yapısındaki değişimleri, yumurta verimliliği ve üreme özellikleri göl suyunun bazı fiziksel parametreleri ile birlikte araştırılmış, üremenin Nisan ve Temmuz aylarında olduğu populasyonun iki kuşakla temsil edildiği saptanmış, populasyon yoğunluğunun Haziran ayında artarak en yüksek 468 birey/ m^3 'e ulaştığı, ay sonunda hızla azalarak aynı istasyonda 38 birey/ m^3 olarak bildirilmiştir. Haziran ayında populasyonun az bir kısmının ovovivipar üremeleri dışında populasyonun ovipar üredikleri ve partenogenetik oldukları kaydedilmiş ve populasyonda erkek bireylere rastlanmamıştır. *Artemia*'ların 7 mm boya ulaştıktan sonra yumurta taşıdıkları ve toplam uzunlukları ile taşıdıkları yumurta miktarı arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Bununla birlikte, tuzluluğun artışı ile yumurta miktarında azalma gözlenmiştir. Su kalitesi açısından incelendiğinde, istasyonlar arasında gerek tuzluluk gerekse iletkenlik gibi bazı parametreler açısından *Artemia* bulunan ve bulunmayan istasyonlarda farklılıklar kaydedilmiştir. Populasyonun görüldüğü Devekonağı ve Çalören istasyonlarında tuzluluğun ve iletkenliğin diğer istasyonlara göre düşük olduğu saptanmıştır. Gölde yaz ve sonbahar mevsimlerinde bazı bölgelerin buharlaşmaya bağlı olarak, kuruduğu vesu derinliğinin azaldığı bildirilmiştir. *Artemia* populasyonun bulunduğu istasyonlarda su derinliği $30-40$ cm olarak ölçülmüştür (Başbuğ 1999a, 1999b).

Tuz Gölü küresel ısınma etkisinde iklim koşullarının değişmesiyle kuruma tehlikesi geçirmiş ve bu nedenle 2000 yılında Bakanlar Kurulu tarafından "Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi" olarak ilan edilmiştir (Anonim 2007). Bu durumda göldeki *Artemia* populasyonunun durumu da önem kazanmıştır.

Tuz Gölü'nde, bu bağlamda *Artemia* populasyonlarının durumunu incelemek amacıyla 2010 yılında Mart-Ekim ayları arasında aylık olarak alınan su örneklerinde, su sıcaklığı $19^{\circ}C$ ve tuzluluk 172 g/l'ye ulaştığı Mart ayında kistlerin açılmaya başladığı, canlı populasyona Mart-Temmuz aylarında rastlandığı ve araştırmada birey sayısının $13-90$ birey/ m^3 arasında olduğu bildirilmiştir.

En düşük *Artemia* sayısı Nisan ayında, en yüksek Haziran ayında saptanmıştır. *Artemia* populasyonu Mart ayında sadece nauplius dönemindeki bireylerden oluşmuş, erginlerine düşük miktarda Nisan (2 birey/m³) ile Temmuz (13 birey/m³) aylarında rastlanmış, çoğunluğunun larva döneminde olduğu tespit edilmiştir, popülasyonda örnekleme yapıldığı dönemlerde genç bireylere rastlanılmamıştır. Gölde canlı bireyler, en son tuzluluğun 212 g/l'ye ulaştığı, Temmuz ayında görülmüştür. Buna bağlı olarak, Göl'den alınan örneklerde sayılan kistlerin geçmiş yıllara ait olduğu kanısına varılmıştır. Kist miktarı en düşük 43 yumurta/m³ olarak Temmuz ayında, en yüksek 362 yumurta/m³ olarak Mart ayında tespit edilmiştir. Araştırmacı, Tuz Gölü'nde *Artemia* populasyonunun yaşam döngüsüne ait bulgularda geçmiş dönemle kıyaslandığında önemli bir farklılık olmadığını vurgulamıştır. Havzada yanlış su kullanımı ve 2000 yılından sonra azalan yağışlar sonucu özellikle su derinliği gölün doğu yakasında yer alan bölgede belirgin olarak azalmış, 2009-2010 yılları arasında ise yağışların artmasıyla su derinliğinin nisbeten arttığı ve buna bağlı olarak dip tabakasındaki tuz tabakasının çözünmesiyle, eski dönemlere ait kistlerin araştırmanın yapıldığı Mart-Ekim 2010 arasında açıldığı belirtilmiştir. Mart-Temmuz ayları arasında en yüksek canlı birey sayısı 90 birey/m³ olarak belirlenerek, bu değer in geçmiş araştırmaların bulgularıyla benzer olduğu ancak popülasyonda erginleşme oranının çok düşük olduğu ve yumurtalı bireye rastlanmadığı bildirilmiştir. Bu durum araştırmacı tarafından popülasyonun kaybolma tehlikesi altında olduğu şeklinde değerlendirilmiştir (Eskandari 2014).

Tuz Gölü'nde, *Artemia* populasyonunun dağılımının belirlendiği ilk çalışmadan 20 yıl sonra, gölün değişen iklim koşullarına bağlı olarak küçülmesi sonucunda *Artemia* populasyonunun durumunu ortaya koymak amacıyla Kırkağaç ve ark (2017)'nin yaptıkları çalışma Kasım 2013-Temmuz 2014 yılları arasında yürütülmüştür. Örnek alınan istasyonlar göle ulaşılabilen noktalardan seçilmiş ve istasyonlar Başbuğ (1994)'in seçtiği istasyonlarla benzerlik göstermiştir. Alınan su örneklerinde *Artemia* sadece bir kez Mart ayında gölün doğu yakasında metanauplius formunda (3,67x10³ birey/m³) bulunmuştur ancak kiste rastlanmamıştır. Buna karşılık, Gölün batı yakasında seçilen istasyonlarda kopepoda rastlanmıştır. Araştırmada ölçülen su sıcaklığı, çözünmüş oksijen ve tuzluluk değerlerinin önceki yıllarda ölçülen değerlere göre arttığı, genel olarak gölde su derinliğinin de (2-28 cm) azaldığı belirtilmiştir. Gölde, klorofil *a* (0,18-2,70 µg/l) ile ortofosfat konsantrasyonları (0-1,07 mg/l) oldukça düşük düzeylerde bulunmuş, amonyum azotu konsantrasyonu ise 1,25-3,25 mg/l arasında değişim göstermiştir. Araştırmacılar, Gölde iklim değişikliği sonucu yağış-buharlaşma dengesinin bozulmasının, göle boşalan dere ve kanalların kirlilik taşımasının, göl suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirerek gölde yaşayan tuzlu suların hakimi denilebilecek *Artemia*'nın kaybolması ve değişen koşullara adapte olabilen yeni zooplankton türlerinin ortaya çıkması olasılığını ortaya koyarken, gölde azalan suyun tuz üretimi için havuzlarda

kullanılmasına ve yeni havuzların yapılmasına engel olunması gerektiğini vurgulamışlardır.

Artemia popülasyonununun kaybolma tehlikesinin ortaya konduğu son çalışmayı takiben bir sonraki yıl Ekim 2014-Eylül 2015 tarihleri arasında popülasyonu izlemek amacıyla Yokuş ve Kırkağaç (2019) tarafından yapılan diğer araştırmada, genç ve ergin bireylere Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında rastlanmış ve toplam bollukları $3,2 \pm 0,2 (x10^3)$ ile $42 \pm 5 (x10^3)$ adet/ m^3 arasında değişmiştir. Popülasyonda ergin bireyler Mayıs ayında %50 oranında bulunurken, bu oran Temmuz ayında %100 olmuş ve suların çekilmesiyle popülasyon kaybolmuştur. Örneklemeye zamanına bağlı olarak, *Artemia*'nın metanauplius safhasına rastlanmamış, önceki araştırmalarda da tespit edildiği gibi Temmuz ayının ikinci yarısından sonra popülasyon kaybolmuştur. Araştırma süresince su derinliği bir önceki yıla göre artarak 8-35 cm arasında değişmiştir. Dolayısıyla, Tuz Gölü'nde *Artemia* sp. dağılımı ve bolluğuna ilişkin 1994-2017 yılları arasında yapılan çalışmalarda, popülasyonda gözlenen dalgalanmaların büyük ölçüde iklimsel faktörlerden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Bolluk Gölü Hattı

Artemia popülasyonunun bulunduğu bir diğer coğrafik alan Bolluk Gölü'nde yapılan çalışmada, canlı popülasyonunun Mart ve Ekim ayları arasında bulunduğu ve kistlerin tuzluluğun 78 g/l ve sıcaklığın 16°C ulaştığı Mart ayında açılmaya başladığı bildirilmiştir. Ortalama en yüksek yoğunluk 14,701 birey/ m^3 olarak Haziran ayında tespit edilmiş olup, popülasyonunun çoğunlukla metanauplius evresinde ($12,773$ birey/ m^3) olduğu ortaya konmuştur. Temmuz ayında gölde tuzluluk 180 g/l'e ulaştığında, yoğunluk belirgin olarak azalmıştır, popülasyonda sadece naupliye rastlanmıştır. Mart ve Temmuz ayları hariç, ergin bireyler her örneklemede bulunmuştur, en düşük ortalama ergin birey yoğunluğu Ağustos ayında 5 birey/ m^3 , en yüksek Haziran ayında 1205 birey/ m^3 olmuştur (Eskandari ve Saygı 2019).

Tersakan Hattı

Tersakan Gölü'nde, *Artemia* popülasyonu Mart ve Ekim ayları arasında saptanmış, ortalama en yüksek yoğunluk, su sıcaklığının 14°C ve tuzluluğun 102 g/l olduğu Mart ayında 6579 birey/ m^3 ve en düşük ortalama yoğunluk Mart ayında 223 birey/ m^3 olmuştur. Örneklemeye zamanlarında popülasyona metanaupliusların hakim olduğu görülmüştür. Popülasyonda erginlerin ortalama sayısı 94 birey/ m^3 (Ekim) ve 570 birey/ m^3 (Haziran) arasında değişmiştir (Eskandari ve Saygı 2019).

Acıgöl Hattı

Acıgöl Gölü'nde yapılan incelemede ise *Artemia* popülasyonunun yıl boyunca gölde bulunduğu bildirilmiş, su sıcaklığının $8-9^\circ\text{C}$ ve tuzluluğun 112-131 g/l olduğu kış mevsiminde popülasyon yoğunluğunun düşük bulunduğu,

ancak popülasyonun ergin bireylerden oluştuğu bildirilmiştir. Acıgöl popülasyonunda Nisan ayı ve Ağustos ayı olmak üzere iki belirgin artışa rastlanmıştır. Nisan ve Ekim ayları arasında yoğunluğun genel olarak 20,000 birey/ m³ üzerinde olduğu bildirilmiştir. En düşük ortalama yoğunluk Kasım ayında 205 birey/m³, en yüksek ise Ağustos ayında 54,993 birey/m³ olarak kaydedilmiştir. Yüksek yoğunlukların tespit edildiği dönemlerde su sıcaklığı 19–29 °C ve tuzluluk 62–102 g/l arasında değişmiştir (Eskandari ve Saygı 2019).

Çamaltı Tuzlası Hattı

Türkiye'nin en büyük kıyusal deniz tuzlası olan Çamaltı Tuzlası'nda *Artemia*'nın yıllık üretiminin 13,98 g kuru ağırlık/m²/yıl olduğunu, popülasyonun instar ve ergin bireylerden oluştuğunu bildirmiştir (Koray 1998).

Koru (2002) *Artemia* popülasyonlarının Acıgöl Gölü, Ayvalık Tuzlası ve Çamaltı Tuzlası'nda dağılımını araştırmış ve buna bağlı olarak kistlerin çapını, koryon tabakasının kalınlığını nauplii uzunluğu ve biyomasını, *Artemia* popülasyonlarının protein, karbohidrat, yağ asitleri ve kül değerlerini, göl ve tuzluların fiziko-kimyasal özelliklerini belirlemiştir. Acıgöl, Ayvalık Tuzlası ve Çamaltı Tuzlası popülasyonlarında sırasıyla, koryon kalınlıkları 13,8 µm, 12,5 µm, 13,2 µm, kist çapları 1 238,9 µm, 240,4 µm, 237,5 µm, ağız açılmamış nauplii uzunlukları 460 µm, 483 µm, 498 µm ve kuru ağırlıkları 2,1 µg, 2,92 µg, 2,88 µg ölçülmüştür. Açılma miktarları, Acıgöl'de 98×10⁶ nauplii/g, Ayvalık Tuzlası'nda 150×10⁶ nauplii/g, Çamaltı Tuzlası'nda 188×10⁶ nauplii/g, açılma yüzdesi ise 100 kistte sırayla 31, 56, 43 nauplii olmuştur. Bu değerler biyomas olarak da her gram kistte sırasıyla 63,7 mg, 245,28 mg, 232,8 mg dır. Her üç popülasyonda ham protein oranlarının %50,21 ile %50,57 arasında, yağ asitlerinin ise % 35 civarında benzer olduğu belirtilmiştir.

İzmir İli sınırları içerisinde deniz kıyısında yer alan Çamaltı Tuzlası, tuz üretimine 1863 yılında açılmıştır ve yılda yaklaşık 550000 ton tuz üretilmektedir. *Artemia* popülasyonunun orta düzeyde (%50-150) tuzlulukta, buharlaştırma havuzlarında iyi gelişme gösterdikleri ve bu alanlarda istenilen oranda tuz tabakasının oluşumunun iki yıllık süreyi alacağı ve *Artemia*'nın Çamaltı Tuzlası'nda önemli olduğu ve gelişimini etkileyecek herhangi bir olumsuz bir durumun tuz oluşumunu da olumsuz etkileyeceği vurgulanmıştır. Türkiye toplam tuz üretiminin %35-40'nın karşılandığı Çamaltı Tuzlası'ndaki partenogenetik *Artemia* popülasyonunun, yumurta çapının ortalama 254 µm, nauplius boyunun 475 µm ve ergin birey boyunun 10,60 mm olduğu bildirilmiştir. *Artemia*'ların hayatta kalmaları ve ideal büyüme ortamı için en uygun sıcaklık ve tuzluluk değerleri sırasıyla, 27-30 °C ve 35-80-100 ppt olarak tespit edilmiştir. *Artemia*'larda toplam boya bağlı olarak yumurta sayısında artış olduğu, 9 mm lik ergin bireylerden elde edilen ortalama yumurta sayısı 8 iken, 15 mm'lik bireylerde ortalama yumurta sayısı 29 olmuştur. Tuzlada su sıcaklığı 10°C'nin altına düştüğünde popülasyonda kist üretimi gerçekleşmiş-

tir, ancak Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos aylarında ovovivipar üreme yani nauplii üretimi olmuştur. Bununla birlikte, tuzluluğun 120-160 ppt arasında değiştiği yoğun tuzluluktaki havuzlarda ovipar üreme ile yaz yumurtaları da oluşmuştur. Yumurtaların açılma yüzdesi (HP) ortalama % 68-70, kuluçkala- ma verimliliği (HE) 165×10^6 yumurta/gr olarak belirlenmiştir. Diğer *Artemia* kaynakları ile kıyaslandığında yerli türümüz olan Çamaltı Tuzlası *Artemia* popülasyonunun ekonomik ve akuakültürde kullanılabilir olduğu, açılma oranı ve açılma verimliliği açısından orta sınıf kalitede olduğu bildirilmektedir (Koru 2004, 2013).

Çamaltı Tuzlası'nda, *Artemia parthenogenetica* diğer tuzlalarda olduğu gibi su kuşlarının besini olması açısından da önemlidir. Tuzla'da Mayıs-Ağustos 2018 tarihleri arasında yapılan araştırmada Türkiye'de ilk kez *Artemia partenogenetica*'nın *Flamingolepis liguloides* paraziti tarafından enfekte edildiği belirlenmiştir. Erişkin bireylerde parazit yayılımı %63,3 oranında yüksek olup, *F. liguloides*'in tuzla havuzlarında varlığı %72,2 gibi yüksek oranda saptanmıştır. Araştırmada Temmuz ayının yaygın parazit enfeksiyonu açısından yılın en uygun zamanı olduğu kaydedilmiştir. Bu bölge aynı zamanda flamingo kuşlarının çok önemli bir göç noktası olup, besin zincirinde *Artemia*'nın, flamingo kuşları ile ilgili olarak bazı sestod türlerinde ara konakçı olduğu ortaya konmuş ve bu sonuç Türkiye'deki birincil tespit olarak kayıt edilmiştir (Koru 2022).

6. Moleküler Araştırmalar

Artemia sp'nin Türkiye'de doğal olarak bulunduğu alanlarda (Tuz Gölü, Bolluk Gölü, Tersakan Gölü, Acıgöl, Çamaltı Tuzlası, Ayvalık Tuzlası, Gökçeada Tuz Gölü) yapılan çalışmada, *Artemia* popülasyonlarının özellikleri, popülasyonlar arasındaki farklılaşma oranları kromozom sayıları ve ploidy oranları moleküler olarak belirlenmiş ve yumurta ile larva morfometrisi araştırılmıştır. Çalışmalar sonucunda Çamaltı ve Ayvalık Tuzluları, Gökçeada Tuz gölü ve Tuz Gölü deniz suyu özelliği taşıyan Bolluk, Tersakan ve Acıgöl ise deniz suyu özelliği taşımayan habitatlar olarak sınıflandırılmıştır. Araştırmada *Artemia* sp. biyotoplarının tuzluluk, sodyum, klor, nitrit, magnezyum, potasyum, karbonat ve lityum bileşenleri açısından farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Çamaltı, Ayvalık ve Acıgöl popülasyonlarında yoğunluk açısından geçmiş yıllara göre azalma kaydedilmiştir. Türkiye'deki *Artemia* popülasyonlarının sadece dişi bireylerden meydana geldiği, partenogenetik olarak ovipar ve ovovivipar üredikleri tespit edilmiştir. Bolluk, Acıgöl ve Ayvalık popülasyonlarında ovipar üreme tarzının baskın olduğu, Tersakan ve Çamaltı Tuzluları'nda ise benzer oranda ovipar/ovovivipar üreme görülmüştür. Yumurta verimi Bolluk Gölü'nde 22, Tersakan Gölü'nde 44, Acıgöl'de 42, Çamaltı Tuzlası'nda 66, Ayvalık Tuzlası'nda 76 olarak bulunmuştur. Yumurta çapı en düşük Acıgöl'de 231 µm, en yüksek ise Ayvalık popülasyonunda 269,2 µm olarak ölçülmüştür. Sitogenetik

araştırmalarda Çamaltı ve Ayvalık Tuzları, Tersakan, Tuz ve Acıgöl Göllerindeki I. instar naupliide $2n=42$ diploid modeli bulunmuş, ayrıca populasyonlarda $3n, 4n, 5n, 6n$ ve $10n$ katsayısında poliploid oranları saptanmıştır. En yüksek poliploid oranının Ayvalık Tuzlası'nda, en düşük oranın ise Çamaltı Tuzlası'nda olduğu belirlenmiştir. Çalışma, *Artemia* sp. populasyonunun insan kaynaklı faktörlerden olumsuz etkilendiklerini ve tehdit altında olduklarını ortaya koymuştur. Kıyusal Ayvalık Tuzlasında bulunan *Artemia* populasyonunun ise tuz üretimi ile birlikte denizle bağlantılı predatör canlılardan olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Gökçeada Tuz Gölü'nde *Artemia* sp ve *Phalloscyptus spinosa* türlerinin birlikte buldukları bildirilmiştir (Eskandari ve Saygı 2019).

7. *Artemia* Populasyonlarının Biyokimyasal Özelliklerine İlişkin Araştırmalar

Artemia'da besin kompozisyonu 1. instar yani henüz beslenmeyen naupliide ebeveynlerine benzer olup, sonraki aşamalarda çevresel faktörler özellikle önemlidir.

Çamaltı Tuzlası'ndaki (İzmir) *A. parthenogenetica*'nın instar-I nauplii safhasında yağ asiti kompozisyonun belirlendiği araştırmada, toplam 37 yağ asiti tanımlanmış, özellikle yağ asitleri kompozisyonunda yer alan yağ asitlerinden palmitic asit (16:0), palmitoleic asit (16:1), stearic asit (18:0), oleic asit (18:1), linoleic asit (18:2), linolenic asit (18:3), arachidic asit (20:0), docosahexaenoic asit (22:6), nervonic asit (24:1) ve eicosapentaenoic asit (20:5)'in balık larvası beslenmesinde önemli olduğu ancak toplam yağ asitleri içinde DHA (docosahexaenoic asit) ve EPA (eicosapentaenoic asit) değerlerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda, *A. parthenogenetica* Çamaltı Tuzlası hattının, deniz balıkları larva beslenmesinde zenginleştirilerek kullanılması önerilmiştir (Koru ve Dıraman 2003).

Ayvalık Tuzlası'ndaki (Balıkesir) *A. parthenogenetica* nauplii'nin henüz dışardan beslenemediği aşamada yapılan araştırmada toplam 28 yağ asiti saptanmıştır; nervonik asit (24:1), docosahexaenoic asit (20:5), araşididik asit (20:0), linolenik asit (18:3), linoleik asit (18:2), oleik asit (18:1), stearik asit (18:0), palmitik asit (16:0), palmitoleik asit (16:1). Buna göre, balık larvaları için canlı yem olarak *A. parthenogenetica* nauplii'nin, EPA ve DHA ile zenginleştirilerek verilmesi önerilmektedir (Koru 2006).

8. Laboratuvar Araştırmaları

Çamaltı Tuzlası'nda, 1996 yılının yaz ve kış aylarında toplanan kistler ile 1987 yılında işlenmiş ve paketlenmiş kistlerin açılma yüzdelerinin karşılaştırıldığı araştırmada, üç farklı tuzlulukta (%25, 35 ve 40) ve 25 ± 2 °C ve 30 ± 2 °C sıcaklıkta açtırılan 1 kg kistte; ilk açılmanın kış dönemine ait kistlerde (30°C, %35 ve 9. saatte) görüldüğü bildirilmiştir. Kış dönemi kistlerinde-

ki en yüksek açılma yüzdesi 30°C ve ‰35 tuzlulukta (ortalama 97000±2100 adet, %52,1) ve en düşük açılma yüzdesi 25°C ve ‰25 tuzlulukta (ortalama 73000±1900 adet, %39,2) tespit edilmiştir. Yaz dönemi kistlerindeki en yüksek açılma yüzdesinin 30°C ve ‰45 tuzlulukta (ortalama 45300±2000 adet, %24,3) ve en düşük açılma yüzdesinin 25°C ve ‰35 tuzlulukta (ortalama 33300±1600 adet, %17,9) tespit edildiği bildirilmiştir. İşlenmiş ve paketlenmiş 1989 yılı örneklerinde ise açılma yüzdesinin 1996 yılı kistlerine göre açılma yüzdesinin, çok düşük bulunduğu (48. saatte en yüksek açılma yüzdesi 30°C ve ‰45 tuzlulukta ortalama 9300±700 adet, %5- 24. saatte en düşük açılma yüzdesinin 25°C ve ‰25 tuzlulukta ortalama 4600±600 adet, %2,5) ortaya konmuştur (Bozok 1996).

Saygı ve Demirkalp (2002), Tuz Gölü'nden temin ettikleri partenogenetik *Artemia* popülasyonunun kistlerinin laboratuvar koşullarında farklı sıcaklıklarda yaşama oranı ve büyümesini 30 gün süreyle inceledikleri araştırmada, kistler 30 °C su sıcaklığında ve 30 ppt tuzlulukta açtırmışlardır. *Artemia* nauplii açıldıktan sonra 60 ppt tuzlulukta ve sıcaklık değerlerinin 18 °C, 20 °C, 22 °C, 24 °C, 26 °C, 28 °C, 30 °C, 32 °C olduğu, içinde Tuz Gölü'nden alınan *Duneliella* ve *Oocystis* içeren alg örneklerinin laboratuvar koşullarında üretildiği ortamlara stoklanmıştır. *Artemia*'da büyümenin artan sıcaklık değerleri ile arttığı ancak yaşama oranının düştüğü tespit edilmiştir. Nauplius döneminden ergin döneme kadara geçen sürenin 18°C'de 30 gün, 24°C'de 20 gün ve 30°C'de 15 gün olduğu ortaya konmuştur. Denemenin 5. gününde ortalama toplam uzunluklar 18°C'de 0,82 mm, 24°C'de 1,32 mm, 32°C'de 2,30 mm ölçülmüş, ancak 30. günde gruplar arasında toplam uzunluklar açısından belirgin farklılıklar kaydedilmemiştir. Yaşama oranı ise 32°C'de denemenin 10. gününde %12'den az olurken, 15. günde canlı nauplii kalmamıştır. Yaşama oranı 18°C ile 26°C arasında daha yüksek olmuştur. Araştırmada, en iyi büyüme ve yaşama oranı 22-26°C'de olmuştur. Tuz Gölü *Artemia*'sının düşük sıcaklıkları tolere edebildiği ortaya konurken, düşük sıcaklıkların büyümede gecikmeye neden olmuştur. Ölüm oranında hızlı artışlar 30-32°C'de olmuştur ve 30°C sıcaklıkta 30. güne kadar hiçbir canlı kalmamıştır.

Laboratuvar koşullarında açtırılan Çamaltı Tuzlası *Artemia*'sı ile Yunanistan'dan Kalloni Tuzlası *Artemia*'sının sıcaklık ve aşamalı artırılan farklı tuzluluk değerlerine toleranslarının değerlendirilerek, bu iki *Artemia* hattının yaşama oranı, büyüme oranı, olgunluk yaşı ve morfometrisini üzerine tuzluluk ve sıcaklığın etkileri karşılaştırılmıştır. Araştırmada, 25 °C ve 30 °C'de yaşama oranı açısından hatlar arasında farklılıklar gözlenmiş olmakla birlikte, araştırmanın 23. ve 26. günlerinden sonra 30°C'de ve 160 g/l tuzlulukta her iki hattın yaşama oranları benzer olmuştur. Aynı şekilde her iki hat 25°C'de ve 30g/l tuzlulukta düşük performans göstermişlerdir. Kalloni hattı'nda tuzluluğun 35 g/l olduğu herhangi sıcaklıkta 20 günden sonra yaşama oranı sıfır olmuştur. Tuzluluğun aşamalı olarak artırıldığı araştırmada Çamaltı hattı 25°C'de Kalloni

ni hattına göre daha uzun yaşamıştır. Yaşama oranı açısından Çamaltı popülasyonu için optimum tuzluluk 80 g/l iken, Kalloni popülasyonu 120 g/l'de iyi performans göstermiştir. Büyüme performansı açısından 25-30°C'de 35g/l tuzlulukta her iki hat arasında belirgin farklılık görülmüştür. Düşük tuzluluk oranı Kalloni hattının Çamaltı hattına göre daha hızlı gelişimini sağlamıştır. Araştırmada tuzluluğun olgunlaşma için gereken süreyi önemli ölçüde etkilediği, sıcaklığın etkisinin bu süreye katkıda bulunduğu ortaya konmuştur. Kalloni hattı daha hızlı olgunlaşma göstermiştir. Morfometrik incelemeler sonucunda Çamaltı hattının dişilerinin abdomenlerinin daha uzun olduğu belirlenmiştir. Her iki hat için tükettikleri besinlerin benzer olmasından dolayı yağ asitleri kompozisyonu benzer olmakla birlikte, Çamaltı hattında dekapsüle kistlerde düşük düzeyde bulunan linolenik asit ve Kuru ve Dıraman (2003)'ün bildirimine tersine yüksek düzeyde bulunan EPA (eicosapentenoik asit)'nin (% 9,4-10,6) deniz balıkları larva yetiştiriciliği için uygun olduğu rapor edilmiştir. Kist çapı açısından hatlar arasında farklılık bulunurken, Çamaltı hattının kist çapları Çin, Fransız, İtalyan, Hint partenogenetik poliploid popülasyonlarla ve İspanyol parthenogenetik tetraploid popülasyonlara benzerlik göstermektedir. Çamaltı hattı kistin 6,3 µm koryon kalınlığı ile diğer partenogenetik popülasyonlara göre en ince koryon kalınlığına sahip olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, araştırmada Çamaltı kistlerinin açılma kalitesinin orta kalitede olduğu, türe özgü veya çevresel faktörlere bağlı olarak maksimum açılmaya uzun sürede ulaştığı bildirilmektedir. Bununla birlikte, Kalloni kistlerinin daha iyi açılma senkronizasyonu (26 saatte maksimum açılma) göstermesine rağmen, Çamaltı hattına göre açılma oranının daha düşük olduğu ortaya konmuştur (Saygı 2004).

9. *Artemia* Besleme Araştırması

Balık larvası yetiştiriciliğinde, *Artemia*'yı beslemek için maliyeti yükseltecek alg üretimi tercih edilmediğinden, *Artemia* kist olarak ya da henüz beslenmeyen nauplii olarak larvalara verilir. Bu nedenle, son yıllarda *Artemia*'nın devamlılığını sağlamak ve üretim maliyetini azaltmak amacıyla araştırmalar *A. franciscana* ve *A. urmiana* türlerinin zirai atık ürünlerle (pirinç kepeği, mısır unu vd.) üretimi üzerine yoğunlaşmıştır. Yapılan çalışmaların içinde pirinç kepeği ile elde edilen sonuçlar başarılı olmuştur (Sorgeloos vd. 1980).

Dünyada yaygın olarak kullanılan özellikle *A. franciscana*'nın üretimine ilişkin ve İran'da *A. urmania* ve partenogenetik hatların beslemesine ilişkin çalışmalar yapılmıştır. Türkiye'de ise Çamaltı hattı olan *Artemia parthenogenetica* için besleme çalışması Qaranjiki ve Kırkağaç (2022) tarafından yapılmıştır. Laboratuvar koşullarında *Artemia parthenogenetica* Spirulina (S), maya (M) pirinç kepeği (P), yulaf (Y) ve kombinasyonları ile 10 deneme grubunda 20 gün beslenmişlerdir. Araştırma süresi sonunda (S) ve (SMP-%50+25+25) deneme gruplarında en yüksek ortalama uzunluk değeri 2,805±0,003 mm

ölçülmüştür. En yüksek ortalama birey kuru ağırlık değeri ise (S) deneme grubunda 23,057 μg belirlenmiştir. Araştırmada, deneme gruplarında uzunluk-ağırlık ilişkisi doğrusal bir artış göstermiştir. En yüksek biyomas değeri (S) deneme grubunda 21 g/m^3 olmuş, onu (SMP-%50+25+25) deneme grubu 20,5 g/m^3 olarak izlemiştir. En iyi yem değerlendirme oranı, (S) ve (M) deneme gruplarında (1,14 \pm 0,02) benzer bulunmuştur. Deneme gruplarında spesifik büyüme oranı 1,01 \pm 0,00 olarak belirlenmiştir. Yaşama oranı deneme gruplarında %90,64 \pm 0,06 ile %78,22 \pm 1,78 arasında değişmekle birlikte, en yüksek (S)'de bulunmuştur. Araştırma sonunda, *Artemia*'larda ham protein oranı %3,11 \pm 0,01 ile 10,85 \pm 0,01, ham yağ oranı %0,20 \pm 0,02 ile 0,62 \pm 0,01 arasında değişmiştir. En yüksek ham protein oranları sırasıyla, 6(SP-%50+50) ve 1(S) deneme gruplarında, en yüksek ham yağ oranı ise sadece yulafla beslenen 10(Y) deneme grubunda saptanmıştır. Biyokimyasal analizler, elde edilen ürünlerdeki ham protein ve yağ içeriklerinin, yemlerin protein ve yağ içeriklerinden daha düşük olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, denemede kullanılan yulafların nişastasındaki bulunan amilaz-yag içeriği, yulaftaki yağ oranını yükselttiğinden (Lasztity 1998), sadece yulafla beslenen gruptaki *Artemia*'larda yağ oranı yüksek bulunmuştur. Pirinç kepeği ise yağ içeriği açısından zengin olmasına karşın, maruz kaldığı işlem nedeniyle besleyici değerinin azaldığı bildirilmiştir (Rosniyana vd. 2007). Sonuç olarak araştırmada, *Artemia*'nın ham protein ve ham yağ içeriklerinin oldukça düşük olmasına karşın, yemlerin büyümeye pozitif bir etkisinin olduğu ve *A. parthenogenetica*'nın üretiminde maya ve pirinç kepeği gibi yan ürünlerin alglerle birlikte verilmesinin ekonomik olacağı ortaya konmuştur

SONUÇ

Artemia'nın coğrafik dağılımının en belirgin sınırlayıcısı tuzluluktur ve yüksek tuzluluğa adaptasyonları predatasyona karşı doğal bir ekolojik savunma sağlar. Bununla birlikte, yüksek tuzluluklarda düşük oksijeni bertaraf edebilecek solunum pigmentlerini sentezleyebilecek güçlü osmoregülasyon sistemleri vardır ve çevresel koşullar bozulduğunda yaşamları tehlikeye gireceğinden durgun kistler üretebilirler (Persoone ve Sorgeloos 1980, Van Stappen 1996, 2002, Dhont ve Van Stappen 2003, Agh 2007).

Türkiye'de populasyon dağılımına ilişkin araştırmalar çoğunlukla Tuz Gölü ve Çamaltı Tuzlası üzerinde yoğunlaşmıştır. Tuz Gölü'nde yıllar itibarı ile yapılan araştırmalarda, gölün doğu yakasında 10 km^2 'lik bir mesafe içindeki *Artemia* varlığının öncelikle kuraklık ve yağışların azalması gibi iklimsel faktörlerin etkisinde olduğu ve havzadaki yeraltı sularının bilinçsiz kullanımı, çevredeki yerleşim yerleri ve tarım faaliyetleri gibi antropojenik etkilerle bazı dönemlerde yok olma tehlikesinin olduğu bildirilmiştir. Tuz Gölü'nde *Artemia* populasyonu en fazla iki kuşakla temsil edilirken, populasyon yoğunluğu düşüktür ve kistleri kıyılarda ya da göl yüzeyinde birikim oluşturmaz. *Artemia*

populasyonlarının Türkiye’de doğal olarak bulunduğu diğer coğrafik alanlarda da uzun dönemli araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Çamaltı Tuzlası’nda yapılan gerek populasyon yoğunluğu ve gerekse üretim çalışmaları sonucunda, *A. parthenogenetica*’nın orta kalitede olduğu belirlenen kistlerinin, ticari olarak iç piyasada akvaryum sektöründe talebin %10-15’ini karşıladığı bildirilmektedir. Bu nedenle, populasyonun devamlılığı açısından Çamaltı Tuzlası’ndaki *Artemia* kistlerinin ticari olarak işlenmesi ve işlenen kistlerin belli miktarının ekosisteme bırakılmasının önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu bağlamda, Çamaltı Tuzlası *Artemia* türlerinin korunması ve tuz üretiminde kullanılmayan alanların *Artemia* üretimi için kullanılması önerisinde bulunmaktadır (Van Stappen 2002, Anonim 2013, Kuru 2013, Kuru 2017).

Belirtildiği gibi *Artemia*’nın tuz göllerinde ve kıyusal alanlarda tuzlarda varlığı tuz kalitesini artırdığı gibi, çevresel koşullar bozulduğunda ovipar üreme yaparak durgun yumurta yani kist üretimi ile deniz balıkları larvaları yetiştiriciliği için ikinci bir fayda sağlar. *Artemia* kistleri kuru ve saklanabilir ürün olarak, doğrudan veya en fazla 24 saatte açtırılarak, balık larvaları için canlı yem olarak değerlendirilebilir. Su ürünleri sektörü açısından kullanımı oldukça pratiktir. Bununla birlikte, *Artemia*’nın besin kalitesi coğrafik şartlara bağlı olarak sucul ortamda meydana gelen fiziko-kimyasal değişimlere bağlı olarak değişebildiğinden, balık larvası ihtiyacına göre *Artemia*’nın besin kalitesine zenginleştirme yoluyla müdahale edilebilmesi bir diğer avantajını oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abatzopoulos, T. J., Beardmore, J. A., Clegg, J. S. ve Sorgeloos, P. 2002. *Artemia*: Basic and Applied Biology. Preface. International Study on *Artemia* LIX. International Journal of Salt Lake Research, 7, 41-44.
- Abreu-Grobois, F. A. Briseno-Duenas, R. Herrera, M. A. ve Malagon, M. L. 1991. A model for growth of *Artemia franciscana* cultures based on food ration-dependent gross growth efficiencies. *Hydrobiologia*, 212, 27-37.
- Agh, N. 2007. Characterization of *Artemia* populations from Iran. PhD thesis, Ghent University, 169, Belgium.
- Agh, N., Mohamadyari, A. ve Rahimian, H. 2018. Simultaneous effect of salinity and temperature on morphometric characters of two populations of *Artemia urmiana* and *Artemia parthenogenetica* from Urmia Lake. *Journal of Aquaculture Sciences*, 6(8), 11-22.
- Anh, N. T. N., Van Hoa, N., Van Stappen, G. ve Sorgeloos, P. 2009. Effect of different supplemental feeds on proximate composition and *Artemia* biomass production in salt ponds. *Aquaculture*, 286, 217-225.
- Anonim 2007. Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Yönetim Planı. Ankara, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü.
- Anonim 2013. Web Sitesi: <https://www.haberler.com/fakulteden-artemia-destegi-4343242-haberi>, Erişim tarihi: 20.11.2019.
- Asem, A., Atashbar, B., Rastegar-Pouyani, N. ve Agh, N. 2010. Morphological and biometric characterisation of rare males and sexual dimorphism in parthenogenetic *Artemia*: (Crustacea: Anostraca). *Zoology in the Middle East*, 49(1), 115-117.
- Başbuğ, Y.1994. Tuz gölünde yaşayan artemia salina (L,1758) nın biyolojik özellikleri ve sistlerinden laboratuvar koşullarında larva üretilmesi . Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı (Hidrobiyoloji), 95 s, Ankara.
- Basil, J. A. ve Pandian, G. T. 1991. Culturing *Artemia* (Tuticorin strain) in organic and agricultural wastes at different salinities. *Hydrobiologia*, 212, 11-17.
- Basbug, Y. ve Demirkalp F. Y. 1997. A Note on the Brine Shrimp *Artemia* in Tuz Lake. *Hydrobiologia*, 263, 45-51.
- Başbuğ, Y. 1999a. Tuz Gölü'nde Yaşayan *Artemia salina*'nın (L., 1758) Bazı Biyolojik Özellikleri. *Turkish Journal of Zoology*, 23(2), 617-624.
- Başbuğ, Y. 1999b. Tuz Gölü'nde Yaşayan *Artemia salina* (L., 1758)'nın Üreme Özellikleri. *Turkish Journal of Zoology*, 23(2), 635-640.
- Bengtson, D. A. 2003. Status of Marine Aquaculture in Relation to Live Prey: Past, Present and Future. In: Live feeds in marine aquaculture. Stottrop J. G. ve Mc Evoy L.A. (eds). Blackwell Science Ltd, 1-16, UK.
- Bowen, S.T., Durkin, J.P., Sterling, G., Clark, L.S. 1978. *Artemia Hemoglobins: Genetic*

Variation in Parthenogenetic and Zygogenetic Populations. *Biological Bulletin*, 155:2, 273-287.

Bozok, M. 1996. Taze ve uygun koşullarda korunmuş *Artemia* sp. (İzmir-Çamaltı Tuzlası) yumurtalarının açılma oranlarının karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 60, İstanbul.

[Browne](#), A.R., [MacDonald](#) G.H. 1982. Biogeography of the Brine Shrimp, *Artemia*: Distribution of Parthenogenetic and Sexual Populations. *Journal of Biogeography*, 9(4), 331-338.

Dhont, J. ve Van Stappen, G. 2003. Biology, Tank Production and Nutritional Value of *Artemia*. In: Live feeds in marine aquaculture. Stottrop J. G. ve Mc Evoy L.A. (eds). Blackwell Science Ltd, 65-121, UK.

Eskandari, A. 2014. Türkiye'de Kıyusal ve Karasal Tuzlu Göllerde Yayılım Gösteren *Artemia* Populasyonlarının Ekolojik, Sitogenetik, Moleküler, Morfometrik Yöntemler Kullanılarak Araştırılması ve Biyotopların Hidrobiyolojik Yönden İncelenmesi. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı (Hidrobiyoloji), 137s, Ankara.

Eskandari, A. ve Saygı, Y. 2019. Ecological surveys on the parthenogenetic *Artemia* populations in the hypersaline lakes of Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*. 43(4), 367-378.

Hafezieh, M. 2004. Effect of chaetocerus, chlorella as food on growth and survival rate of *Artemia urmiana*. *Pajouhesh & Sazandegi*, 64(3), 76-80.

Kırkağaç, M., Gümüş, E. ve Yokuş, G. 2017. The Effects of Environmental Factors on *Artemia* Population in Tuz Lake (Central Anatolia, Turkey). *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 303-312.

Koray, T. 1998. Annual Production of *Artemia parthenogenetica* in a Solar Saltworks. *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.*, 35, 554-555.

Koru, E. 2002. Türkiye Tuzlaları ve iç Sularındaki *Artemia* Populasyonlarının Biyolojik Özelliklerinin Saptanması ve Yetiştiricilikte Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 84, İzmir.

Koru, E. ve Dıraman, H. 2003. Çamaltı Tuzlası'ndaki (İzmir, Türkiye) *Artemia parthenogenetica*'nın Yağ Asitleri Üzerine Bir Araştırma. *Su Ürünleri Dergisi*, 20(3), 523-527.

Koru, E. 2004. Çamaltı Tuzlası (İzmir, Türkiye) Ekosisteminde *Artemia* ve Önemi. *Su Ürünleri Dergisi*, 21(1-2), 187-189.

Koru, E. 2006. Ayvalık Tuzlası'ndaki (Balıkesir/Türkiye) *Artemia parthenogenetica*'nın Yağ Asitleri Üzerine Bir Araştırma, *Su Ürünleri Dergisi*, 23(1), 185-187.

Koru, E. 2013. Çamaltı tuzlası (sasalı-İzmir) *Artemia* biyomasının Türkiye'de su ürünlerinde kullanımı için optimizasyon çalışmaları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü Yetiştiricilik ABD Bornova-İzmir, 35100, Türkiye.

Koru, E. 2017. İzmir balıkçılığı. Birinci Bask. Bölüm: İzmir Çamaltı Tuzlası (Sasalı/

Çiğli) ve Tuzla Karidesi: *Artemia* sp., 223-228.

- Koru, E. 2022. Cestode Infection of the Native Brine Shrimp (*Artemia parthenogenetica*) in Çamaltı Saltpan (İzmir) (Türkiye). *COMU Journal of the Native Marine Sciences and Fisheries*, 5 (1):56-66.
- Lashkarizadeh, M., Farhangi, M., Agh, N. ve Safari, O. 2011. Comparison of the digestive enzyme activities in *Artemia urmiana* from nauplii to adult stages using different diets. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 20(3).
- Lasztity, R. 1998. Oat grain a wonderful reservoir of natural nutrients and biologically active substances. *Food Reviews International*, 14(1), 99-119.
- Lavens, P., De Meulemeester, A. ve Sorgeloos, P. 1987. Evaluation of mono-and mixed diets as food for intensive *Artemia* culture. *Artemia research and its applications*, 3, 309-318.
- Manaffar, R., Abdilzadeh, R., Akbarialmajough, T., Eskandari, A., Ebrahimi, S. ve Saygi, Y. 2018. Population Analysis of some of Turkish and Iranian Parthenogenetic *Artemia* using Biometric Components. *Taxonomy and Biosystematics*, 10(35), 57-68.
- Martin, J.W. ve Davis, G.E. 2001. An updated classification of the Recent Crustacea. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles County. Sci. Ser*, 39, 1-124.
- Persoone, G. ve Sorgeloos, P. 1980. General aspects of the ecology and biogeography of *Artemia*. In: *The brine shrimp Artemia, ecology, culturing, use in aquaculture*. Persoone G, Sorgeloos P, Roels O, Jaspers E, (eds), Universa press, wetteren, 3-24, Belgium.
- Qaranjiki, A. 2022. Farklı Yemlerin *Artemia parthenogenetica* (Tuzlu Su Karidesi) Üretimi Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 81 s.
- Qaranjiki, A. & Kırkağaç, M. (2022). The Evaluation of Different Feeds on Brine Shrimp, *Artemia parthenogenetica* Culture. *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Marine Sciences and Fisheries*, 5 (2) , 109-118.
- Ownagh, E., Agh, N. ve Noori, F. 2011. Optimizing the technique for replacement of unicellular algae with agricultural by-products in feeding *Artemia urmiana* and parthenogenetic *Artemia*. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 20(3).
- Ownagh, E., Agh, N. ve Noori, F. 2015. Comparison of the growth, survival and nutritional value of *Artemia* using various agricultural by-products and unicellular algae *Dunaliella salina*. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 14(2), 358-368.
- Reeve, M. R. 1963. Growth efficiency in *Artemia* under laboratory conditions. *The Biological Bulletin*, 125(1), 133-145.
- Rosniyana, A., Hashifah, M. A. ve Norin, S. S. 2007. The physicochemical properties and nutritional composition of rice bran produced at different milling degrees of rice. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 35(1), 99-105.

- Saygi, Y.B. ve Demirkalp F. Y. 2002. Effects of temperature on survival and growth of *Artemia* from Tuz Lake, Turkey. The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh 54(3), 125-133.
- Saygi, Y. B. 2004. Characterization of parthenogenetic *Artemia* populations from Camaltı (Izmir, Turkey) and Kalloni (Lesbos, Greece): survival, growth, maturation, biometrics, fatty acid profiles and hatching characteristics. Hydrobiologia, 527(1), 227-239.
- Sorgeloos, P., Baeza-Mesa, M., Bossuyt, E., Bruggeman, E., Dobbeleir, J., Versichele, D., Lavina, E. ve Bernardino, A. 1980. Culture of *Artemia* on rice bran: the conversion of a waste-product into highly nutritive animal protein. Aquaculture, 21(4), 393-396.
- Sorgeloos, P., Lavens, P., Leger, P. h., Tackaert, W. ve Versichele, D. 1986. Manual for the Culture and Use of Brine Shrimp *Artemia* in Aquaculture. Laboratory of Mariculture, State University of Ghent, 319, Belgium.
- Triantaphyllidis G. V. Abatzopoulos T. J. ve Sorgeloos P. 1998. Review of the Biogeography of the Genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca). Journal of Biogeography, 25, 213-226.
- Van Stappen, G. 1996. Introduction, biology and ecology of *Artemia*. In: Manual on the production and use of live food for aquaculture. Lavens P, Sorgeloos P (eds). 1-361. FAO Fisheries Technical Paper.
- Van Stappen, G. 2002. Zoogeography. In: Abatzopoulos, T. J., Beardmore, J. A., Clegg J. S. ve Sorgeloos, P. (eds), *Artemia: Basic and Applied Biology*. Kluwer Academic Publishers, 171-224, Dordrecht, The Netherlands.
- Vanhaecke, P. ve Sorgeloos, P. 1980. International Study on *Artemia* IV. The biometrics of *Artemia* strains from different geographical origin. In: The brine shrimp *Artemia*, ecology, culturing, use in aquaculture. Persoone G, Sorgeloos P, Roels O, Jaspers E, (eds), Universa press, wetteren, 393-405, Belgium.
- Vanhaecke, P., Tackaert, W. and Sorgeloos, P., 1987. The biogeography of *Artemia*: an updated review. In *Artemia*, research and its applications. Vol. 1. Morphology, genetics, strain characterization, toxicology (ed. P. Sorgeloos et al.). Wetteren: Universa Press. 129-155 pp.
- Vartak, V. R. ve Joshi, V. P. 2002. Effect of different feeds and water salinities on the cyst production of brine shrimp, *Artemia* sp. Journal of the Indian Fisheries Association, 29, 37-47.
- Yokuş, G. ve Kırkağaç, M. 2019. The status of *Artemia* population in Tuz lake (Central Anatolia, Turkey). Biological Diversity and Conservation, 12(1), 7-12.
- Zmora, O. ve Shpigel, M. 2006. Intensive mass production of *Artemia* in a recirculated system. Aquaculture, 255(1-4), 488-494.

Bölüm 3

ESANSİYEL YAĞLARIN SU ÜRÜNLERİNDE KALİTE VE RAF ÖMRÜNE ETKİSİ

İsmail Yüksel GENÇ¹

¹ * Dr. Öğretim Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, <https://orcid.org/0000-0002-4816-806X>, ismailgenc@isparta.edu.tr

GİRİŞ

Su ürünleri besin içeriklerinden dolayı oldukça sınırlı bir raf ömrüne sahiptirler. Bu kapsamda bozulmaya oldukça elverişli olan su ürünlerinin raf ömrünün ve kalitesinin korunmasında farklı işleme teknikleri uygulanmaktadır. Vakum ve modifiye atmosfer paketleme (Esteves vd., 2021), tuzlama (Al-Asous ve Al-Harbi, 2017), kurutma (Lorentzen vd., 2016), konserve (Qu vd., 2022), marinasyon (Szymczak vd., 2020), yenilebilir filmler ile kaplama (Küçükgülmez vd., 2013), soğuk ve sıcak dumanlama (Bienkiewicz vd., 2022; Messina vd., 2021), soğutma (Aubourg vd., 2005) ve dondurma teknolojisi (Rodríguez vd., 2007; Gonçaves ve Junior, 2009) su ürünlerinde kullanılan başlıca teknolojiler olmakla birlikte raf ömrü ve kalitelerinin korunmasında da önemli rol oynayan işleme teknolojileridir. Su ürünlerinde mikrobiyolojik bozulma, mikroorganizmaların gelişimleri sonucu koku ve ikincil metabolitlerin oluşmasından kaynaklanmaktadır. Su ürünlerinde bozulmaya sebep olan bakteriler arasında *Pseudomonas sp.*, *Shewanella putrefaciens*, Laktik Asit Bakterileri (LAB), Enterobacteriaceae, *Vibrionaceae*, *Photobacterium phosphoreum*, *Brochothrix thermosphacta* gibi mikroorganizmalar yer almaktadırlar (Gram ve Dalgaard, 2002; Boziaris ve Parlapani, 2017). Bu çerçevede su ürünlerinin raf ömrünü uzatmak, mikroorganizma gelişimlerini yavaşlatmak ve kimyasal ile duyuşal parametreleri depolama süresince koruyabilmek için doğal koruyuculara ihtiyaç duyulmaktadır. Su ürünlerinde de kullanılan, doğal koruyucu olarak isimlendirilen esansiyel yağlar (EY) da günümüzde gıdalara ve su ürünlerine oldukça sık uygulanan koruyucular olarak nitelendirilebilmektedirler. Kimyasal koruyucuların yerine gıda seviyesinde güvenli olarak kabul edilen EY, su ürünleri gibi çabuk bozulabilen gıdalarda mikroorganizma gelişimini yavaşlattığı için ürünün doğal formuna en yakın şekli ile korunmasına olanak vermektedirler (Angane vd., 2022). Esansiyel yağlar su ürünlerinin kalitesinin korunmasında antimikrobiyal ve antioksidan etki göstermektedirler. Yapılarındaki bileşenler mikroorganizma gelişimlerini yavaşlatmakla (Mejlholm ve Dalgaard, 2002) birlikte, antioksidan özellikleri ile de su ürünlerinde yağ oksidasyonunun önüne geçmekte ve raf ömrünün uzamasına ve aynı zamanda da depolama süresince su ürünlerinin kalitesinin korunmasına da katkı sağlamaktadırlar (Majidiyan vd., 2022). Esansiyel yağlar yapılarında bulunan aktif bileşikler ile antimikrobiyal etki göstermektedirler. Bu bileşenler fenoller, alkoller, ketonlar, alifatik hidrokarbonlar, terpenik aldehytler, eter oksit ve peroksitler olarak sınıflandırılabilirler ve Gram pozitif ve negatif bakterilere karşı farklı etki sergilemektedirler (Saad vd., 2013). Esansiyel yağların antimikrobiyel prensiplerini inceleyen çalışmalarda mikroorganizmaların zar yapısını ve bütünlüğünü bozduğu ve bu kapsamda hücre yapısını bozarak faaliyetlerini sürdürmeyecek düzeye getirmesi olarak bildirilmiştir (Huang vd., 2021). Bu kapsamda yapılan bu çalışmada esansiyel yağların su ürünlerinde potensiyel kullanımları araştırılmış, kullanılan fark-

lı yağların ve içeriklerinin farklı su ürünlerinde depolama süresince meydana gelen mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal, duyuşsal, kimyasal değişimleri üzerine olan etkileri derlenmiştir.

FARKLI ESANSİYEL YAĞLARIN SU ÜRÜNLERİNDE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİLERİ

Abdollahi vd. (2014) yapmış oldukları çalışmada kitosan biyopolimeri, nanokil ve biberiye esansiyel yağının bir kombinasyonu fonksiyonel bir ürün olarak hazırlanmış ve sazan filetoalarının raf ömrünü üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Araştırmacılar örneklerin kimyasal, mikrobiyal ve duyuşsal özellikleri 16 günlük depolama süresince incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre kitosan, kil ve biberiye esansiyel yağı ile muamele edilen örneklerde en düşük pH ve toplam uçucu bazik azot değerlerini rapor etmişlerdir. Bununla birlikte araştırmacılar kaplanan örneklerde depolama sonunda toplam canlı ve psikrofilik bakteri sayılarınının 1,5 log'tan fazla azaldığını bildirmişlerdir.

Ameur vd. (2021) yapmış oldukları çalışmada üzüm çekirdeği ve tarçın uçucu yağları ile hazırlanan nanoemülsiyonların 2 °C'de 14 gün boyunca depolanan kefal (*Mugil cephalus*) filetoalarında fiziko kimyasal, duyuşsal ve mikrobiyoloji etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre ise üzüm çekirdeği ve tarçın nanoemülsiyonları ile muamele edilen örneklerde pH ve TVBN artışının engellendiği, mikrobiyolojik değerlendirmeye göre raf ömrünün 10-12 arasında, duyuşsal değerlendirmeye göre ise 10-14 gün arasında uzadığı rapor edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar üzüm çekirdeği ve tarçın uçucu yağları nanoemülsiyonları ile muamele yönteminin kefal balıklarında raf ömrü uzatılması açısından antimikrobiyal ve antioksidan bir materyal olarak düşünölebileceğini ve yenilikçi bir metot olduğunu bildirmişlerdir.

Atrea vd. (2009) yapmış oldukları çalışmada vakum paketleme ve kekik esansiyel yağının +4°C'de depolanan ahtapot (*Octopus vulgaris*)'un raf ömrü üzerine olan etkilerini 23 günlük depolama süresince araştırmışlardır. Vakum paketlenen ve farklı oranlarda (% 0,2 ve 0,4) kekik esansiyel yağı içeren gruplarda uygulama yönteminden bağımsız olarak *Pseudomonas sp.*, H₂S üreten bakteriler ve laktik asit bakterileri dominant olarak araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Araştırmacılar soğuk şartlar altında depolanan ahtapot örneklerinde Trimetilamin nitrojen (TMA-N) ve toplam uçucu bazik azot (TVBN) değerlerinin kekik yağı ile muamele edilen örneklerde diğer gruplara göre oldukça düşük olarak rapor etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre ise kekik esansiyel yağı ile muamele edilen örneklerin raf ömrünü kullanılan konsantrasyona bağlı olarak 20 güne kadar depolanabildiğini bildirmişlerdir.

Chamanara vd. (2013) yapmış oldukları çalışmada buzdolabı şartlarında (+5°C) depolanan kekik (*Thymus vulgaris*) esansiyel yağı ile zenginleştirilen kitosan ile kaplanan gökkuşadı alabalıklarının raf ömrünün değerlendirilmesini araştırmışlardır. Toplamda 15 gün süre ile depolanan örneklerde raf

ömrü indisi olarak mikrobiyolojik, kimyasal ve tekstür parametreleri dikkate alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre ise kekik esansiyel yağı ile zenginleştirilmiş kitosan ile kaplanan gökkuşacağı alabalıklarında toplan psikrotrofik bakteri sayılarının önemli ölçüde azaldığı gözlenmiş, TBA ve TVBN ile birlikte pH değerlerinin de diğer gruplara göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte araştırmacılar kekik esansiyel yağı ile zenginleştirilen kitosan ile kaplanan gökkuşacağı alabalıklarının raf ömrünün diğer örneklere göre 6 gün kadar uzatıldığını rapor etmişlerdir.

Durmuş (2020) yapmış olduğu çalışmada nanoemülsiyon tabanlı portakal, mandalina, greylfurt ve limon esansiyel yağlarının +4°C'de depolanan gökkuşacağı alabalığı filetoalarının raf ömrü üzerine olan etkisini incelemiştir. Toplamda 16 günlük depolama süresince gökkuşacağı alabalığı filetoalarında duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre çalışmada kullanılan esansiyel yağların örneklerde balık kokusunu uzaklaştırdığı ve organoleptik kaliteye katkı sağladığı bildirilmiştir. Bununla birlikte mikrobiyolojik ve kimyasal açıdan da değerlendirildiğinde kullanılan esansiyel yağların kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerde de daha düşük değerleri koruduğu rapor edilmiştir. Kullanılan nanoemülsiyon esansiyel yağı türüne bağlı olarak limon ve portakal yağlarının gökkuşacağı alabalığı filetoalarının raf ömrünü 4 gün ve mandalina ve greylfurt yağlarının ise 6 gün kadar uzattığı araştırma sonuçlarına göre rapor edilmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada Erkan vd. (2011) 13 gün süre ile buzda depolanan lüfer (*Pomatomus saltatrix*) balıklarında kekik ve defne esansiyel yağlarının raf ömrü üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Örneklerin raf ömrü kalitesi için duyuşal, kimyasal, fiziksel, fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik parametreler kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre TVBN ve TMA-N değerleri kontrol grubu için 9 güne kadar ve esansiyel yağlar ile muamele edilen örnekler için 13 güne kadar kabul edilebilir sonuçlar verdiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Bununla birlikte duyuşal analiz sonuçlarına göre ise kontrol grubunun 9 ve esansiyel yağlar ile muamele edilen örneklerin ise 11 günlük bir raf ömrü olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar buzda depolanan lüfer balıklarında esansiyel yağların örneklerin raf ömrünü 3-4 güne kadar uzatabileceğini rapor etmişlerdir.

Esmaili ve Khodanazary (2021) yapmış oldukları çalışmada kitosan ve tarhun (*Artemisia dracunculus*) esansiyel yağ ile birleştiren pektin kaplamasının kolyoz (*Scomberomorus commerson*) balıklarının kalite değişimleri üzerine olan etkisini soğuk şartlar altında incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre kitosan ve tarhun esansiyel yağı ile kaplanan örneklerde mikrobiyal gelişimin önemli ölçüde yavaşladığı rapor edilmiştir. Bununla birlikte araştırmacılar kitosan ve tarhun esansiyel yağı ile kaplanan örneklerin protein yıkımlarının kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir.

Yapılan diğer bir çalışmada Giatrakou vd. (2008), kekik esansiyel yağı ve modifiye atmosfer paketlemenin (MAP) buz dolabı şartlarında (+4°C) ve buz üzerinde (0°C) depolanan kılıç balığı (*Xiphias gladius*) filetolarında meydana gelen kalite değişimlerini 18 günlük depolama süresince izlemişlerdir. Araştırmacılar kılıç balığı fileto örneklerine uygulanan işlemde bağımsız olarak dominant mikrofloranın *Pseudomonas sp.* ve H₂S – üreten bakterilerden oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte tiyobarbitirik asit (TBA) değerlerinin uygulanan işlemde bağımsız olarak önemli bir değişim göstermediğini rapor etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre ise en etkili yöntemin MAP ve kekik esansiyel yağları ile birlikte kullanılan yöntem olduğunu, bu kombinasyonun mikrobiyal ve duyuşal bozulmayı yavaşlattığını ve diğer incelenen gruplara göre de raf ömrünün 8-9 gün uzatıldığını bildirmişlerdir.

Goulas ve Kontominas (2007) yapmış oldukları çalışmada hafif tuzlama, MAP ve kekik esansiyel yağının buzdolabı şartlarında (+4°C) 33 gün depolanan çipura (*Sparus aurata*) filetolarında meydana gelen biyokimyasal ve duyuşal değişimleri incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre hafif tuzlama, MAP ve kekik esansiyel yağı ile muamele edildikten sonra soğuk şartlar altında depolanan çipura filetolarında hafif tuzlanan örnekler 20-21 gün, MAP+hafif tuzlanan örnekler 27-28 gün ve MAP+ hafif tuzlanan örnekler % 0,8 kekik esansiyel yağının eklenmesi ile de 33 günlük bir raf ömrü rapor edilmiştir.

Karoui ve Hassoun (2017) +2°C'de 15 gün depolanan uskumru (*Scomber scombrus*) filetolarında biberiye ve fesleğen esansiyel yağlarının raf ömrü üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Esansiyel yağlar ile muamele edilen örneklerde esansiyel yağların uskumru filetolarında TVBN içeriğinin ve lipid oksidasyon değerlerinin önemli ölçüde azaltıldığını bildirilmişlerdir. Örneklerin TVBN içeriğine göre biberiye ve fesleğen esansiyel yağları ile muamele edilen grupların raf ömrünün 2 ve 5 gün uzatıldığı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre biberiye ve fesleğen esansiyel yağları su ürünleri endüstrisinde yüksek uygulama potansiyeline sahip doğal koruyucular olarak raf edilmiştir.

Mahmoud vd. (2004) çalışmalarında esansiyel yağ bileşenlerinin sazan (*Cyprinus carpio*) balığı filetolarının bakteriyel florasına ve raf ömrü üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmalarında sarımsak yağı ve dokuz farklı esansiyel yağ bileşenini (alil izotiyosiyanat, karvakrol, sinnamaldehit, sitral, kumin aldehit, eugenol, isoeugenol, linalool ve timol)'nin sazan balığı filetolarından elde edilen izolatlarla karşı etkisini ve raf ömrünün uzatılmasında etkili olabilecek bileşeni araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre farklı konsantrasyonlarda timol ve karvakrol'e batırılarak muamele edilen örneklerde 5°C'de 8 gün ve 10°C'de 4 gün raf ömrünün uzatıldığı bildirilmiştir.

Farklı bitkilerden elde edilen esansiyel yağların Tatlısu ve deniz ürünle-

rinde soğuk depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal, duyuusal ve kimyasal değişimlerini içeren çalışmalar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Esansiyel Yağların Farklı Su Ürünlerinde Kalite Değişimlerine Etkileri

Su ürünü çeşidi	Esansiyel yağ	Kalite parametreleri	Sonuç	Referans
Gökkuşluğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Karanfil ve Şiraz kekiği	TVB-N, pH, peroksit değeri, TBARS, renk, toplam canlı sayısı, psikrotrofik CS, Laktik Asit Bakteri sayısı, duyuusal değişimler	Raf ömrü 6 günden fazla uzamıştır.	Dehghani vd. (2018)
Asya levreği (<i>Lates calcarifer</i>)	Kekik (<i>Thymus vulgaris</i>) ve (<i>Origanum vulgare</i>)	Duyuusal değişimler, biyokimyasal değişimler (hipoksantin, TVB-N), mikrobiyolojik değişimler (toplam bakteri sayısı)	33 günlük depolama sonunda esansiyel yağlar ile muamele edilen örneklerin tüketime uygun olduğu rapor edilmiştir. Örneklerin yüzeyindeki bakteri sayıları en fazla 10^5 kob/cm ² ve ette $<10^2$ kob/cm ² olarak belirtilmiştir.	Harpaz vd. (2003)
Kılıç balığı (<i>Xiphias gladius</i>) filetoları	Kekik	Fiziko-kimyasal analizler (TMA-N, TVB-N, TBA), mikrobiyolojik analizler (TCS, <i>Pseudomonas sp.</i> , LAB, Enterobacteriaceae, H ₂ S-üreten bakteriler), duyuusal değişimler	Aerobik ve MAP uygulanan örneklerde raf ömrü 8 ve 13 gün olarak bildirilmiştir. Esansiyel yağ eklenen ve MAP uygulanan ürünlerde ise 7,5 gün kadar uzatılmıştır.	Kykkidou vd. (2009)
Sarı kurbağa balığı (<i>Pseudosciaena crocea</i>)	Kekik yağı ilave edilmiş pektin kaplama	Mikrobiyolojik değişimler (TCS, psikrofilik bakteri sayısı, <i>Pseudomonas</i> , H ₂ S-üreten bakteriler), renk değişimleri, tekstür, pH, TVB-N, TBA, K değeri,	Kekik yağı ilave edilmiş pektin kaplamanın örneklerde mikroorganizma gelişimini yavaşlattığı, lipid oksidasyonunu düşürdüğü ve pH ile TVB-N artışını önlediği bildirilmiştir.	Lan vd. (2022)
Sarı kurbağa balığı (<i>Larimichthys crocea</i>)	Limon otu (<i>Lippa citriodora</i> Kunth.)	Mikrobiyolojik değişimler (mezofilik bakteri, <i>Pseudomonas</i> , H ₂ S-üreten bakteriler, LAB ve psikrofilik bakteri sayıları), TVB-N, TMA, K-değeri, peroksit değeri, TBARS, tekstür, duyuusal değişimler	Örneklerde mikroorganizma gelişimlerinin önemli ölçüde engellendiği, TMA- TVB-N ve ATP ürünlerinin değerlerinin azaldığı bildirilmiştir.	Li vd. (2021)

Altın pompano (<i>Trachinotus blochii</i>)	α -tocopherol ve kekik esansiyel yağı ilave edilen balık jelatini/kitosan tabanlı kaplama	Amino asit, karbonhidrat, nitrojen ve nükleotit metabolizmalarının belirlenmesi	α -tocopherol ve kekik esansiyel yağı ilave edilen balık jelatini/kitosan tabanlı kaplama kombinasyonu kokuşmaya sebep olabilecek istenmeyen bileşiklerin oluşmasını önlemiştir.	Liu vd. (2023)
Mersin balığı (<i>Huso huso</i>) filetoları	Rezene (<i>Foeniculum vulgare</i>) esansiyel yağı ile kombine edilen kitozan nanopartikül ile kaplama	Peroksit değeri, TVB-N, TBA, mezofilik ve psikrofilik bakteri sayısı, LAB, <i>Pseudomonas</i> , duyuşal değişimler	Esansiyel yağı ile muamele edilen kaplanan örneklerde mikrobiyolojik değerlerin daha düşük olduğu ve duyuşal kalitelerini depolama süresince koruduğu bildirilmiştir.	Maghami vd. (2019)
Gökkuşuğı alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) filetosu	Kenevir (<i>Cannabis sativa</i> L.) esansiyel yağı ile zenginleştirilen peynir altı suyu nanolifleri ve maş fasulyesi protein nanopartikülleri ile muamele	Mikrobiyolojik analizler (TCS, psikrotrofik bakteri sayısı), fiziko-kimyasal analizler (peroksit değeri, TBA ve TVB-N), duyuşal değişimler	Kenevir esansiyel yağı ile meamele edilen örneklerde mikrobiyolojik inhibisyon önemli derecede belirlenmiş, depolama süresince peroksit değeri, TBA ve TVB-N değerlerinin artışının önemli derecede azaldığı rapor edilmiştir. Örneklerin duyuşal kalitesinin 14 gün süre ile korunduğu belirlenmiştir.	Majidiyan vd. (2022)

Karidesler (*Palaemon serratus*) ile yapılan diğer bir çalışmada Mastro-matteo vd. (2010), kekik esansiyel yağı MAP uygulamasının soyulan karideslerin +4°C'de depolanması sırasında meydana gelen kalite değişimleri ve raf ömrü parametreleri incelenmiştir. Araştırmacılar mikrobiyal inhibisyonun kekik yağı ile muamele edilen örneklerde düşük olduğunu belirtmişler ve bununla birlikte inhibisyon oranının da konsantrasyona bağı olduğunu bildirmişlerdir. Dahası, aktif kaplamanın duyuşal kalite kayıplarını en aza indirdiğini rapor etmişler ve bu durumunda düşük konsantrasyondaki kekik esansiyel yağı ile muamele edilen örneklerde görüldüğünü bildirmişlerdir. Araştırmanın ileri safhalarında araştırmacılar kekik yağı ile muamele edilen örnekleri MAP uyguladıktan sonra depolamışlar ve kekik yağı ve MAP uygulamasının karideslerin raf ömrünü 6 gün kadar uzattığını bildirmişlerdir.

Navarro-Segura vd. (2019), buz içerisindeki nanokapsül esansiyel yağların buzda 2°C'de 17 gün depolanan çipura (*Sparus aurata*) balıklarındaki kalite değişimleri ve raf ömrü üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar balıkları hasat etmek için karanfil esansiyel yağını ve depolama için

ise karvakrol, bergamot ve greylfurt esansiyel yağlarını kullanmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre esansiyel yağlar ile muamele edilerek buzda depolanan çipura balıklarında raf ömrünün 4 güne kadar uzatıldığı belirlenmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada Socaciu vd. (2021), peynir altı suyu izolatu tabanlı filmlerin tarhun esansiyel yağı eklendikten sonra kaynak alabalıkları (*Salvelinus fontinalis*)'nda 4°C de depolama sırasında meydana gelen kalite değişimlerini incelemişlerdir. Araştırmacılar % 2,5 tarhun esansiyel yağı konsantrasyonunun kaynak alabalıklarında daha düşük fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik değerler ile daha yüksek duyusal değerlere ulaşılabilirdiğini ve bu çerçevede belirtilen konsantrasyonun kaynak alabalıklarının soğuk depolama sırasındaki kalite değişimlerini önemli ölçüde koruduğunu rapor etmişlerdir.

Oğuzhan Yıldız (2015) yapmış olduğu çalışmada kekik ve biberiye esansiyel yağların vakum ve MAP uygulanan sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalıklarındaki etkisini incelemiştir. Araştırmacı, 4°C de 90 günlük depolama süresince kekik ve biberiye esansiyel yağları ile muamele edilen vakum ve MA paketlenen sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalıklarında mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal değişimleri incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre esansiyel yağ ile muamele sıcak dumanlanmış gökkuşuğu alabalıklarının raf ömrü üzerinde olumlu bir etkiye sebep olduğu ve özellikle de kekik esansiyel yağının biberiye göre daha olumlu bir etki gösterdiği rapor edilmiştir.

SONUÇ

Su ürünleri çabuk bozulabilen gıdalar arasında yer almakta ve bu kapsamda raf ömrünü uzatacak ve depolama süresince de mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal kalitelerini koruyabilecek işleme teknolojilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan çalışmalarda da görülmektedir ki kullanılan işleme teknolojileri su ürünlerinin raf ömrünü uzatmakta ve kalitelerini korumaktadır. Esansiyel yağlar antimikrobiyel ve antioksidan özelliklere sahiptirler ve gıdalarda kullanılması güvenlidir. Farklı bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar su ürünlerinde tek başlarına kullanıldıklarında raf ömrü üzerine ve kalite korunmasında olumlu etki gösterdikleri görülmüştür. Ancak yapılan çalışmalarda farklı bitkilerin farklı oranları kullanıldığında sinerjistik bir etki oluşturduğu ve bu çerçevede düşük konsantrasyonların birlikte kullanımında raf ömrü üzerinde daha pozitif bir etki gösterdiği gözlenmiştir. Bununla birlikte esansiyel yağların, dondurma, soğutma vakum ve MA paketleme gibi işleme teknolojileri ile birlikte kullanılması ise EY'lerin tek başına kullanılmasına göre önemli derecede olumlu etki gösterdiği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Tablo 1). Sonuç olarak esansiyel yağlar su ürünlerinin kalitelerinin depolama süresince korunmasında, raf ömrünün uzatılmasında ve ürüne aroma gibi yeni bir özellik kazandırmasından dolayı doğal ve güvenli bir yöntem olduğu kanaatine varılmıştır.

KAYNAKÇA

- Abdollahi, M., Rezaei, M., ve Farzi, G. (2014). Influence of chitosan/clay functional bionanocomposite activated with rosemary essential oil on the shelf life of fresh silver carp. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(3), 811-818.
- Al-Asous, A. I., ve Al-Harbi, A. H. (2017). Microbiological and physicochemical quality of salted bluespot mullet (*Valamugil seheli*) stored at different temperature. *Journal of Food Safety*, 37(1), e12291.
- Ameur, A., Bensid, A., Ozogul, F., Ucar, Y., Durmus, M., Kulawik, P., ve Boudjenah-Haroun, S. (2021). Application of oil-in-water nanoemulsions based on grape and cinnamon essential oils for shelf-life extension of chilled flathead mullet filets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(1), 105-112.
- Angane, M., Swift, S., Huang, K., Butts, C. A., ve Quek, S. Y. (2022). Essential oils and their major components: an updated review on antimicrobial activities, mechanism of action and their potential application in the food industry. *Foods*, 11(3), 464.
- Atrea, I., Papavergou, A., Amvrosiadis, I., ve Savvaidis, I. N. (2009). Combined effect of vacuum-packaging and oregano essential oil on the shelf-life of Mediterranean octopus (*Octopus vulgaris*) from the Aegean Sea stored at 4 C. *Food Microbiology*, 26(2), 166-172.
- Aubourg, S. P., Pineiro, C., Gallardo, J. M., ve Barros-Velazquez, J. (2005). Biochemical changes and quality loss during chilled storage of farmed turbot (*Psetta maxima*). *Food Chemistry*, 90(3), 445-452.
- Bienkiewicz, G., Tokarczyk, G., ve Biernacka, P. (2022). Influence of Storage Time and Method of Smoking on the Content of EPA and DHA Acids and Lipid Quality of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Meat. *International Journal of Food Science*, 2022.
- Boziaris, I. S., ve Parlapani, F. F. (2017). Specific spoilage organisms (SSOs) in fish. In *The microbiological quality of food* (pp. 61-98). Woodhead Publishing.
- Chamanara, V., Shabanpour, B., Khomeiri, M., ve Gorgin, S. (2013). Shelf-life extension of fish samples by using enriched chitosan coating with thyme essential oil. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22(1), 3-10.
- Dehghani, P., Hosseini, S. M. H., Golmakani, M. T., Majdinasab, M., ve Esteghlal, S. (2018). Shelf-life extension of refrigerated rainbow trout filets using total Farsi gum-based coatings containing clove and thyme essential oils emulsions. *Food Hydrocolloids*, 77, 677-688.
- Durmus, M. (2020). The effects of nanoemulsions based on citrus essential oils (orange, mandarin, grapefruit, and lemon) on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets at 4±2 C. *Journal of Food Safety*, 40(1), e12718.
- Erkan, N., Tosun, Ş. Y., Ulusoy, Ş., ve Üretener, G. (2011). The use of thyme and laurel essential oil treatments to extend the shelf life of bluefish (*Pomatomus saltatrix*)

- during storage in ice. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6, 39-48.
- Esmaili, M., ve Khodanazary, A. (2021). Effects of pectin/chitosan composite and bi-layer coatings combined with *Artemisia dracuncululus* essential oil on the mackerel's shelf life. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15, 3367-3375.
- Esteves, E., Guerra, L., ve Aníbal, J. (2021). Effects of vacuum and modified atmosphere packaging on the quality and shelf-life of gray triggerfish (*Balistes capriscus*) fillets. *Foods*, 10(2), 250.
- Giatrakou, V., Kykkidou, S., Papavergou, A., Kontominas, M. G., ve Savvaidis, I. N. (2008). Potential of oregano essential oil and MAP to extend the shelf life of fresh swordfish: a comparative study with ice storage. *Journal of Food Science*, 73(4), M167-M173.
- Gonçalves, A. A., ve Junior, C. S. G. G. (2009). The effect of glaze uptake on storage quality of frozen shrimp. *Journal of Food Engineering*, 90(2), 285-290.
- Goulas, A. E., ve Kontominas, M. G. (2007). Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 100(1), 287-296.
- Gram, L., ve Dalgaard, P. (2002). Fish spoilage bacteria—problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*, 13(3), 262-266.
- Harpaz, S., Glatman, L., Drabkin, V., ve Gelman, A. (2003). Effects of herbal essential oils used to extend the shelf life of freshwater-reared Asian sea bass fish (*Lates calcarifer*). *Journal of Food Protection*, 66(3), 410-417.
- Huang, X., Lao, Y., Pan, Y., Chen, Y., Zhao, H., Gong, L., Xie, N., ve Mo, C. H. (2021). Synergistic antimicrobial effectiveness of plant essential oil and its application in seafood preservation: A review. *Molecules*, 26(2), 307.
- Karoui, R., ve Hassoun, A. (2017). Efficiency of rosemary and basil essential oils on the shelf-life extension of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) fillets stored at 2 C. *Journal of AOAC International*, 100(2), 335-344.
- Küçükgülmez, A., Yanar, Y., Gerçek, G., Gülnaz, O., ve Celik, M. (2013). Effects of chitosan on color, sensory and microbiological properties of European eel (*Anguilla Anguilla*) fillets during refrigerated storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(5), 766-771.
- Kykkidou, S., Giatrakou, V., Papavergou, A., Kontominas, M. G., ve Savvaidis, I. N. (2009). Effect of thyme essential oil and packaging treatments on fresh Mediterranean swordfish fillets during storage at 4 C. *Food Chemistry*, 115(1), 169-175.
- Lan, W., Yang, X., Chen, M., ve Xie, J. (2022). Oregano essential oil-pectin edible films on shelf-life extension of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*) fillet during iced storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 31(4), 321-331.

- Li, B., Wang, X., Gao, X., Ma, X., Zhang, L., Mei, J., ve Xie, J. (2021). Shelf-life extension of large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) using active coatings containing lemon verbena (*Lippa citriodora* Kunth.) essential oil. *Frontiers in Nutrition*, 8, 678643.
- Liu, Y., Kai, Y., ve Yang, H. (2023). Biodegradable fish gelatin/chitosan-based active films alter chill-stored golden pomfret (*Trachinotus blochii*) metabolites mainly through modulating four metabolic pathways. *Food Packaging and Shelf Life*, 36, 101046.
- Lorentzen, G., Egeness, F. A., Pleym, I. E., ve Ytterstad, E. (2016). Shelf life of packaged loins of dried salt-cured cod (*Gadus morhua* L.) stored at elevated temperatures. *Food Control*, 64, 65-69.
- Maghami, M., Motalebi, A. A., ve Anvar, S. A. A. (2019). Influence of chitosan nanoparticles and fennel essential oils (*Foeniculum vulgare*) on the shelf life of *Huso huso* fish fillets during the storage. *Food Science & Nutrition*, 7(9), 3030-3041.
- Mahmoud, B. S., Yamazaki, K., Miyashita, K., Il-Shik, S., ve Suzuki, T. (2004). Bacterial microflora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf-life extension by essential oil compounds. *Food Microbiology*, 21(6), 657-666.
- Majidiyan, N., Hadidi, M., Azadikhah, D., ve Moreno, A. (2022). Protein complex nanoparticles reinforced with industrial hemp essential oil: Characterization and application for shelf-life extension of Rainbow trout fillets. *Food Chemistry: X*, 13, 100202.
- Mastromatteo, M., Danza, A., Conte, A., Muratore, G., ve Del Nobile, M. A. (2010). Shelf life of ready to use peeled shrimps as affected by thymol essential oil and modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Microbiology*, 144(2), 250-256.
- Mejlholm, O., ve Dalggaard, P. (2002). Antimicrobial effect of essential oils on the seafood spoilage micro-organism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products. *Letters in applied microbiology*, 34(1), 27-31.
- Messina, C. M., Arena, R., Ficano, G., La Barbera, L., Morghese, M., ve Santulli, A. (2021). Combination of freezing, low sodium brine, and cold smoking on the quality and shelf-life of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) fillets as a strategy to innovate the market of aquaculture products. *Animals*, 11(1), 185.
- Navarro-Segura, L., Ros-Chumillas, M., López-Cánovas, A. E., García-Ayala, A., ve López-Gómez, A. (2019). Nanoencapsulated essential oils embedded in ice improve the quality and shelf life of fresh whole seabream stored on ice. *Helvion*, 5(6).
- Oğuzhan Yildiz, P. (2015). Effect of essential oils and packaging on hot smoked rainbow trout during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 806-815.
- Qu, Y., Wang, J., Liu, Z., Wang, X., ve Zhou, H. (2022). Effect of Storage Temperature and Time on Biogenic Amines in Canned Seafood. *Foods*, 11(18), 2743.

- Rodríguez, A., Losada, V., Larraín, M. A., Quitral, V., Vinagre, J., ve Aubourg, S. P. (2007). Development of lipid changes related to quality loss during the frozen storage of farmed coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84, 727-734.
- Saad, N. Y., Muller, C. D., ve Lobstein, A. (2013). Major bioactivities and mechanism of action of essential oils and their components. *Flavour and Fragrance Journal*, 28(5), 269-279.
- Socaciu, M. I., Fogarasi, M., Simon, E. L., Semeniuc, C. A., Socaci, S. A., Podar, A. S., ve Vodnar, D. C. (2021). Effects of whey protein isolate-based film incorporated with tarragon essential oil on the quality and shelf-life of refrigerated brook trout. *Foods*, 10(2), 401.
- Szymczak, M., Kamiński, P., Felisiak, K., Szymczak, B., Dmytrów, I., ve Sawicki, T. (2020). Effect of constant and fluctuating temperatures during frozen storage on quality of marinated fillets from Atlantic and Baltic herrings (*Clupea harengus*). *LWT*, 133, 109961.

Bölüm 4

ORMAN ENDÜSTRİSİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: GEÇMİŞ, ŞİMDİ VE GELECEK PERSPEKTİFİ

Ahmet Bora KIRKLIKÇI¹

Yaşar Selman GÜLTEKİN²

1 Dr. Öğr. Üyesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu,
Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü ORCID: 0000-0002-0401-8182

2 Doç. Dr., Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü ORCID: 0000-0003-
0325-4527

GİRİŞ

Geleneksel yönetim biçimi, doğal kaynakların aşırı kullanımını ve çevre kirliliği sorunları nedeniyle sürdürülebilir bir gelecek için artık tercih edilen bir seçenek olmaktan çıkmaktadır. Orman işletmelerinin üretim nesneleri, birden çok tür ve değere sahip bir ürün sistemini içeren, temel olarak orman ürünleridir. Geniş anlamda orman ürünleri, oduna dayalı orman ürünleri, ekonomik ve sosyal değerler ve fayda sağlayan odun dışı orman ürünleri, ağırlıklı olarak insan tüketimi için kullanılan orman rekreasyon hizmetleri ve biyoçeşitliliği koruma veya karbon depolama işlevine sahip diğer ekosistem hizmetlerini içermektedir.

Türkiye’de ormancılık ve orman ürünleri sektörü, uzun bir geçmişe sahiptir. Ülkenin orman varlıkları, yaklaşık 23 milyon hektar olup, bu alanın yaklaşık 18 milyon hektarı orman olarak kullanılmaktadır. Orman ürünleri sektörü, Türkiye ekonomisinin önemli bir sektörü olup, yaklaşık 1 milyon kişiye istihdam sağlamaktadır. Türkiye’de orman ürünleri sektöründe sürdürülebilirlik, ülke ormanlarının sürdürülebilir yönetilmesine bağlı olmakla birlikte son yıllarda önemi giderek artmaktadır. Sektörde, sürdürülebilirlik için çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamalar arasında, ormanların sürdürülebilir yönetimi başta olmak üzere orman ürünlerinin geri dönüştürülmesi ve orman ürünlerinin üretiminde yeni teknolojilerin kullanılması yer almaktadır. “Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM)” ile Avrupa Birliği’nde Emisyon Ticaret Sistemi’ne tabi sektörlerin rekabet güçlerinin korunması amaçlanmaktadır. Yakın gelecekte uygulamaya başlayacak olan bu tür uygulamalar ormancılık ve orman ürünleri sektörlerinin önemini arttıracaktır. Türkiye’de orman ürünleri sektöründe sürdürülebilirlik kavramının, dünyada yaşanan değişim dikkate alındığında gelecekte daha da önemli hale geleceği açıktır. Bu nedenle, sektörde, sürdürülebilirlik uygulamalarına odaklanması ve daha fazla yatırım yapılması gerekmektedir. Sektörde, sürdürülebilirlik için yapılacak yatırımlar, ülke ekonomisine ve çevreye önemli katkılar sağlayacaktır. Türkiye’de orman ürünleri sektöründe sürdürülebilirlik ile ilgili yayın sayısı sınırlı olmakla birlikte uluslararası çeşitli yayınlarda ormancılık ve orman ürünleri sektörünün potansiyeli tartışılmış ve gelecekte bu sektörlerde uygulanmasına ilişkin iyi uygulama örnekleri verilmiştir. Bu bölümde ilgili bilimsel araştırmalar ve raporlardan yararlanarak orman ürünleri sektöründe sürdürülebilirlik için geçmiş ve şimdiki durum ile gelecek perspektifine ilişkin değerlendirmelerde bulunulmuş, gelecekte orman, mobilya, kağıt ve levha işletmelerinin ekolojik yaklaşımlarla yönetilmesi adına öneriler sunulmuştur.

1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

1.1. Kavramı, Gelişimi, Kalkınma İle İlişkisi

Sürdürülebilirlik kavramının kökeninin Orta Avrupa ormancılarının “bir ormandan insanların refahı için gerekli mal ve hizmetlerin uzun vadeli

istikrarlı bir akışı olduğu” ilkesine dayandığı bilinmektedir (Pretzch, 2014). Onların bu öncü fikirleri ile başlayan sürdürülebilirlik kavramı zamanla ormancılıktan diğer doğal sistemlere aktarılmıştır (Diaz-Balteiro ve diğerleri, 2018). Dünya nüfusunun artması ile birlikte sanayileşme ve tüketim alışkanlıkları hızla artmıştır. Bu durum, doğal sistemlerden elde edilen kaynakların bilinçsizce kullanımına ve yeryüzündeki canlıların yaşam ortamının bozulmasına ve varlıklarının tehdit altında olmasına yol açmıştır. Genel anlamda sürdürülebilirlik, doğal kaynaklar ve çevreyi, gelecek kuşakların kullanma hakkını gözeterek tüketme ilkesidir (Güngör ve diğerleri, 2018). “Çevresel sürdürülebilirlik”, doğal döngüleri ekosistem sınırlarının ötesinde bozmayan ve bu tür bir varlığı gelecek nesiller için zayıflatmayan, küresel veya yerel ölçekte insan faaliyetlerinden kaynaklanan sistemik koşullarla ilgilidir (Manzini, 2008).

Sürdürülebilir kalkınma, popüler hale gelen ve günlük yaşama dâhil olan çok geniş bir kavramdır. Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, 1987 yılında “Ortak Geleceğimiz” adlı bir rapor yayınlanmıştır. Bu raporda, “sürdürülebilir kalkınma” kavramı “bugünün ihtiyaçlarını gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma” olarak ilk kez kullanarak tanımlamıştır (Burton, 1987). Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN), 1980 yılında sürdürülebilir kalkınmanın en bilinen tanımını yapılmıştır. IUCN’ye göre sürdürülebilir kalkınma, “Gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden günümüz ihtiyaçlarına cevap veren gelişim”dir (Moltesen ve Björn, 2018).

Sürdürülebilir kalkınma, çevre, ekonomi ve sosyal açıdan sürdürülebilir bir kalkınmayı ifade eder. Günümüzde sürdürülebilir kalkınma sürekli ekonomik büyümenin yanı sıra doğal kaynakların daha bilinçli ve daha az kirlenici kullanılması, nüfusun temel ihtiyaçlarını karşılayabilmesi yani yoksullukla mücadele edilmesi, toplumun uyumlu gelişimi ve insanların yaşam kalitesini yükseltmek için sosyal ve politik projelerle sübvansiyonlar sağlanması olarak oldukça geniş bir çerçevede kullanılmaktadır (Sachs, 2004; Sachs, 2008).

1.2. Sürdürülebilir Endüstri ve Üretim Kavramı

Doğal sistemlerin temel amacı, üretim sisteminin insan ihtiyaçlarını karşılayan mal ve hizmetlere dönüştürdüğü girdileri sağlamaktır. Yakın zamana kadar, doğal sistemlerden talep edilen mal ve hizmetler genellikle tek işlevlilik olarak anlaşılmıştır. Yirminci yüzyılın ikinci yarısından sonra çevrenin fiziksel sınırlarının olduğu daha net anlaşıldığından, çok işlevlilik bağlamına geçmek zorunlu olmuştur. Modern toplumlarda yalnızca doğal sistemlerden elde edilen hammaddelerin çıktılara dönüştürülmesi için uzun vadeli ve dayanıklı tedarikin değil, aynı zamanda biyolojik çeşitliliğin korunması, kar-

bon tutma, erozyon vb. önemli birçok çevresel mal ve hizmetin tedarik edilmesi de gerekli hale gelmiştir (Diaz-Balteiro ve diğerleri, 2018).

Hammaddelerin çıkarılmasından üretime, üretimden ürünlerin kullanımı ve atılmasına kadar üretim zinciri analiz edildiğinde farklı çevresel etkiler görülebilmektedir. Üretim sürecinde sürdürülebilirlik; yenilenebilir kaynakların ve temiz enerjinin öncelikli olarak kullanılması, yenilenemeyen kaynakların optimize edilmiş kullanımı, geri dönüşümü, azaltılmış atık ve enerji üretimi gibi gereksinimlerin de yerine getirilmesini kapsamaktadır (Barata ve diğerleri, 2016; Islam ve Managi, 2019). Sürdürülebilir üretim, “ürünün kullanım ömrü sonunda değerini geri kazanabilen veya çöpe atılabilen katma değerli bir geri kazanım süreci” olarak tanımlanmıştır (Ngu ve diğerleri, 2020). Bu nedenle sürdürülebilirlik, ürünün tasarım sürecinde başlamaktadır. Sürdürülebilir ürün tasarımında sadece ürün değil, sistemik bir formda tüm ürünün beş kısımdan oluşan -üretim öncesi, üretim, dağıtım, kullanım ve atma- yaşam döngüsü dikkate alınması, yenilenebilir kaynaklardan yerel malzeme kullanımına öncelik verilmesi ve yeni nesnelerin üretiminde olası çevresel etkilerin de dikkate alınarak etkin çözümler geliştirilmesi gerekmektedir (Barata ve diğerleri, 2016).

Günümüzde endüstriyel faaliyetlerin sürdürülebilirlik seviyesinin iyileştirilmesi, karar vericiler ve politika yapıcılar arasındaki tartışmaların başlıca konusu haline gelmiştir (Scordato ve diğerleri, 2018). Sürdürülebilirlik, işletmeleri ekonomik hedeflere ve sosyal olarak sorumlu olmaya odaklanan geleneksel iş politikalarından, geleceğe ilişkin plan ve beklentilerini ve bütün diğer faaliyetlerini çevre dostu bir biçimde tekrar gözden geçiren politikalara yönlendirmiştir (Hartini ve diğerleri, 2020). Bu paradigmanın gelişimi, işletmeleri geleneksel üretim sistemlerinden ve yalın üretimden, yeşil üretim ve ardından sürdürülebilir üretime geçmeyi teşvik etmiştir (Atoillah ve Hartini, 2021; Ngu ve diğerleri, 2020). Sürdürülebilirlik kavramının Üçlü Alt Çizgi (TBL)’sini yani çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları arasındaki karşılıklı ilişkileri temsil eden değerlendirme göstergeleri endüstriyel yönetim modellerinin yapısına eklenerek değişmesine katkıda bulunmuştur (Junior ve diğerleri, 2018; Cagno ve diğerleri, 2019).

Günümüzde sürdürülebilirlik kavramının toplumda, siyasette ve üretim sektöründeki popülaritesine rağmen, üretim süreçlerinde kullanımına ilişkin rehberliğin hala eksik olduğuna dikkat çekilmektedir (Feil ve diğerleri, 2022). Bu doğrultuda özellikle sosyal ve ekonomik kalkınmaya katkıda bulunmanın bir yolu olarak, küçük üretici ve girişimcilerin faaliyetlerinin iyileştirilmesi için teşvik edilmelerinin önemi vurgulanmaktadır (de Souza ve diğerleri, 2019). Ancak mikro veya küçük ölçekli işletmelerin yoğun olduğu bazı sektörlerde bu iyileştirmelerin etkisiz olduğuna dair inançlar nedeniyle konuya yeterli önem verilmediği, ancak endüstrilerdeki bu büyüklükteki toplam işletme sayısı dikkate alındığında önemli bir çevre felaketine neden olabil-

me potansiyellerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Feil ve diğerleri, 2022).

2. ORMAN ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

2.1. Ormanlar ve Sürdürülebilirlik İlişkisi

Ormanlar, insanlara iklim olaylarının düzenlenmesi ve sürdürülmesi, kirletici gazların atmosferden temizlenmesi, toprakların erozyona karşı korunması, nehirler, akarsular, göller ve içilebilir su kaynaklarının kurumaya karşı korunması gibi birçok ekosistem hizmetleri sunmaktadır (Olajide ve Etigale, 2022). Yakın zamana kadar, ormanların sağladığı bu faydalar yeterince anlaşılmadığı gibi gereken önem de verilmemiştir.

İklim değişikliği, sıcaklık ve yağış gibi olumsuz iklim parametrelerinde belirgin değişimlerdir. İklim değişikliğinin en belirgin ifadesi, dünya sıcaklığındaki zararlı artış olan küresel ısınmadır. Atmosferdeki aşırı karbondioksit (CO_2) küresel ısınmanın başlıca nedeni olarak bilinmektedir. Atmosferin alt kısmındaki aşırı CO_2 (troposfer) tuzakları dünyanın kızılötesi radyasyonunu (dünya yüzeyinden yayılan ısı) ve uzaya kaçmasını önleyerek küresel sıcaklıkları yükseltmektedir. Dünya çapında sera gazı emisyonlarının %73'ü enerji sektöründen, %12'si tarımsal faaliyetlerden, %6,5'i arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormansızlaşmadan, %5,6'sı kimyasallar, çimento ve farklı endüstriyel süreçlerden ve %3,2'si ise düzenli depolama alanları ve atık sularından kaynaklanmaktadır (CT, 2021). Fosil yakıtların yanması, yaklaşık yıllık 5 milyar ton CO_2 'yi (Sato, 2008; Sukhdev, 2010), ormansızlaşma ise yılda 1,5 milyar ton CO_2 'yi atmosfere salmaktadır (ITTO, 2011; Abad, 2015). Tropikal ormanların yaklaşık 5 milyar ton CO_2 'yi depoladığı ve böylece iklim değişikliğine karşı önemli bir koruma görevi üstlendiği bildirilmektedir (ITTO, 2011). Orman alanları, çevresel sürdürülebilirliği yönetmede önemli bir rol oynamaktadır. Ormanlar, bir yandan karbondioksiti atmosferden emerken diğer taraftan fotosentez yoluyla oksijen üreterek çift yönlü fayda sağlamaktadır. Bu sayede, iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Ormanlar ayrıca, su kaynaklarını korumakta, toprak erozyonunu önlemekte ve biyoçeşitliliği desteklemektedir (Waheed ve diğerleri, 2018). Dünya çapındaki ormanlardaki toplam tahmini karbon stoğunun 662 milyar ton olduğu tahmin edilmektedir (FAO, 2020). Ormanlar, karbonu depolamak için endüstriyel depolamaya göre çok daha ucuz, daha kolay ve verimli bir rezervuarlardır (Tewari ve diğerleri, 2008). Sonuç olarak, ormanlar ve ormancılık, iklim değişikliğinin azaltılmasında ve çevresel sürdürülebilirlik sağlanmasında bir bütün olarak kritik bir faktördür.

2.2. Orman Endüstrisi ve Sürdürülebilirlik

Orman endüstrisi, ağacın kesilmesi ve yabancı otların temizlenmesi faaliyetleri ile tomruk, biyokütle veya ara ürünlerin ormandan sanayi tesisle-

rine taşınmasından sonra başlayan, istenilen son ürüne bağlı olarak işleme ve üretim faaliyetlerinden oluşmaktadır (Scholz ve diğerleri, 2018; Zhang ve diğerleri, 2020). Orman işletmeleri üretim ve hizmet odaklı işlevleri için sosyal gereklilikleri göz önünde bulundurarak: (1) Kaba odun, yani ana gövdele-ri ve dalları çıkarılmış kütükler; (2) yuvarlak ahşabın birincil işlenmesinden elde edilen hammaddeler, yani uzunlamasına ahşap kuğu, kaplama levhaları, demiryolu traversleri, ağaç pres kalıntıları (talaş ve parçacıklar veya odun hamuru gibi); (3) çeşitli kaynaklardan (grup) üretilen derin işlemeden endüstriyel malzemeler grup 1 ve 2), yani ahşap esaslı paneller (genellikle kontrplak, sunta ve mdf olarak sınıflandırılır), kağıt ve mukavva; (4) atık kağıt ve geri dönüştürülebilir ahşap ürünler; (5) orman yönetim hizmetleri, yani ağaçlandırma ve orman rekreasyonundan oluşmaktadır (Zhang ve diğerleri, 2020; Molinaro ve Orzes, 2022).

Orman endüstrisi, kendine has özellikleri olan bir hammadde olan odunu ürüne dönüştürerek çalışmaktadır. Orman endüstrisi, dünya çapında faaliyet gösteren bir endüstridir ve hammaddeleri dünyanın her yerinden temin edebilmektedir. Bu, orman ürünlerinin üretiminin sürdürülebilir olması için endüstrinin çevreye duyarlı olması gerektiğini göstermektedir (Tuppura ve diğerleri, 2013). Ormanlardan elde edilen yenilenebilir doğal kaynaklara dayalı bu sektör, uzun vadeli çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği artıran ürünler sağlamak için iyi bir konuma sahiptir. Orman ürünleri endüstrisi, çevreye olumlu katkılar sağlayan bir endüstridir. Orman endüstrisi, atıkları azaltır, geri dönüştürür ve odun kökenli malzemelerin dayanıklılığını artırarak döngüsel ekonomiye katkı sağlamaktadır. Bu çalışmalar, orman kaynaklarının korunmasına ve sera etkisine neden olan karbondioksitin tutulmasına yardımcı olur (Ulusoy ve diğerleri, 2016).

Orman ürünleri sektörünün sürdürülebilirliği ve ormanların sürdürülebilirliği birbirleri ile sıkı ilişki içerisinde. Tarımsal ormancılık uygulamaları, bu doğal kaynağın kendini yenileme kapasitesinin üzerinde kullanılmasına yani sürdürülebilirliğini olmasına katkıda bulunacağı bildirilmiştir (Top ve diğerleri, 2012). Diğer taraftan ahşap, küresel ısınmaya neden olan ormansızlaşma ile alınan doğal bir malzemedir (Atoillah ve Hartini, 2021). Nijerya'da entegre orman ürünleri endüstrilerinin yerleştirilmesi ve kurulmasının özellikle kereste açısından zengin bölgelerde teşvik edildiği ve bu yaklaşım ile bir endüstriden diğerine hammadde olarak hizmet eden yan ürün veya atık alanında, oduna dayalı endüstrilerin/fabrikaların karşılıklı bağımlılığının desteklendiği bildirilmektedir (Olajide ve Etigale, 2022). Nitekim günümüzde orman ürünleri sektöründe sürdürülebilirlik bağlamında ahşabı işleme ve son yaşam ürünlerini geri kazanarak orman biyokütlesinin mevcudiyetini ve kullanımını artırma araştırma alanlarından biri haline gelmiştir. Orman ürünleri endüstrisinde sürdürülebilirlik tüm üretim süreçleri kapsamında beş başlık altında açıklanabilir.

2.2.1. Doğal ormanların korunması ve geliştirilmesi

Doğal ormanların korunması, ormanlardan ihtiyaç duyulan ürün veya ürünlerin kaynağını ve ormanların yenilenebilirliğini bozmadan ihtiyatlı bir şekilde kullanılmasıdır (Olajide ve Etigale, 2022). Doğal ormanların faydalarından sürekli olarak yararlanabilmek için, özellikle resmi orman rezervleri olmak üzere tüm orman alanlarının sürdürülebilir yönetimi garanti altına alınmalıdır. FAO (2020) orman alanlarının küresel bazda azalma hızının ağaçlandırma ve doğal ormanlaşma nedenleriyle birlikte yavaşladığını, ancak yine de kayıp miktarının (1990-2020 arasında 176 milyon ha, %0,12) önemini koruduğunu bildirmiştir. Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 56. maddesi, çevrenin korunmasını ve geliştirilmesini bir temel hak olarak düzenlemektedir. Anayasa'nın 169. maddesi ise, ormanların korunması ve geliştirilmesi ile ilgili yükümlülükleri düzenlemektedir. Bu iki maddeye göre, devlet, ormanları korumak ve geliştirmek için gerekli önlemleri almak zorundadır (Bozkurt, 2022).

Yağmur Ormanı Ulusal Parkları, Cross River ve Okomu Ulusal Parkları, korunan ormanlar veya katı tabiatı koruma alanlarına örnek olarak verilebilir. Orman alanlarında kaçak avcılığın, özellikle de yasadışı ağaç kaçakçılığına karşı sürdürülebilir yönetimi ve korunması, yerel, ulusal ve kıtalar arası bölgelere sağladığı değerli ekolojik, çevresel ve iklimsel hizmetleri nedeniyle önemli bir görevdir (Olajide ve Etigale, 2022). Koruma ormanlarının yani doğal yaşlı ormanların işletme ormanlarına göre havadaki karbonu biyokütle ve toprakta tutabilme yeteneklerinin çok daha fazla olduğu da dikkati çekmektedir (Luyssaert ve diğerleri, 2008; Stephenson ve diğerleri, 2014).

2.2.2. Yeniden ağaçlandırma

Ormansızlaşmanın nedenleri arasında geçimlik tarım, tomrukçuluk, madencilik, yakacak odun toplama ve odun kömürü ve altyapı geliştirme vb. çok önemli etkenler bulunmaktadır. Ormansızlaşma, vatandaşların çevresel, ekonomik, sosyal ve aslında tüm refahını tehlikeye atmaktadır (Olajide, 2018).

Hızlı büyüyen, kuraklığa ve yangına dayanıklı ağaç türleri dikilerek bozulan ve tahrip olan orman arazilerine yapay dikim yoluyla ormanların gençleştirilmesi olumsuz çevresel etkileri iyileştirmek için bir zorunluluktur. Yoğun ağaçlandırma ve gençleştirme faaliyetlerinin kereste veya odun üretimi için yapılmasının temel amacı, ekolojik, çevresel ve uygun iklimsel hizmetler sağlamak olmalıdır. Bu doğrultuda hem devlet hem de özel sektörün öncülüğünde ülkenin ağaçlandırma çalışmalarına toplum dahil edilmelidir. Orman plantasyonları kurmak için devlet özel sektöre teşvik ve sübvansiyonlar sağlamalıdır (Olajide ve Etigale, 2022).

2.2.3. Ağaç kesme ve ağaç işleme için çevre dostu teknolojilerin kullanımı

Ağaç kesme işlemlerinin gelişigüzel bir şekilde gerçekleştirilmesi ve gelecekteki orman stokunu oluşturması beklenen genç ağaçların (rejenerasyon) kaybolması, ekosistemin önemli ölçüde hasar görmesine ve bozulmasına neden olmaktadır. Ahşap, farklı değerli ürünlere işlenebilen bir hammadde ve her metreküpü ihtiyatlı bir şekilde kullanılmalıdır. Bu nedenle verimli ve entegre teknolojiler kullanılmalı ve atıkları büyük ölçüde en aza indirilmelidir (Molinos, 2011 ve 2013). Yüksek malzeme verimliliği, ahşap endüstrilerinin çevresel etkisini önemli ölçüde azaltabilir ve ormanlarda ve ağaç ürünlerinde karbon depolamasını artırabilir. Bu nedenle ahşap atık azaltma ve geri dönüşümü mevcut katma değerli üretim sistemlerine nasıl entegre edecekleri ve fazla ahşabı bir sorundan ziyade bir kaynak olarak görmeleri konusuna dikkat çekilmiştir (Daian ve Ozarska, 2009). Wieruszewski ve diğerleri (2023) odun fiyatlarındaki artışın sürdürülebilir yönetim ihtiyacını artırdığını ve özellikle mobilya endüstrisinde çam ağacının akılcı kullanımının optimizasyonuna olan talebini ortaya koymuştur.

Kereste hasadında azaltılmış etki günlüğü teknolojilerinin kullanılması, kereste kullanımının ekolojik ve çevresel etkilerini büyük ölçüde azaltacağı ve ormanların gelecekte daha fazla üretkenliği sağlayacağı bildirilmiştir (Olajide ve Etigale, 2022). Barata ve diğerleri (2016) Brezilya'da mobilya işletmelerinin üretim sürecindeki hammadde kaybı ve atık oluşumunun düzeyini analiz etmiştir. Başka bir çalışmada ise işletmelerin çevre standartlarının iyileştirilmesi konusuyla ilgili eylemlerde bulunmadığını veya başlangıç aşamasında oldukları görülmüştür (de Souza ve diğerleri, 2019). Avustralya ahşap mobilya imalatı sektöründeki KOBİ'lerde işleme sırasında yıllık ahşap hammadde arzının %7 ila %40-50'sinin artık haline geldiğini göstermiş ve doğrudan bu atıklarla bağlantılı maliyetlerin cironun %2-8'ini temsil ettiği belirlenmiştir (Daian ve Ozarska, 2009). Wieruszewski ve diğerleri (2023) küçük boyutuna ve kullanılan ileri işleme teknolojisine bağlı olarak, ekonomik verimliliğin %170-%290 olduğunu ve optimizasyonun kereste işleme sürecinde maliyet etkinliklerini etkileyen belirleyici unsurlar olduğunu göstermiştir. Bir kontrplak firmasında sürdürülebilirlik uygulamalarının ekonomik boyutta, zaman verimliliğinin yaklaşık %81 ve kalite verimliliğinin yaklaşık %93,5 ile yeterli olduğu, ancak malzeme tüketiminin verimliliğin yaklaşık %59,3 ile çevresel boyut performansı açısından düşük olduğu bulunmuştur (Atoillah ve Hartini, 2021).

Orman ürünleri işletmelerinin sürdürülebilirlik kavramını algılamaları ve yönetimlerinde uygulayabilmeleri için ekonomik ve sosyal kalkınmayı kurumsal anlamda içselleştirmeleri gerekmektedir (de Souza ve diğerleri, 2019). Sürdürülebilirlik performansını doğru ve etkili bir şekilde ölçmek ve kontrol etmek için işletmeler zaman eksikliği, azalan iş gücü ve sınırlı finansal kaynakları sebep olarak sunmaktadır (Tremblay ve Badri, 2018). Bu ko-

nuda kendilerini geliştirmek isteyen işletmeler sürdürülebilirlik iyilik derecelerini ortaya koymaya yönelmiştir. Bu doğrultuda tüm göstergelerin tek bir bileşik endekste toplanmasına dayanan (Diaz-Balteiro ve diğerleri, 2018), işletmelerin faaliyetlerini ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarda sürdürülebilirlik haritaları ile ortaya koyan (Faulkner ve Badurdeen, 2014) ve TBL yaklaşımı perspektifinden niteliksel olarak analiz eden (Feil ve diğerleri, 2022) yöntemler kullanılmıştır. İşletmelerin sürdürülebilirlik çabaları, eğitim ve rekabet edebilirlik koşulları yaratmak için önemli yönetim araçları haline gelmiştir (Tachizawa, 2002). Brezilya’da Rio mikro ve küçük ölçekli mobilya işletmelerinin %75,8’inde sürdürülebilirlik düzeyi 0,600’den (0,000–1,000) yüksek olarak değerlendirilmiştir. Sürdürülebilirlik etkinliği, ekonomik ve sosyal boyut göstergelerinde daha yüksek, çevresel boyutta ise daha düşük bulunmuştur (Feil ve diğerleri, 2022).

Türkiye’de yapılan toplum temelli bir çalışmada orman ürünleri sektöründe yeşil pazarlamaya yönelik tüketicilerin olumlu bir algı düzeyine sahip oldukları görülmüştür (Bayram ve Üçüncü, 2022). Orman ürünleri sektöründe bir çalışmada işletmelerin % 52’sinin odunsu atıkları yakacak olarak ısı enerjisi üretiminde kullandığı ve bu sayede hem enerji hem de ekonomik bir sürdürülebilirlik sağladığı belirlenmiştir (Türkoğlu ve diğerleri, 2015). Karaca (2013) tüketicilerin %48’inin ormanların korunmasına yardımcı olmak için geri dönüşümlü kâğıttan yapılan ürünleri satın almayı tercih ettiklerini belirtmiştir. Şahin ve diğerleri (2022) odun esaslı levhaların yenilenebilir kaynaklardan üretilmesinin düşük enerji ve atık hacmine olanak tanıyacağını ve yeşil formülasyonlarla üretilen tutkalların ekosisteme katkı sağlayacağını bildirmiştir.

2.2.4. Kurumsallaşmış kent ormancılığı

Kent ormancılığı, ağaçların topluma sağladığı çevresel, sosyal, ekonomik ve estetik faydalar için kentsel topluluk ekosistemleri içindeki ve çevresindeki ağaçları ve orman kaynaklarını yönetme sanatı, bilimi ve teknolojisi olarak tanımlanmaktadır (Konijnandijk ve diğerleri, 2006). Ayrıca, kentsel ormancılık uygulaması, konut ve şirket binalarının etrafına, kentsel alanlarda ve çevresindeki yeşil kuşaklarda, ana caddeler veya yollar boyunca, eğlence parklarında, botanik bahçelerinde ağaç dikilmesini içerir (Olajide ve Etigale, 2022).

Kent ormancılığı uygulamasının faydaları arasında erozyon kontrolü, atmosfer havasının ve akarsu suyunun arıtılması, rüzgar hızının düşürülmesi, karbon tutulması, gürültünün azaltılması, ortam sıcaklıklarının iyileştirilmesi, mülk değerlerinin iyileştirilmesi ve şehir sakinlerine gıda, yakacak odun, bitkisel ilaç ve kereste sağlanması yer almaktadır (Larinde, 2010; Girti ve diğerleri, 2010). Kent ormancılığı uygulaması, kentsel genişleme ve gelişmenin olumsuz çevresel sonuçlarını önemli ölçüde azaltmak ve kasaba ve şehirlerde sürdürülebilir sağlıklı yaşamı desteklemek için şimdiki kadar olduğundan daha fazla gerekli olduğu görülmektedir.

2.2.5. Sistematik tarımsal ormancılık sistemlerinin kabulü ve teşviki

Tarımsal ormancılık, aynı arazi parçası üzerinde aynı anda sürdürülebilir bir temelde orman mahsulü, ekilebilir mahsul ve/veya hayvan yetiştirme faaliyetleridir. Değişen ekim veya kesip yakarak uygulanan tarım uygulamaları, Batı ve Orta Afrika alt bölgelerindeki ormanların geniş çapta tahrip olmasına neden olmuştur. Değişen yetiştirme uygulaması, bir çiftçinin yaklaşık iki veya üç yıl boyunca ekilebilir mahsullerin kombinasyonunu yetiştirmek için bir orman alanını temizlediği ve ardından toprağın veriminin azalması nedeniyle alanı terk ettiği ve başka bir geniş ormanlık araziye ekim için açtığı bir süreci içerir (Olajide ve Etigale, 2022).

Değişen ekim zincirlerinde çiftçilerin ekonomik ve sosyal değerlere sahip ürünler üreten bazı orman ağacı ve çalı türlerinin ekilmesi toprakları erozyona karşı korumakta ve toprakların verimliliğini zenginleştirmektedir. Ayrıca, çiftliklerde dikilen ağaçlar yakacak odun, direk ve bazı durumlarda çiftçilerin kullanımı için kereste ve ayrıca gelir kaynağı sağlamaktadır. Bu nedenle, tarımsal ormancılık uzun süredir devam eden bir uygulamadır. Diğer taraftan insan popülasyonundaki hızlı artış ve artan talep nedeniyle tarımsal üretim için arazilerin azalması toprak verimliliğini artırmak için çiftçileri kimyasal gübreler kullanmaya yönlendirmiştir. Kimyasal gübrelerin üretimi ve kullanımı sera gazı emisyonunu artırmıştır. IPCC (2007), tarımın dünyadaki tüm sera gazı emisyonlarının en az dörtte birini oluşturduğunu doğrulamıştır. Tarımsal faaliyetler nedeniyle, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ile birlikte çevre kirliliği oluşurken; ormanların ise çevre kirliliğini azalttığı bildirilmektedir (Özbek ve Oğul, 2023).

Tarımsal faaliyet, en önemli ikinci sera gazı olan metan (CH₄) üreterek küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda önemli bir rol oynamakla birlikte, bu emisyonları doğru bir şekilde değerlendirmek zordur. Tarımsal ormancılığın gelişimi, çevresel, ekonomik ve sosyal faydalarından yararlanmak amacıyla tarımsal ve yenilenebilir doğal kaynak yönetimi çevrelerinde çağdaş, öne çıkan bir odak noktasıdır. Aynı arazi alanında aynı anda ve sürdürülebilir bir şekilde orman ve tarım ürünlerinin optimal üretimi, kalan orman alanlarının ekilebilir ürünlerin yetiştirilmesi için temizlenmesi oranını büyük ölçüde azaltacaktır. Organize tarımsal ormancılık sistemleri toprağı erozyona karşı korur, karbonu tutar ve ekilebilir ürünlerin yüksek üretkenliği için uygun mikro iklim yaratır (Özbek ve Oğul, 2023).

Sonuç olarak; dünyada ve Türkiye’de pek çok orman ürünü işletmesinde sürdürülebilirlik bağlamında durum, Temiz Üretim ilkelerinin uygulanması ve hammadde israfının önlenmesine odaklanılması ile sınırlıdır. Yeni makine alımı, 5S gibi basit araçların uygulanması ve yapısal kapsamdaki eylemler gibi, özellikle sürecin modifikasyonunda birinci seviye eylemler, sürdürülebilir bir konumda olmak için bir değere sahip olmakla birlikte yetersizdir.

Bu durum orman ürünleri işletmelerinin birçoğunun küçük ölçekli olması nedeniyle, mali açıdan düşük yatırım kapasitesine sahip olması ve iş desteğine sınırlı şekilde erişmesi ile ilişkilidir. Ormancılık eylemleri, dost çevrenin sürdürülmesinde ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasında kuşkusuz zorunludur. Bu doğrultuda;

- Orman kaynaklarının yönetiminde politikaların gerektirdiği tüm orman koruma eylemlerinin özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve toplum katılımcı yönetim yaklaşımı ile gerçekleştirilmesi,

- Çevrenin korunması amacıyla orman plantasyonlarının kurulması için kuruluşlara devlet tarafından verilen sübvansiyonların arttırılması ve teşvik sağlanması,

- Tarım ve Orman Müdürlükleri tarafından çiftçiler ve orman köylüleri için organize veya sistematik tarımsal ormancılığın benimsenmesi ve uygulanması,

- Büyük endüstrilerin vergi öncesi karlarının bir yüzdesini iklim değişikliğinin hafifletilmesi amacıyla ağaçlandırmaya adanmalarını zorunlu kılabilecek uygulanabilir yasalar yoluyla uluslararası karbon kredisi uygulamasına geçilmesi,

- İşletmeler için sürdürülebilirlik ilkelerinin iyileştirme fırsatı olarak kullanılması,

- İşletmelerin atık tasarrufu sağlayan teknolojilere ve ahşaba alternatif daha sürdürülebilir ürünlerin kullanımına geçmelerinin teşvik edilmesi önerilmektedir.

- Uluslararası kuruluşların sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmak için belirledikleri kısa, orta ve uzun vadeli stratejilerin Türkiye'deki özel sektör, kamu kurumları ve ilgili tüm paydaşlar tarafından iyi bir şekilde anlaşılması sağlanarak sürdürülebilirlik adımlarının atılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Abad, C. R. (2015). Quantifying the Carbon Benefits of Forestry Activities. *ITTO Tropical Forestry Update*, 24(2), 23-26.
- Atoillah, F. & Hartini, S. (2021) Design of sustainable value stream mapping to improve the sustainability indicator: case in MDF Company, *Journal of Physics: Conference Series*, 1858, 012025.
- Barata, T. Q. F., Rodrigues, O. V., Matos, B. M. & Pinto, R. S. (2016). Furniture design using MDF boards applying concepts of sustainability. *Product: Management & Development* 14(1), 68-83.
- Bayram, B. Ç. ve Üçüncü, T. (2022). Hane halkının orman ürünleri sektöründe yeşil pazarlamaya dair tutum ve davranışlarının incelenmesi: Kastamonu örneği. *AÇÜ Orman Fak Dergisi*, 23(1),102-112.
- Bozkurt, F. D. (2022). Ormanların korunması: devletin anayasal sorumluluğuna ilişkin bir değerlendirme. *Akdeniz Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 12(2), 527-558.
- Burton, I. (1987). Report on reports: Our Common Future: the World Commission on Environment and Development. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development* 29(5), 25-29.
- Cagno, E., Neri, A., Howard, M., Brenna, G., & Trianni, A. (2019). Industrial sustainability performance measurement systems: A novel framework. *Journal of Cleaner Production*, 230, 1354-1375.
- CT (2021). Climate Transparency Report: Comparing G20 Climate Action Towards Net Zero. Erişim adresi: <https://www.climate-transparency.org/wp-content/uploads/2021/10/CT2021Turkey.pdf>.
- Daian, G., & Ozarska, B. (2009). Wood waste management practices and strategies to increase sustainability standards in the Australian wooden furniture manufacturing sector. *Journal of Cleaner Production*, 17(17), 1594-1602.
- de Souza, C. C., Alves, L. L., & Romeiro Filho, E. (2019). Sustainability and cleaner production principles in micro furniture companies: two Brazilian cases. *Product: Management and Development*, 17(1), 52-58.
- Diaz-Balteiro, L., Belavenutti, P., Ezquerro, M., González-Pachón, J., Nobre, S. R., & Romero, C. (2018). Measuring the sustainability of a natural system by using multi-criteria distance function methods: Some critical issues. *Journal of environmental management*, 214, 197-203.
- FAO (2020). Global Forest Resources Assessment 2020 key findings. *Tropical Forest Update*, 29(2),20-23.
- Faulkner, W. & Badurdeen, F. (2014). Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Journal of cleaner production*, 85, 8-18.

- Feil, A. A., de Brito Reiter, I., Oberherr, R., Strasburg, V. J., Schreiber, D. (2022). Analysis and measurement of the sustainability level in the furniture industry. *Environment, Development and Sustainability*, 24,13657-13682.
- Girti, P., Gültekin YS., Özdede, S. (2010). Kentsel ağaçlandırmaların ekolojik çevre üzerinde etkileri. III. *Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi*, Artvin, 4, 1478-1483.
- Güngör, Y., Karacan, S., & Karacan, E. (2018). Yeşil işletmeler sürdürülebilir turizm ve Kartepe. *Uluslararası Turizm Ekonomi ve İşletme Bilimleri Dergisi*, 2(2), 225-233.
- Hartini, S., Ciptomulyono, U., & Anityasari, M. (2020). Manufacturing sustainability assessment using a lean manufacturing tool: A case study in the Indonesian wooden furniture industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(5), 943-971.
- IPCC (2007). Inter-government Panel on Climate Change's Fourth Assessment Report 2007.
- Islam, M., & Managi, S. (2019). Green growth and pro-environmental behavior: Sustainable resource management using natural capital accounting in India. *Resources, Conservation and Recycling*, 145, 126-138.
- ITTO (2011). Status of Tropical Forest Management. *Tropical Forest Update*, 20(3): 1-27.
- Junior, A. N., de Oliveira, M. C. & Helleno, A. L. (2018). Sustainability evaluation model for manufacturing systems based on the correlation between triple bottom line dimensions and balanced scorecard perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 190, 84-93.
- Karaca, Ş. (2013). Tüketicilerin yeşil ürünlere ilişkin tutumlarının incelenmesine yönelik bir araştırma. *Ege Akademik Bakış*, 13(1), 99-111.
- Konijnendijk, C. C., Ricard, R. M., Kenney, A., & Randrup, T. B. (2006). Defining urban forestry—A comparative perspective of North America and Europe. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3-4), 93-103.
- Larinde S. L. (2010) Secondary processing and the Nigerian saw mill industry: Issues, challenges and opportunities. In S. Kolade Adeyoju and S.O Bada (eds). *Readings in sustainable tropical forest Management*, 277-291.
- Luyssaert, S., Schulze, E., Borner, A., Knohl, A., Hessenmoller, D., Law, B., & Grace, J. (2008). Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature*, 455, 213-215.
- Manzini, E. (2008). Design para a inovação social e sustentabilidade (LIVRO): Comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro: E-papers.
- Molinari, M., & Orzes, G. (2022). From forest to finished products: The contribution of Industry 4.0 technologies to the wood sector. *Computers in Industry*, 138, 103637.
- Molinos, V. (2011). Wood-based industries study in Nigeria. Federal Forestry Depart-

- ment, Ministry of Environment, Nigeria. unpublished Report for ITTO.
- Molinos, V. (2013). Re-energizing Nigeria's forest and wood products sector. *ITTO Tropical Forest Update*, 22(3), 7-10.
- Moltesen, A., Bjørn, A. (2018). LCA and Sustainability. In: Hauschild, M., Rosenbaum, R., Olsen, S. (eds) *Life Cycle Assessment*, 43-55. Cham: Springer International Publishing.
- Ngu, H. J., Lee, M. D., & Osman, M. S. B. (2020). Review on current challenges and future opportunities in Malaysia sustainable manufacturing: Remanufacturing industries. *Journal of Cleaner Production*, 273, 123071.
- Olajide, O., & Etigale, E. B. (2022). Forestry actions and technologies for enhancing climate change mitigation and environmental sustainability in Nigeria. *CED-TECH International Journal of Agriculture Research & Life Science*, 3(4), 9-18.
- Olajide, O. (2018). Non-timber values and sustainability of biodiversity wealth of Nigerian lowland rainforest. *Journal of Forestry, Environment and Sustainable Development*, 4(2), 12-20.
- Özbek, S., Oğul B. (2023). Türkiye'de tarım, orman alanları ve çevre ilişkisi. *Tarsus Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 26-35.
- Pretzch, J. (2014). *Paradigms of tropical forestry in rural development*. In J. Pretzsch, D. Darr, H. Uibrig, & E. Auch (Eds.), *Forests and rural development* (pp. 7-49). Heidelberg: Springer.
- Sachs, I. (2004). Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado. In *Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado* (pp. 151-151).
- Sachs, I. (2008). *Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado*. Rio de Janeiro: Garamond. Brasil
- Sato, K. (Ed.) (2008). Tropical and topical. *Tropical Forest Update*, 18(2), 30-31.
- Scholz, J., De Meyer, A., Marques, A. S., Pinho, T. M., Boaventura-Cunha, J., Van Orshoven, J, ... Nummilla, K. (2018). Digital technologies for forest supply chain optimization: Existing solutions and future trends. *Environmental Management*, 62, 1108-1133.
- Scordato, L., Klitkou, A., Tartiu, V. E., & Coenen, L. (2018). Policy mixes for the sustainability transition of the pulp and paper industry in Sweden. *Journal of Cleaner Production*, 183, 1216-1227.
- Stephenson, N. L., Das, A. J., Condit, R., Russo, S. E., Baker, P. J., Beckman, N. G., ... & Zavala, M. A. (2014). Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size. *Nature*, 507, 90-93.
- Sukhdev, P. (2010). Worth more standing?. *ITTO Tropical Forest Update*, 20(1), 8-10.
- Şahin, M. E. , Kalaycıoğlu, H. & Aras, U. (2022). Odun esaslı levha sektöründe Yaşam Döngüsü Analizi'ne bir bakış. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 9(Özel Sayı), 342-354.
- Tachizawa, T., 2002. Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégia-

as de negócios focadas na realidade brasileira. São Paulo: Atlas, 2002.

- Tewari, A., Singh, V. and P. Phartoyal. (2008). Potential of community managed forests for carbon trade. *Low External Input and Sustainable Agriculture (LEISA)*, 24(4), 32-33.
- Top, Y., Akyüz İ., Özdemir T., & Akyüz K.C. (2012). Sürdürülebilirlik ve yerel ekonomiye katkısı yönlerinden orman ürünleri sanayi. *Global Journal of Economics and Business Studies*, 1(2), 12-19.
- Tremblay, A., & Badri, A. (2018). A novel tool for evaluating occupational health and safety performance in small and medium-sized enterprises: The case of the Quebec forestry/pulp and paper industry. *Safety Science*, 101, 282-294.
- Tuppura, A., Toppinen, A., & Jantunen, A. (2013). Proactiveness and corporate social performance in the global forest industry. *International Forestry Review*, 15(1), 112-121.
- Türkoğlu, T., Baysal, E., Ergun, M. E., Toker, H., Yüksel, M., & Özçifci, A. (2015). Orman ürünleri işletmelerinde odunsu atık yönetimi uygulamalarının değerlendirilmesi. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 14(2), 517-529.
- Ulusoy, H., Atılgan, A. ve Peker, H. (2016). Orman ürünleri endüstrisinin ekolojik açıdan irdelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 92-106.
- Waheed, R., Chang, D., Sarwar, S. ve Chen, W. (2018). Forest, agriculture, renewable energy, and CO2 emission. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4231-4238.
- Wieruszewski, M., Turbański, W., Mydlarz, K., & Sydor, M. (2023). Economic Efficiency of Pine Wood Processing in Furniture Production. *Forests*, 14(4), 688.
- Zhang, X., Wang, J., Vance, J., Wang, Y., Wu, J., & Hartley, D. (2020). Data analytics for enhancement of forest and biomass supply chain management. *Current Forestry Reports*, 6, 129-142.

Bölüm 5

MOBİLYA İMALATINDA İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARININ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Abdi ATILGAN¹

Seda FANDAKLI²

1 Dr. Öğr. Üyesi Abdi ATILGAN, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, ORCID: 0000-0002-5893-2113

2 Doç. Dr. Seda FANDAKLI
ORCID: 0000-0002-8199-3336

1.Giriş

Son yıllarda İş sağlığı ve Güvenliği (İSG) ülkelerin refah seviyeleri ile ilişkilendirilen kriterlerden biri haline gelmiştir. Birçok evrensel ilkeler ve uluslararası (çevre, sağlık ve iş örgütleri) örgütler insanın yaşama hakkına vurgu yapmaktadır. Sanayi endüstrisinde yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıkları olumsuz yönde ekonomik ve sosyal sonuçlar doğurmaktadır. Türkiye ILO ya üye olan ülkeler arasında yüz bin kişi başına düşen ölümlü iş kazaları oranları yönünden gelişmiş ülkelere göre oldukça geri kaldığı görülmektedir. Dolayısıyla bu durum Türkiye'nin uluslararası prestijini sosyal ve ekonomik olarak sarsmaktadır. 30 Haziran 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İSG kanunu ile birlikte yapılması gereken birçok tespit ve tedbirlerin sanayi sektöründe alınması için iyi fırsat ortamı oluşturulmuştur. 30318 sayılı resmî gazetede yayımlandığı üzere mobilya endüstrisi üretim kısmı ÇSGB'nın belirlediği tehlike sınıfları içerisinde “tehlikeli” sınıfta yer alırken boyama, vernikleme ve cilalama bölümleri “çok tehlikeli” sınıfta tanımlanmıştır. Ağaççileri endüstrisi en sık iş kazası yaşanan sektörlerden biridir.

Mobilyanın tarihi incelendiğinde; ilk mobilya örneklerine her ne kadar kesinlik arz etmese de insanoğlunun mağaraları mesken olarak kullanmaya başladığı yontma taş devrindeki taş, kemik veya ağaç gibi materyallerin işlenmesiyle başladığı düşünülmektedir. Ahşap malzemelerden üretilmiş mobilyaların tarihsel süreçte malzemenin dayanıksız olması sebebiyle günümüze ulaşması elbette zor olmuştur (Crochet, 2004). Bunun bertaraf edilebilmesi için tarihsel süreçte pek çok değişime ve gelişime şahit olunmuştur. Bu süreçte insanoğlunun beğenilerinin ve kullanılan materyallerin değişimi farklı üretim süreçlerini de ortaya çıkarmıştır. Üretim ya da imalat süreci farklı ülkelerde farklı kriterlere göre sınıflandırmaktadırlar. Ülkemizde imalat endüstrisi 18 ayrı imalat sınıfına ayrılmaktadır. Bu sınıflar İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Kanunu (İSG Kanunu, 2012) kapsamında tehlike sınıflandırmasına göre a-az tehlikeli, b-tehlikeli ve c-çok tehlikeli işler şeklinde farklı alt dallara da ayrılmaktadır (İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği, 2021;). Ülkemizde mobilya imalatı; en çok iş kazaları yaşanan işyerleri sıralamasında maden, inşaat, nakliye, metal iş kollarından sonra gelmektedir (Üçüncü, 2015; Erginel ve Toptancı, 2017). Mobilya imalatında faaliyet gösteren çalışanlar; üretim esnasında yapılan kesim, delik delme vb. işlemleri sırasında gürültü, toz, kimyasal ve titreşime maruz kalınmasından kaynaklanan iş kazaları ve meslek hastalıklarına maruz kalabilmektedir (Kalaycıoğlu, 2015, Gedik, vd., 2014; Gülsoy, 2015).

Son senelerde ağaççileri endüstrisinde yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıkları riskleri üzerine yapılan araştırmalardaki yükselişle birlikte alınan tedbirler yeni iş güvenliği kurallarını da peşinden getirmiştir (İmren, vd., 2018). Aşkın ve Öztürk (2022) mobilya sektöründe çalışanların, çalışma sürecinde yaşadıkları iş kazalarını ve meslek hastalıkları araştırmışlardır. Araştırmanın

soncuna göre ise kaza geçiriminin en fazla olduğu durum ise malzeme kesim işlemi sırasında meydana geldiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte kazalara sebep olan diğer unsurların ise kişisel koruyucu ekipman ve malzemeleri çalışanların düzenli olarak kullanmaması ve dikkatsizlik olduğu belirtilmektedir. Araştırmanın sonuçları arasında kaza geçirme durumu ile gelir durumu, sağlı sorunları ve yaş arasında anlamlı ilişki olduğu da belirtilmektedir. İş kazası ve meslek hastalıklarıyla ilgili araştırma ise İlhan vd., (2013) tarafından yapılmıştır. Araştırmada Sakarya ilindeki mobilya imalatında çalışanların mesleki hastalık ve iş kazasına maruz kalma nedenleri araştırılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre mobilya imalarında çalışanların mesleki hastalık ve iş kazasına maruz kalmasının ilk sırasında yeni işe başlayan çalışanlara iş sağlı ve güvenliğiyle ilgili eğitim verilmemesi gelmektedir. Ayrıca araştırmada çalışanların aşırı yüke maruz kalmaları da iş kazasına ve mesleki hastalığa neden olduğu görülmüştür.

Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin tespitinde son asırdan bu yana bebek ölümleri, tahsil oranı, birey başına düşen milli hasıla gibi kriterlere ek olarak, günümüzde sağlıklı ve uzun ömürlü bir yaşam kriteri de önemli bir değer olarak dikkate alınmaktadır (Kaya, 2019). Günümüzde, mobilya endüstrisi zor rekabet şartlarında çalışma zorunluluğundan dolayı, malzeme maliyetlerinin artmasına ve kar oranlarının düşmesine sebep olmuştur. İşletmeler ayakta kalabilmek için optimum şekilde sermayelerini değerlendirmeleri gerekir. Bu durumlardan ilki işgücünü en verimli şekilde kullanmasıyla ilişkilidir. Eğer işgücünü olumlu şekilde koruyamazlarsa; iş kazaları, meslek hastalıkları ve zihinsel yorgunluklar başlar ve işletmelerin ticari, ekonomik ve sosyal anlamda geleceğini ve prestijini etkileyebilir (Özalp, vd., 2009). Çalışma uygun olmayan, elverişsiz durum ve koşullar, tasarımdaki hatalar ve sistemsel aksaklıklar, çalışan insanların bilgi ve tecrübe yetersizliği, çalışanlara gerekli eğitimlerinde verilmemesi ya da nitelikli olarak verilmemesi, denetim eksik olarak yapılması gibi nedenler ya da birden çok nedenin bir araya gelmesi gibi durumlar iş yerlerinde kazalara ve yaralanmalara neden olmaktadır (Gümüüş ve Bacak, 2013). İş yerlerinde meydana gelen yaralanma ve kazalardan dolayı, iş yerlerinde İSG'nin sağlanması ve mevcut olan güvenlik şartlarının iyileştirilmesi sağlamak için Haziran 2012'de yürürlüğe giren 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (Anonim, 2012) çıkarılmıştır. Çıkarılan kanunla iş hayatı yeni ve önemli kavramlarla tanışmış, işverenlerin üstlendiği yükümlülüklerle yenileri eklenmiştir ve çalışma hayatında önemli değişiklikler olmasını sağlamıştır. Bu değişikliklerden orman ürünleri sanayisinde çalışanlar ve işverenler de etkilenmişlerdir. Büyükekmekçi (2002) meydana gelen iş kazalarının %70'inden fazlasının şirket bünyesinde 50 ve daha az çalışan olan şirketlerin olduğunu belirtmektedir. Büyükekmekçi'nin (2002) tespiti ve Türkiye orman ürünleri sanayisinin genellikle ve ağırlıklı olarak orta ve küçük ölçekli işletmelerden meydana geldiği dikkate alınırca bu değerlerin orman

ürünleri sanayi sektörü için önemli olduğu rahatlıkla görülebilir.

Ağaç malzeme, insanlığın başlangıcından itibaren çeşitli ihtiyaçların doğrultusunda kullanılmaya başlanmıştır. Ağacın işlenebilmesi ve estetik yapısı gibi çeşitli özellikleri nedeniyle yaklaşık 10.000 farklı kullanım alanına sahiptir ve günümüzde de ise imalat teknolojisinde önemli yeri olan hammadde haline gelmiştir (Bozkurt ve Erdin, 1997). Tarihsel bu ilerlemeyle ağaç malzemenin imalat teknolojisinde önemli bir yer olması bu malzemenin işlenebilmesi için makine ihtiyacı gün yüzüne çıkarmıştır. Böylece ağaç malzemesine yönelik yeni bir alan olarak Ahşap İşemem Makineleri (AİM) ortaya çıkmıştır ve bu endüstri giderek önemli hale gelmiştir. Bu araçların üretimi ülkemizde küçük atölyelerde başlamıştır. Endüstrinin gelişmesiyle birlikte ise 1990'lı yıllarda bilgisayar destekli makineler kullanılmaya başlanmıştır. (Koç ve Koç, 2005). Her ne kadar bu araçlar gelişse de küçük ölçekli şirketlerin sektörün büyük bölümünü oluşturması geleneksel yöntemlerin kullanımını devam ettirmektedir. Geleneksel yöntemlerin ve klasik makinelerin kullanımına devam edilmesi yanında iş kazaları ve meslek hastalıklarının meydana gelmesine neden olmaktadır. Örneğin kesme, rendeleme, biçme, şekillendirme ve zımparalama gibi işlemler sırasında küçük parçacıklı ahşap tozunun işletme ortamında havasında fazlaca bulunduğu görülmektedir (Burdurlu, 1994; Burdurlu, 1997; Diworth, 2000). Bu tür tozların havasa olması, özellikle farklı cins ağaç malzemenin çıkan tozlar, farklı sağlık sorunlarına neden olabilmektedir.

2. Mobilya İmalatında İSG

Türkiye de mobilya imalat sektörü doğrudan yüz binden fazla çalışanın bulunduğu yaklaşık otuz bin işyerinden oluşmaktadır. Sektöre gerekli olan başta hammaddeyi sağlayan orman sanayisinde çalışanlarında eklenmesiyle çalışan sayısı sekiz milyon seviyelerine ulaşmaktadır. Bu çalışan sayısı yaklaşık ülke nüfusunun %10'una yakın bir değerde olduğu görülmektedir (Atılgan, vd., 2015). Mobilya imalatı faaliyetleri, Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından yıllık olarak yayınlanan yıllık istatistikler kapsamında; büro ve mağaza mobilyaları imalatı, mutfak mobilyalarının imalatı, yatak imalatı, döşemecilik ve diğer mobilyaların imalatı olmak üzere beş alt grupta sunulmaktadır. Bu işletmeler bünyelerinde, 6331 sayılı İSG kanununa göre İş Güvenliği Uzmanı (İGU) ve İşyeri Hekimi (İH) işletme bünyesinde istihdam edilmeli (kısmi ya da tam zamanlı olarak) veya Ortak Sağlık Güvenlik Birimlerinden (OSGB) hizmet alımı yapılmalıdır. Elbette kanunun yürürlüğe girmesi ile alınan önlemlerin etkisiyle sektör çalışanları daha az iş kazası ile karşılaşırken meslek hastalıklarındaki bildirimlerin artışı ile daha fazla meslek hastalığına ulaşılmıştır. İSG yönetim sistemlerinin işletmelerde uygulamaya geçişi ile çalışanlar İSG konusunda daha fazla bilinçlenmiş ve bununla birlikte işyerlerinde İSG kültürü yerleşmeye başlamıştır.

Mobilya imalatı sırasında çalışanları iş kazaları ve meslek hastalıkları ile karşı karşıya kalabilecekleri en önemli etkenler, üretim faaliyetleri sırasında kullanılan makine ve ekipmanlar olmaktadır. Genellikle rendeleme (kalınlık ve planya makineleri), frezeleme, tornalama, kenar işleme (lamba ve zıvana açma vb.), delik delme, zımparalama gibi işlemleri kapsamaktadır (Kurtoğlu vd., 2000). Bu makine ve ekipman kullanımında operatörler, cihazları kullanırken mutlaka gerekli eğitimleri almalıdır. Cihazlarda bulunan koruyucular asla çıkarılmamalı ve amacı dışında kullanılmamalıdır. Mobilya imalatında kullanılan makine ve ekipmanlarla çalışmalarda İSG açısından gereken hassasiyet çalışanlar tarafından gösterilmelidir.

Bu çalışmada, ahşap ve mobilya imalat sektöründe küçük ve orta ölçekli işletmelerdeki kaza riski yüksek temel makinelerin kullanımında alınması gereken iş güvenliği tedbirleri ve çalışanların maruz kalması muhtemel iş kazaları ve meslek hastalıklarının sebepleri analiz edilerek bu durumların bertaraf edilebilmesi için yapılması gerekenler konusunda farklı bakış açıları sunulmuştur.

2.1.Daire Testere



Şekil 1. Çizicili Yatar Daire Testere (URL-1,2023).

Mobilya imalatında, Şekil 1.'de görülen daire testere sık kullanılan bir makinedir. Temelde ağaç malzemelerin genişliklerini ve boyutlarını düzenlemek amacıyla kullanılmaktadır. Daire testerelerinin kullanımında dikkat edilmesi gerekenlerden bazıları aşağıdaki gibidir.

- Daire testere makinesi, nitelikli(kalifiye), mesleki yeterliliğe sahip gerekli eğitimi almış operatörler tarafından kullanılmalıdır.
- Operatörler makine ile çalışırken koruyucu gözlük, yüz siperliği gibi Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) ve iş parçası ile ilgili kalıp ya da itme aparatı kullanılmalıdır.

- Kesilecek parçalar siperlere gönyeli bir biçimde dayanmalıdır.
- Kesilecek parça ile operatör arasında bir koruma varlığında, koruma operatörün görüşünü engellememelidir.
- Kesilecek parçanın elle makineye verilmesi durumunda eller daire testereden güvenli mesafede tutulmalı veya itme aparatı kullanılmalıdır.
- Kesilecek parçanın savrulma olasılığı göz önünde bulundurularak kesilecek parça serbest bırakılmamalıdır.
- Kesim sırasında oluşacak çapakların etrafa sıçramaması için perdeleme yapılmalıdır.
- Zaman baskısı sebebiyle hızlı çalışmak, daire testerenin zorlanmasına yol açıp testere dişlerini kırabilir ve bu durum iş kazalarına sebep olabilir.
- Dişleri kırılan daire testere ivedilikle yenisi ile değiştirilmelidir.
- Benzer şekilde daire testerenin dişlerinin keskinliği azaldığında da testere değişimi gerçekleştirilmelidir.
- Operatör, makine tamamen durmadan başından ayrılmamalıdır.
- Makine kapatıldığında testere durdurucu, koruma rölesi vb. elektrik donanımı mevcut olmalıdır.
- Acil stop butonu bulunmalıdır.
- Sawstop (yumuşak doku temasında otomatik olarak testere durdurucu sistem) bulundurulmalıdır.
- Operatörün etrafında rahatça çalışacağı bir açıklık bulunmalı ve bu alan güvenlik sınırı oluşturacak şekilde zemine çizilmeli/boyanmalıdır (Atılğan, vd., 2015)

2.2.Freze

Mobilya imalatında, Şekil 2.'de görülen şaküllü freze yüzey ve kanar işlemede çok kullanılan makinelerdendir. Ağaç malzeme yüzeylerine şekil verme ve kordon açma vb. işlerde kullanılan bir makinedir. Frezenin kullanımında iş güvenliği açısından dikkat edilmesi gerekenlerden bazıları aşağıdaki gibidir.

- Makinedeki kayışların, kasnakların ve millerin koruması uygun şekilde olmalıdır.
- Keskin parçaların üstü hareket etmeyecek şekilde koruma önlemi alınmalıdır.
- Makine de işlem yapılacak malzeme makine tezgâhına hareket etmeyecek biçimde sabitlenmelidir.

- Bıçaklar ve millerin sağlam şekilde montajının yapıldığından emin olunmalıdır.
- Çalışmalar sırasında makine üzerinde oluşan talaşlar hava emici yardımıyla temizlenmelidir.
- Operatörler; kravat, kolu uzun elbise, takı vb. üzerindeyken makineyi kullanmamalıdır.
- Operatörler makine ile çalışırken koruyucu gözlük, yüz siperliği gibi KKD kullanmalıdır.
- Makine çalışırken işlem yapılan malzemeler ayarlanmamalı, ölçüm işlemi yapılmamalıdır.
- Operatörün etrafında rahatça çalışacağı bir açıklık bulunmalı ve bu alan güvenlik sınırı oluşturacak şekilde zemine çizilmeli/boyanmalıdır (İS-GAP, 2018; Afyonlu, 2000; Kayalica, 2020)



Şekil 2. Freze (URL-2, 2023).

2.3.Şerit Testere



Şekil 3. Şerit Testere (URL-3,2023).

Mobilya imalatında, Şekil 3.'te görülen şerit testere sıklıkla kullanılan temel makinelerdendir. Ağaç malzemeleri (masif malzeme) kesmeye yarayan bir testeredir. Şerit testerenin kullanımında dikkat edilmesi gerekenlerden bazıları aşağıdaki gibidir.

- Operatör işe başlamadan önce mutlaka testerenin günlük kontrollerini yapmalıdır.
- Makine arızalandığında, makine kapatılmalı ve yetkiliye haber verilmelidir. Arızalı makineler gerekli bakım onarım işlemi yapılmadan kullanılmamalıdır.
- Testerenin germe aparatı işe başlamadan önce gergin hale getirilmelidir.
- Makine amacı dışında kullanılmamalıdır.
- Açma kapama anahtarı sorunlu testere kullanılmamalıdır.
- Operatörler; kravat, kolu uzun elbise, takı vb. üzerindeyken makineyi kullanmamalıdır.
- Operatörler makine ile çalışırken koruyucu gözlük, yüz siperliği, toz maskesi KKD kullanmalıdır.

- İşlenen malzemeye testerenin bıçağının sıkışması durumunda, makine tamamen durdurulmadan müdahale yapılmamalıdır.
- Testerenin şeridi köreldiğinde ya da çapraz diş açısı bozulduğunda derhal değiştirilmelidir.
- Makine bağlantıları aylık olarak mutlaka kontrol edilmelidir.
- Bakım ve onarım işlerinin dışında makine koruyucuları asla çıkarılmamalıdır. Bakım ve onarımda çıkarılan koruyucular yerlerine takılmadan çalışmaya başlanılmamalıdır.
- Operatörün etrafında rahatça çalışacağı bir açıklık bulunmalı ve bu alan güvenlik sınırı oluşturacak şekilde zemine çizilmeli/boyanmalıdır (Afyonlu, 2000; Kayalica, 2020; İSGAP, 2018)

2.4.Sütunlu Matkap (Dikey Delik Makinesi)



Şekil 4. Sütunlu Matkap (URL-4, 2023).

Mobilya imalatında, Şekil 4.'te görülen sütunlu matkap sıklıkla kullanılan makinelerdendir. Sütunlu matkap; ahşap ve metal malzemelere silindirik şekilde delik açılmasını sağlayan bir makinedir. Sütunlu matkabın kullanı-

mında dikkat edilmesi gerekenlerden bazıları aşağıdaki gibidir.

- Kullanılacak matkap ucuna; delinecek olan malzemenin türü ve özellikleri göz önünde bulundurularak karar verilmelidir.
- Küçük malzemelerin işlenmesi sırasında malzemeye uygun aparatlar kullanılarak malzeme sabitlenmelidir. Sabitleme işlemi kontrol edilmeden çalışmaya başlanılmamalıdır.
- Operatörler makine ile çalışırken koruyucu gözlük, yüz siperliği vb. KKD kullanılmalıdır.
- Çalışma sırasında eldiven ve takı kullanılmamalıdır.
- Operatör çalışırken malzemenin sabitlenmesi amacıyla baskı uyguladığı elinin makineye güvenli mesafede olduğundan emin olunmalıdır.
- Çalışılan malzemenin ayaklara düşmesi sonucu karşılaşılabilecek iş kazalarının etkilerini minimize edebilmek için çelik burunlu iş ayakkabıları tercih edilmelidir.
- Malzemenin işlenmesi sırasında ısı artışı olduğunda soğutucu sıvı veya yağ kullanılmalıdır.
- Makinenin elektrik kablolarının bağlandığı tesisatın topraklamasının yapılması gerektiği gibi makinenin gövde topraklamasının da yapılması gerekmektedir.
- Operatörün etrafında rahatça çalışacağı bir açıklık bulunmalı ve bu alan güvenlik sınırı oluşturacak şekilde zemine çizilmeli/boyanmalıdır (Afyonlu, 2000; Kayalica, 2020; İSGAP, 2018)

2.5.Planya



Şekil 5. Planya (URL-5, 2023).

Mobilya imalatında, Şekil 5.'da görülen planya da sıklıkla kullanılan makinelerdendir. Planya; talaşların iş parçasından rendeleme ile uzaklaştırılmasına sağlayan bir makinedir. Planya kullanımında dikkat edilmesi gerekenlerden bazıları aşağıdaki gibidir.

- Planya içindeki tüm aksamaların periyodik bakımları zamanında yapılmalıdır.

- İşlenen malzemelerin parçalarının ve çapaklarının fırlayıp çalışanlara zarar vermesinin önlenmesi için makine koruyucuları takılı halde çalışılmalıdır.

- Planya bıçaklarının çalışma esnasında yerlerinden çıkarak bir iş kazasına sebebiyet vermemesi için uygun şekilde sabitlenmelidir.

- Körelmiş, ağzı kırık bıçaklar ile kesinlikle çalışılmamalıdır.

- Planya çalışmadığı zamanlarda, talaşlar bir fırça yardımıyla temizlenmeli, temizlik asla elle yapılmamalıdır.

- Operatörün etrafında rahatça çalışacağı bir açıklık bulunmalı ve bu alan güvenlik sınırı oluşturacak şekilde zemine çizilmeli/boyanmalıdır.

- Çalışanlar kol ve boyun uzuvlarından sarkan giysi ve aksesuar kullanmamalıdır.

- Planya ile çalışılırken iş hijyeni ve kişisel hijyene olabildiğince fazla özen gösterilmediği takdirde deri rahatsızlıklarına ve iltihaplı cilt rahatsızlıkları oluşma olasılığı fazladır. Bu yüzden uygun iş eldiveni kullanılması önerilir.

- Operatörler makine ile çalışırken koruyucu gözlük, yüz siperliği vb. KKD kullanmalıdır.

- Makinenin hareketli kısımlarında, işlenen parçalar kalibrasyona ve ölçüme tabi tutulmamalıdır.

- Makine üzerinde el aleti ve başka malzeme bırakılmamalıdır.

- Makinenin elektrik kablolarının bağlandığı tesisatın topraklamasının yapılması gerektiği gibi makinenin gövde topraklamasının da yapılması gerekmektedir (Afyonlu, 2000; İSGAP, 2018; Kyalıca, 2020).

2.6. Pres (Hidrolik)



Şekil 6. Hidrolik Pres (URL-6, 2023).

Mobilya imalatında, Şekil 6.'de görülen hidrolik pres çoğunlukla kullanılan makinelerdendir. Hidrolik pres (sıcak/soğuk tablalı ve çok katlı modelleri mevcuttur); üretilecek mobilya parçalarını ezme, düzleştirmek, sıkıştırmak, yapıştırmak, kalıplaştırmak ve kaplamak amaçlı kullanılan bir makinedir. Hidrolik pres kullanımında dikkat edilmesi gerekenlerden bazıları aşağıdaki gibidir.

- Pres kullanacak operatörler makine kullanımı konusunda eğitimli olmalıdır.
- Makine ile çalışma öncesi genel kontroller yapılmadan işe başlanılmamalıdır.
- Hidrolik pres çalıştığı sırada özellikle sıcak ve basınçlı aksamlarına makine durmadan elle müdahale yapılmamalıdır.
- Makine ile çalışılırken makinenin yağı veya hava basıncı kontrol edilmelidir.
- Makine temizliğinde, tabla arasına takoz konulmalıdır.
- Operatör çalışma sırasında gerekli KKD'yi kullanmalı ve çalışırken makineye takılabilecek kıyafetler giymemelidir.
- İş parçası koyma ve almada işin durumuna göre maşa ve eldiven kullanılmalıdır.

- Pres kullanıldıktan sonra temizliği yapılmalıdır. Düzenli şekilde bakım ve onarımı makine çalışmadığı zamanda yapılmalıdır.
- Açık kalıpla yapılan çalışmalarda çift el kumanda tertibatı veya fotosel tertibatı olacak ve çalışma noktasını koruyan koruyucular olmalıdır.
- Operatörün etrafında rahatça çalışacağı bir açıklık bulunmalı ve bu alan güvenlik sınırı oluşturacak şekilde zemine çizilmeli/boyanmalıdır (Ağca, 2013; Kayalica, 2020; İşçi sağlığı ve iş güvenliği tüzüğü Madde 180, 1973).

3. Mobilya İmalatında İş Kazaları

Mobilya imalatında çalışanlar farklı türden risklerden kaynaklanan iş kazaları ve meslek hastalıkları ile karşılaşmaktadırlar. Üretim alanlarında; makine, gürültülü ortam, tozlu ortam, elektrik, yangın, kimyasallar, elle kaldırma, ekranlı araçla çalışma, çalışma ortamı vb. risk kaynakları bulunmaktadır. Bu risk kaynaklarının etkisi ile çalışanlar iş kazalarına; çalışan psikolojisi, çalışan hatası, güvensiz davranışlar ve durumlar sebebiyle ulaşabilmektedir (Kayalica, 2020).

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde iş kazaları gelişiminde; iki temel faktör öne çıkmaktadır. Bu faktörler; güvensiz davranışlar ve güvensiz koşullar olarak ifade edilebilmektedir. Güvensiz koşullar ise fiziksel ve çevresel koşullar olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır. Bozuk veya yeterli olmayan donanım, makine koruyucu eksikliği veya bozukluğu veya yokluğu fiziksel koşullar arasında yer alırken; toz, titreşim, gürültü, radyasyon vb. faktörler güvensiz çevre koşulları arasında yer almaktadır (Karakurt vd., 2012). İş kazaları etkenlerinden olan güvensiz davranışlar aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

- Çalışanların yaptıkları faaliyeti bilinçsiz bir şekilde yapması,
- Çalışanların dalgın veya dikkatsiz olması,
- Çalışanlar tarafından makineye ait koruyucuların çıkarılması veya işlevsiz bırakılması,
- Çalışanların yaptıkları işleri tehlikeye sevk edebilecek hızda yapması,
- Çalışanların görev tanımları dışında iş yapması,
- Çalışanların iş disiplini bozacak şekilde davranması,
- Çalışanların işin doğası gereği kullanması gereken makineleri, aletleri kullanmaması ve farklı aletleri kullanması,
- Çalışanların yetkisi ve izni olmayan tehlikeli alanlara girmesi,
- Çalışanın KKD kullanması, iş esnasında çıkarması ya da yanlış kullanması,

İş kazaları etkenlerinden olan güvensiz durumlar aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

- Makinelerin, tezgâhların gerekli koruyucularının bulunmaması,
- Güvenli olmayan çalışma yöntemlerinin seçilmesi,
- Çalışma ortamının güvenli olmayan, sağlıksız çevre koşullarına sahip olması,
- Topraklama tesisatının olmaması,
- Yapılan işe uygunsuz iş ekipmanlarının kullanılması,
- Periyodik kontrolü yapılmamış basınçlı kapların kullanılması,
- Kaldırma-iletme ekipmanlarının doğru şekilde kullanılmaması,
- Standartların üzerinde malzeme istiflemesi yapılması,
- Kapatılmayan boşlukların varlığı,
- İşyeri düzeninin olmaması (Gülhan, 2008).



Şekil 7. Mobilya İmalatında İş Kazaları Yıllık İstatistikleri (SGK Yıllık, 2023).

Ülkemizde Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) yıl içerisinde ülke genelindeki farklı sektörlerde çalışanların maruz kaldıkları iş kazaları ve meslek hastalıklarının istatistikleri bir sonraki yıl kurum tarafından yayınlanmaktadır. Şekil 7’de 2013-2022 yılları arasındaki mobilya imalatı gerçekleştiren işletmelerde çalışanların maruz kaldıkları iş kazası sayıları görülmektedir. Grafik incelendiğinde 2012 yılında yürürlüğe giren İSG kanunu ile iş kazalarında

görece bir miktar azalış görülmektedir. Yıllar içerisinde kısmi artışlar olmasına rağmen zamanla istihdam edilen çalışan sayılarındaki artışlara oranla da sınırlı bir miktar artış görülmektedir. Normal şartlar altında işyerlerinde gerçekleşen iş kazalarının tamamının SGK'ya bildirilmediği de göz önüne alınacak olursa İSG kanununun tüm taraflarca benimsendiği sistemlerde zamanla iş kazası sayılarında azalış gözlenmesi doğal bir durumdur. Bu yüzden de işyerlerinde İSG kültürünün tam anlamıyla uygulandığı, benimsendiği zaman çalışanlar artık işyerlerinde belki de evlerinden daha güvende olabileceklerdir.

4. Mobilya İmalatında Meslek Hastalıkları

Meslek hastalığı; çalışanın, yaptığı faaliyet nedeniyle maruz kaldığı koşulların etkisiyle sağlığında oluşan aksaklıklar olarak tanımlanabilir. Meslek hastalığı daha çok kimyasal ve biyolojik risklerden kaynaklı gelişen hastalıklardır. Mobilya endüstrisi ülkemizin yaygın en önemli imalat sektörleri arasında yer almaktadır. Mobilya imalatında çalışanlar genel olarak çalıştıkları iş konusundaki eğitimi yetkin bir kurumdan değil de iş başında almaktadır. Bundan dolayı da, sektör çalışanları daha fazla iş kazalarına ve meslek hastalıklarına maruz kalmaktadırlar. Son yıllardaki nüfus artışı ve kentleşme mobilya ihtiyacını her geçen gün artmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı da mobilya sektöründeki değişim ve gelişim meydana gelmektedir. Meydana gelen değişim ve gelişme ahşap işleyen endüstrilerde çalışanlarda farklı sağlık sorunlarının ortaya çıkması ihtimali de arttırmıştır (Çınar, 2005a; Çınar, 2005b; Özer, 2009; Çınar, vd., 2020).

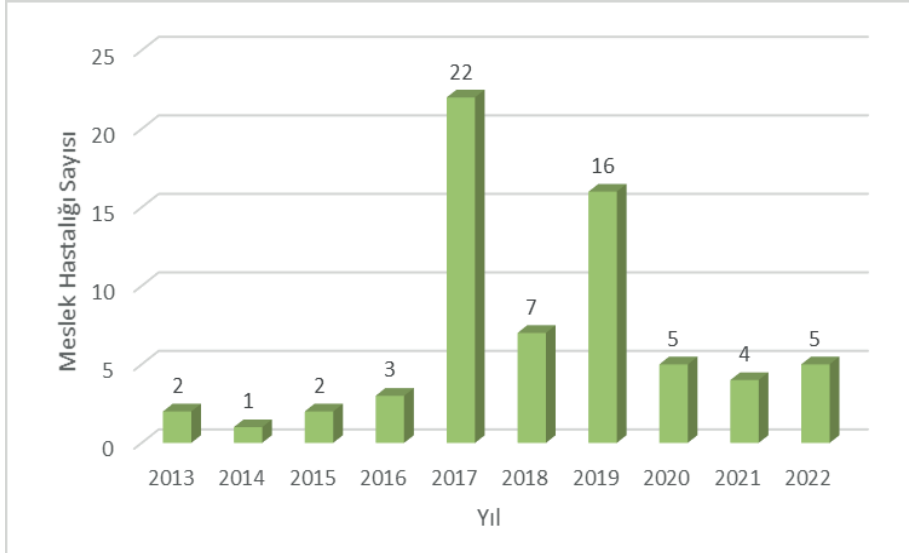
Çalışma sürecinde çalışanların sağlıklı olmasının önem kazanmasıyla uzun yıllardan itibaren yabancı ülkelerde çalışma sürecinde meydana gelen hastalıklara yönelik çalışmalar yapılmıştır (Bozkurt ve Bozkurt, 1979). Mobilya üretiminin önemli bir parçası olan boyahane kullanılan tekniklere bağlı olarak çalışan sağlığı için oldukça zararlı olabilmektedir. Kimyasal boyar maddeler bulunduğu akciğerlerde ciddi zararlara sebebiyet vermektedir. Solunma sonucu vücuda alınan bu zararlı boyar maddeler kimyasal yapısına bağlı olarak; astım, bronşit, pnömokonyoz gibi hastalıklara yol açabilir. Boyanın yapıldığı alanın uygun şekilde havalandırılması çalışan sağlığı bakımından çok önemlidir. Mobilya imalatında toz etkeni de bir başka akciğer rahatsızlığı oluşturabilecek zararlılardanır. İşyeri ortam havasındaki zararlı kimyasalların solunması sonucu zehirlenmeler sıklıkla görülen vakalardanır. Zehirlenmede; baş dönmesi, mide bulantısı vb. semptomlar görülür. Zehirlenmeden en az zararlı korunmak için KKD kullanılmalı, ortam iyi havalandırılmalı (doğal ve cebri havalandırma sistemi kurulmalı) ve belirli periyotlarda sağlık muayeneleri gerçekleştirilmelidir (Atılğan vd., 2015).

Mobilya endüstrisinde meslek hastalığı etkenleri arasında; ahşap tozu (özellikle marangozluk işlemleri sırasında) ve kimyasallar (örneğin tutkalla-

rın içerdiği formaldehit, vernik/boya ve cilaların içerdiği çözücü, incelticiler ve sertleştiriciler vs.) nedeniyle meydana gelen kanser, cilt ve göz tahrişi, solunum yolu rahatsızlıkları gibi hastalıklar oldukça önem arz etmektedir (Pearson, 1989; Shellman, 1999; Ekiz, 2009; Çınar, 2018; Çınar, vd., 2018). Özellikle bazı odun türlerinden çıkan tozlar çeşitli sağlık sorunlarına neden olmaktadır (Liou, vd., 1996; Sönmez, 2009; Shamssain, 1992; Bislimovska, vd., 2015; Goldsmith and Shy, 1988; Holmström and Wilhelmsson, 1988; Osman and Pala, 2009; Semerci, 2014; Gürlevik, 2016; Rosenberg, vd., 2002; Barcenas, vd., 2005; Douwes, vd., 2001; Innos, vd., 2000; Çınar, vd., 2020).

Leclerc vd., (1994) tarafından Frasa'da nazal kansere yönelik yapılan çalışmanın sonucunda sert ahşap tozuna maruz kalma ile adenokarsinomaya hastalığı arasında ilişki olduğu ayrıntılı kanıtlarla tespit edilmiştir. Ulaşılan sonuçlar dikkate alınarak işçilerin ahşap tozuna maruz kalma miktarına azaltmak için önleyici tedbirlerin alınmasının önemli olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda Okwari vd., (2015) kereste pazarında odun tozuna maruz kalan çalışanların sağlık sorunlarını incelediğinde, çalışanların akciğer fonksiyonunun bozulduğu görülmüştür.

Şekil 8.'de 2013-2022 yılları arasındaki mobilya imalatı gerçekleştiren işletmelerde çalışanların maruz kaldıkları meslek hastalıkları sayıları görülmektedir. Grafik incelendiğinde 2012 yılında yürürlüğe giren İSG kanunu ile meslek hastalıklarında görece bir miktar artış görülmektedir. Yıllar içerisinde kısmi artışlar olmasına rağmen yıllar içinde istihdam edilen çalışan sayılarındaki artışlara oranla da sınırlı bir miktar artış görülmektedir. Normal şartlar altında işyerlerinde İSG kültürü yerleştirilebilirse çalışanlar ve işyeri hekimlerinin hastalıkların işyerinden de kaynaklanabileceği farkındalığı artacak ve meslek hastalığı sayılarında da artışlar gözlenebilecektir. Mobilya imalatında karşılaşılabilecek; toz, kimyasal, titreşim, gürültü, sıcaklık ve ergonomik mesleki etkenler ve bunların oluşturabileceği rahatsızlıklar aşağıda ifade edilmiştir.



Şekil 8. Mobilya İmalatında Meslek Hastalıkları Yıllık İstatistikleri (SGK Yıllık, 2023).

4.1.Toz

Tozlu ortamların olduğu fabrika ve atölyeler çalışan sağlığı açısından birçok risk oluşturmaktadır. Havada asılı kalan (solunabilir tozlar), mesleki solunum sistemi hastalıklarına sebep olarak bireylerin sağlığını tehdit etmektedir. Bu bakımdan kesin bir tedavisi olmayan solunum sistemi hastalıklarına ilişkin tozla mücadele yöntemleri önem taşımaktadır (Kahraman ve Yürüten Özdemir, 2022). Mobilya imalatında tozlar en fazla sağlık problemi oluşturabilecek etkenlerdir. Bu sağlık sorunları; kanser, alerjik reaksiyonlar, gözde iritasyon, solunum düzensizliği, tansiyon düşüklüğü, deri ve cilt rahatsızlıkları gibidir. Kullanılan malzemelerin sağlık açısından zararları hakkında çalışanlar bilgilendirilmeli, zararlı malzemeler yerine zararsız muadilleri (ikame edilmeli) kullanılmalı, tozu cebri toplayan sistemler kurulmalı ve bu sistemlerin periyodik bakımları yapılmalı, solunum sistemi için en uygun KKD kullanılmalı, kişisel ve işyeri hijyenine önem verilmelidir (Atılğan, vd., 2015).

4.2.Kimyasallar

Kimyasallar; kanser, alerjik reaksiyon, gözde iritasyon, solunum düzensizliği, sindirim sistemi bozukluğu, deri hastalığı, beyin ve sinir sistemi rahatsızlığı vb. oluşturmaktadır. Sektörde kullanılan kimyasallar risk teşkil etmesi; kimyasal konsantrasyonu, kimyasal buharının fiziksel yapısı, çalışanın buhara maruz kalma süresi, havalandırma sisteminin yeterlilik seviyesi, KKD kullanımı, çalışanın sağlık durumu, bağımlılık yapıcı madde kullanımına bağlı olarak değişebilir (Atılğan vd., 2015).

Kimyasallarla çalışmalar sırasında alınması gerekli olan önlemler aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

- Kimyasallarla çalışacak personel; çalışma, depolama, taşıma güvenliği, koruyucu önlem, KKD, acil durumlar vb. konularda eğitilmelidir.
- Parlama olasılığı bulunan kimyasallar ağız kapalı kaplarda tutulmalıdır.
- Kimyasallar uygun boşaltma ağızları ve bağlantıları ile farklı kaplara aktarılmalıdır.
- Çekiş gücü yeterli olan aspirasyon sistemleri kullanılmalıdır.
- Organik kimyasalların bulunduğu alanlarda açık alev veya ısı kaynağı olmamalıdır.
- Kimyasallar tutuştuğunda yangına müdahalede kullanılacak olan uygun yangın söndürücü öncesinde belirlenmeli riskli alanlara konulmalıdır.
- Depolar imalat yapılan alanlardan ayrı yerlerde olmalıdır. Depolanmaları sırasında doğrudan gün ışığından ve ısı kaynağından uzak, kuru, serin ve iyi havalandırılan bir ortamda depolanmalı ve tutuşturucu kaynaklardan uzak tutulmalıdır.
- Parlayıcı, patlayıcı kimyasal ve boya/vernik/tiner vb. boş kutuları malzeme deposunda bulundurulmamalı, işyeri ortamından uzaklaştırılmalıdır.
- Tehlikeli kimyasallarla çalışılan alanlar diğer bölümlerden ayrılmalı; yeterli, uygun, genel ve lokal havalandırma sağlanmalıdır. Yapılan işe uygun KKD kullanılmalıdır.
- Kimyasal riski yüksek alanlara uyarıcı levhalar konulmalıdır. Çalışanların işe giriş ve periyodik muayeneleri düzenli olarak yapılmalıdır.
- Bütün kimyasal maddelerin malzeme güvenlik formları çalışam alanında olmalıdır (Atılğan, vd., 2015; İSGAP, 2018).

4.3. Titreşim

Forklift, manuel zımpara ve el ile beslenen iş ekipmanları ile uzun zaman çalışıp titreşime maruz kalındığında; parmaklarda, ellerde karıncalanma oluşmaya başlar. Maruziyet uzadıkça dokunma duyusunda azalma hissedilir. Dolaşım sistemi bozukluğu, kemik ve eklem hasarı, görme ve denge bozukluğu yaşayabilir. Diskopati, karpal tünel sendromu, beyaz parmak hastalığı titreşim kaynaklı oluşabilecek hastalıklardandır. Çalışma sürelerinin kısaltılarak, sık sık mola verilerek, uygun iş düzenlemesi yapılarak titreşim kaynaklı hastalıklardan uzak kalınabilir. Bunun yanında titreşim maruziyeti daha düşük olan makineler işverence seçilmeli ve bakımları düzenli olarak yapılmalıdır (İSGAP, 2018; URL-7, 2023).

Mobilya endüstrisinde kullanılan makinelerde yatay ve dikey konumlu motorlar belirli bir devirin üstünde ve güce maruz bırakılarak çalıştırıldığında titreşim oluşturabilmektedirler. Bu durum makinenin ağırlığı, tasarımı, motor gücü ve yapılan işleme göre değişkenlik göstermektedir. Makinelerdeki titreşimi kısmi olarak azaltmak için titreşim sönümleyici levhalar/pabuçlar makine ayakları ile zemin arasına konularak makine zemine montalanmalıdır.

4.4.Gürültü

Mesleki işitme kayıpları meslek hastalıkları içinde en yaygın olanıdır. Yüksek seviye gürültüye kısa süre maruz kalındığında geçici işitme kaybı; daha uzun süre maruz kalındığında ise kalıcı işitme kaybı olabilir. İşitme kaybı oluşturabilecek etkenler aşağıdaki gibidir.

- Gürültü şiddeti ve frekansı
- Gürültünün sürekli ya da aralıklı olması
- Gürültüye maruziyet süresi
- Kişi duyarlılığı ve yaşı
- Önceki duyma sorunları

Gürültünün teknik bakımdan azaltılması için;

- Perdeleme, kapatma, gürültü emici örtülerle vb. metotlarla azaltılmalı
- Yapı kaynaklı gürültünün; yalıtım gibi metotlarla azaltılmalı
- Makine ve ekipmanların periyodik kontrolleri düzenli olarak yapılmalı
- Çalışanların periyodik olarak genel sağlık kontrolleri yapılmalıdır. Gürültünün tüm önlemlere rağmen azaltılamadığı hallerde KKD kullanılmalıdır (Atılğan, vd., 2015; Kaya, 2019; İSGAP, 2018).

4.5.Sıcaklık

Mobilya imalatında kullanılan iş ekipmanları, ısıtma, aydınlatma ve havalandırma sistemleri ortam sıcaklığını arttırabilir. Ortam sıcaklığındaki bu artış; ısı bitkinliği, sıcak çarpması, ısı krampları, aşırı duyarlılık, konsantrasyon bozukluğu, yüksek tansiyon, kalpte ritim bozukluğu gibi rahatsızlıkların oluşumunu tetiklemektedir. Bu tür rahatsızlıkların önlenmesinde öncelikle ortam ölçümü yapılmalıdır. Sonuçlara bağlı olarak çalışanların iskelet ve kalp damar sistemi kontrolleri yapılmalıdır. Muayenelerde oksijen alım kapasitesi kontrol edilmelidir. Sık sık mola verilmeli ve bu aralarda serin dinlenme odaları oluşturulmalı ve bu odalarda tüketebilecek soğuk içeceklerin bulunması vucut sıcaklığı dengesine katkı sağlayabilir (İSGAP, 2018; URL-7, 2023).

4.6.Ergonomik

Küçük ve orta ölçekli mobilya işletmeleri, el işçiliğinin ve emeğin yoğun olarak kullanıldığı alanlardan biridir. Üretimde fiziksel güç kullanılması kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları ve riskleri de peşinden getirmektedir. Son zamanlarda bu sorunlar giderek yükselmekte, özellikle nakliye, depolama, imalathane ve montaj aşamalarında fiziksel zorlanma ve sakatlanmalar oluşmaktadır. Bu rahatsızlıklara sebep olan birçok risk faktörü vardır. Bunlar; biyomekanik, psikososyal ve bireysel olarak sınıflandırılmaktadır (Kalınkara, vd., 2017). Bu sebeple mobilya endüstrisinde insan-makine, insan-çevre ilişkileri değerlendirilirken dinamik ve statik hareketlerinin ayrıntılı ele alınması gerekir (Bullock, 1994). Zira ergonomi kriterleri, işi ve fiziksel çevreyi insana uydurmak için yapılan sistemli çalışmaların tümünü kapsamaktadır. Bu durum göz önünde bulundurulursa, kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının kontrolünde ve fiziksel çeşitlemenin önemi üzerinde durulmakta, iş istasyonlarının doğru tasarımı ve uygun duruş teknikleri benimsenmelidir (Ahasan, vd., 1996). İşle ilgili fiziksel risk faktörleri bir çok çeşitlerinin belli başlıcaları; kişisel özellikler, çalışma duruşu, tekrarlı hareketler ve çalışma yeri / iş istasyonu tasarımıdır (Cheung, vd., 2008).

Ergonomik risk faktörlerinin ortadan kaldırılması, fiziksel yükün ortadan kaldırılması yada makul sınırlar içerisinde çekilmesi, iş verimini artıran önlemlerden biri olarak görülmektedir. Posturel stresin miktarını belirlemek için vücut duruşunun eklemlere olan etkileri (Genaidy vd., 2002), duruş ve kazalar arasındaki ilişki, yorucu duruşların zararlı etkileri araştırılmıştır (Niskanen, 1985; Wickstrom, vd., 1985). Yapılan faaliyete göre çalışanda; beli, sırtı, boynu, kolu ve bacağı tutan ağrı, uyuşma, güçsüzlük, hareket ve fonksiyon kısıtlılığı gibi rahatsızlıklar oluşabilmektedir. Elle taşıma, itme-çekme işlerinde çalışanlar tüm vücut kaslarını kullanacak şekilde düzenlenen hareketler grubu sistemli olarak yapılmalıdır. İtme-çekme işlerinde ağırlık bele değil dizlere verilmelidir. İtme-çekme işlerinde çalışacaklar ergonomik risk faktörlerine karşı eğitilmelidir. Eğitimde; omurga özellikleri, sağlıklı duruş biçimleri, uygun itme-çekme teknikleri konuları olmalıdır (URL-7, 2023; Kalınkara, vd., 2017).

5.Sonuç ve Öneriler

Mobilya İmalatı gerçekleştiren işyerlerinde hem kullanılan makine ve ekipmanın fazla olması hem de çalışan sayısının fazla olması iş kazası ve meslek hastalığı sayılarında artışlara neden olmaktadır. Hastalığa neden olan unsurların sebep olduğu etkiyi en aza indirmek için çeşitli şirket ve işletmelerde risk analizleri yapılmalı, iş sağlığı ve güvenliği noktasında gerekli önlemler alınmalıdır. Mobilya sektörünün daha verimli olması için sektörün gelişimi desteklenmeli ve bu süreçte insan sağlığı ön planda olmalıdır. Bunların yanında elbette sektörün yüksek tehlike ve risk barındırması da bu sayıların

artışına neden olan etkenlerdendir. İşletmelerde öncelikle İSG yönetim sistemi kurulmalıdır. Bunun ardından işyerindeki riskler analiz edilerek alınması gereken önlemlere karar verilebilmesi için İGU, İH, işveren, çalışan temsilcisi, bilgi sahibi çalışan ve destek elemanından oluşan bir risk analizi ekibi kurulmalıdır. Ekibin işyerinde tehlike ve risk analizi yaparak, analiz sonuçlarını rapor haline getirmelidir. Sonrasında İSG profesyonelleri (İGU, İH), işveren ve acil durum ekibin elemanları ile beraber acil durum eylem planını hazırlanmalıdır. Hazırlanan bu acil durum eylem planı tatbikat yapılarak planın işlerliği tespit edilip gerekirse düzeltici önleyici faaliyetler (DÖF) gerçekleştirilir. Tüm çalışanlar İSG eğitimleri ve meslek içi eğitimler ile İSG bilinç düzeyi arttırılmaya çalışılmalıdır. Çalışanlara verilecek eğitimlerinde içeriklerinin yetişkin eğitime uygun olması sağlanmalı ve daha çok uygulamaya yönelik eğitim materyalleri kullanılmalıdır. Bu seviyede yapılacak İSG faaliyetleri sayesinde iş yerinde İSG profesyonelleri, işveren ve çalışanlar tek vücut olabilecek ve İSG kültürünün işyerinde tesis edilmesi kolaylaşacaktır. İSG kültürü yerleşen işletmelerdeki iş kazası ve meslek hastalıklarında da büyük oranda düşüş olabilecektir. İSG felsefesinin tüm işletmelere kazandırılmasında, insanın yaşama hakkının olduğu göz önünde bulundurulursa, proaktif (koruyucu) yaklaşım herkes tarafından benimsenecektir.

KAYNAKÇA

- Afyonlu, S. (2000). Ağaçşileri Takım ve Makine Bilgisi Kitabı. Devlet Kitapları, Ilıcak Matbaası, 7.baskı, Ankara.
- Ağca, B. (2013). Mekanik ve hidrolik preslerin çalışma prensibi ve iş sağlığı güvenliği yönünden incelenmesi. ÇSGB, İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Ahasan, M.R., Vayrynen, S., Kirvesoja, H. (1996). Physical workload analysis among small Industry activities using postural data. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 2(1):27-34.
- Anonim (2012). İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. Kanun No: 6331, Kabul Tarihi: 20.06.2012, Resmî Gazete Yayın Tarihi/Sayı: 30.06.2012/28339, Ankara
- Aşkın, A., Öztürk, Ö.F (2022). Mobilya sektörü çalışanlarında iş kazası ve meslek hastalıklarının incelenmesi üzerine bir araştırma, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(2): 351-364.
- Atılğan, A., Ersen, N., Peker, H., Kahraman, N. (2015). Türkiye mobilya sanayinde iş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesine ilişkin tavsiyeler. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 14(2), 664-683.
- Barcenas, C.H., Delclos, L.G., El-Zein, R., Tortolero-Luna, G., Whitehead, L.W., Spitz, M. (2005). Wood dust exposure and the association with lung cancer risk. *American Journal of Industrial Medicine*, 47(4): 349-357, DOI: 10.1002/ajim.20137.
- Bislimovska, D., Petrovska, S., Minov, J. (2015). Respiratory symptoms and lung function in never-smoking male workers exposed to hardwood dust. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 3(3): 500-505, DOI: 10.3889/oamjms.2015.086.
- Bozkurt, A.Y., Bozkurt, T. (1979). Ağaç işleyen endüstrilerde sağlık sorunları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1(1):60-67.
- Bozkurt, Y., Erdin, N. (1997). Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın no: 445, İstanbul.
- Bullock, M. (1994). Research to optimise human performance. *Australian Physiotherapy*, 40:5-17. DOI: 10.1016/S0004-9514(14)60619-X.
- Burdurlu, E. (1994). Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim ve Kullanım Teknolojisi. *Bizim Büro Basımevi*, Ankara.
- Burdurlu, E. (1997). Mobilya Üretim Süreçlerinde Uçucu Madde Emisyonu, İşçi Sağlığına Etkileri ve Azaltma Yolları. I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı, 189-200.
- Büyükekmekçi, N. (2002). Afyon Mermer Fabrikaları İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinin Değerlendirilmesi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 116 s. Kütahya.
- Cheung, J.P.Y., Fung, B., Ip, W.Y. & Chow, S.P. (2008). Occupational repetitive strain

- injuries in Hong Kong. *Hong Kong Med J*, 14(4):296-302.
- Crochet, T., (2004). *Designer's guide to furniture styles*, Pearson Education. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice Hall : s:4.
- Çınar, H. (2005a). An Overview of the Furniture Design Education and the Furniture Industry in Turkey. *Eğitim ve Bilim*, 30(137), 82- 88.
- Çınar, H. (2005b). Eco-design and furniture: Environmental impacts of wood-based panels, surface and edge finishes. *Forest Products Journal*, 55(11): 27-33.
- Çınar, H. (2018). Effects of Temperature and Thickness of Wood Based Boards on Formaldehyde Emission. *Wood Research*, 63(5): 895-908.
- Çınar, H., Öztürk, Y., & Yıldırım, K. (2018). Effects of Surface Veneering, Edge Banding, and Drilling Holes for Handles and Hinges of Wood Based Boards on Formaldehyde Emission. *Forest Products Journal*, 68 (3), 264-271
- Çınar, H., Yıldırım, K., Okurcan, E. (2020). Effects of wood and composite panel powders on human health in furniture producing enterprises. *Gu J Sci, Part C*, 8(4): 909-921.
- Diworth, M. (2000). *Wood dust survey, health and safety laboratory*, New York. 8 Crochet T., (2004). *Designer's Guide to Furniture Styles*, Pearson Education.
- Douwes, J., McLean, D., Slater, T., Pearce, N. (2001). Asthma and Other Respiratory Symptoms in New Zealand Pine Processing Sawmill Workers, *American Journal Of Industrial Medicine*, 39(6): 608- 615. DOI: 10.1002/ajim.1060.
- Ekiz, N. (2009). Türkiye'de Mobilya Sanayi İSG Koşulları Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Mobilya Sektöründe İSG konulu TAIEX Semineri*, Kayseri.
- Erginel, N, Toptancı, Ş. (2017). İş kazası verilerinin olasılık dağılımları ile modellenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5(Özel Sayı):201-212.
- Gedik, T., İlhan, A. (2014). Sakarya ili mobilya imalatçılarında iş sağlığı ve iş güvenliği üzerine bir inceleme, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 15: 123-129.
- Genaidy, A., Karwowski, W., Shoaf, C. (2002). The fundamentals of work system compatibility theory: An integrated approach to optimization of human performance at work. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3(4): 346-368, DOI:10.1080/14639220210124076.
- Goldsmith, D.F., and Shy, C.M. (1988). Respiratory health effects from occupational exposure to wood dusts. *Scand J Work Environ Health*, 14(1): 1-15, DOI: 10.5271/sjweh.1958.
- Gülhan, B. (2008). Bir ağır metal üretim fabrikasında çalışanların iş kazası geçirme sıklığı ve ilişkili etmenler. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gülsoy, K.Ü. (2015). Mobilya boyahanelerinde risklerin tespiti ve çalışanların kimyasal maruziyetinin değerlendirilmesi, *İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.

- Gümüş, M., Bacak, B. (2005). İş sağlığı ve ergonomi ilişkisi açısından iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin yeni düzenlemelerde kritik başarı faktörleri: Çalışanların Eğitimi ve Katılımı Üzerine Bir Değerlendirme, 10. Ergonomi Kongresi, 300-325, Bursa.
- Gürlevik, T. (2016). Mobilya sektöründe ağaç tozu maruziyetinin önlenmesinde endüstriyel havalandırma tasarımı. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Holmström, M., and Wilhelmsson, B.O. (1988). Respiratory symptoms and pathophysiological effects of occupational exposure to formaldehyde and wood dust. *Scand J Work Environ Health*,14(5):306-311. doi: 10.5271/sjweh.1915.
- Innos, K., Rahu, M., Rahu, K., Lang, I., Leon, D.A. (2000). Wood dust exposure and cancer incidence: a retrospective cohort study of furniture workers in Estonia. *American Journal of Industrial Medicine*, 37(5):501-511. doi: 10.1002/(sici)1097-0274(200005)37:5<501::aid-ajim6>3.0.co;2-t.
- İlhan, A, Koşar, G., Karapınar, A., Gedik, T. (2013). Sakarya ili mobilya imalatında iş kazası ve meslek hastalıklarının ortaya çıkış nedenlerinin analizi. *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (2): 202-210.
- İmren, E., Kurt, R., Karayılmazlar, S., Çabuk, Y. (2018). Orman ürünleri endüstrisinde iş kazaları üzerine bir inceleme. II. Uluslararası Bilimsel ve Meslekli Çalışmalar Kongresi (BILMES 2018), Nevşehir, 1217-1221.
- İSGAP (2018). Ağaç Ürünleri İmalatı Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi, Aile, Çalışma Ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü Başkanlığı (İS-GÜM), İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma Projesi (İSGAP) Ankara.
- İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, (2012). T.C. Resmî Gazete, 28339. 30 Haziran 2012.
- İşçi sağlığı ve iş güvenliği tüzüğü Madde 180 (1973). Bakanlar kurulu Kararnamesi: 7/7583- 4 Aralık 1973.
- İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği (2021). T.C. Resmî Gazete, 28509, 26 Aralık 2021.
- Kahraman, Z., Yürüten Özdemir, K. (2022). Tozlu çalışmalarda meslek hastalıkları ve tozla mücadele, *MCBÜ Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, Sayı:34 Cilt: II, DOI: 10.47118/somatbd.1119380.
- Kalaycıoğlu, H. (2015). Mobilya sektöründe iş-güvenliği riskleri ve önlemler. *Seçuk-Teknik Dergisi*, 14(2), 974-987.
- Kalınkara, V., Özkaya, K., Polat, O. (2017). Mobilya Sektörü Çalışanlarında Fiziksel Zorlanmanın Belirlenmesi, *Journal of Engineering Sciences and Design* 5(SI: Ergonomi2016), 01-12, 2017, DOI: 10.21923/jesd.82230.
- Karakurt, Ü., Satar, S., Bilen, A., Açıklın, A., Gülen, M. (2012). Acil tıp ve iş kazaları. *The Journal of Academic Emergency Medicine*, (11), 227-237.
- Kaya, S. (2019). CNC makinesinde MDF işlemede bazı faktörlerin gürültü emisyonuna etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağaç

İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 91s., Ankara.

- Kayahan, K. (2022). Kenar bantlama makinesi kullanıcılarının sık karşılaştığı arızaların tespiti ve çözüm önerileri. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 5(2):93-101. DOI: 10.33725/mamad.1186391
- Kayalica, Ç. (2020). *Mobilya Sanayisindeki Riskler ve Alınan Önlemler*. İstanbul Rumeli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, 123s, İstanbul.
- Koç, K.H., Koç, R. (2005). Bilgisayar Destekli Üretim ve Türkiye Mobilya Endüstrisinin Geleceği. *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, 67(1): 22-39.
- Kurtoğlu, A., Koç H., Aksu, B. (2000). Türkiye Ağaç Malzeme İşleme Makineleri Sanayinin Yapısal Görünümü. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi (A serisi)*. 50(2): 61-75.
- Leclerc, A., Martinez Cortes, M., Gérin, M., Luce, D., & Brugère, J. (1994). Sinonasal cancer and wood dust exposure: results from a case-control study. *American journal of epidemiology*, 140(4), 340–349. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a117256>.
- Liou, S. H., Yang, J. L., Cheng, S. Y., & Lai, F. M. (1996). Respiratory symptoms and pulmonary function among wood dust-exposed joss stick workers. *International archives of occupational and environmental health*, 68(3), 154–160. <https://doi.org/10.1007/BF00381624>.
- Niskanen, T. (1985). Accidents and minor accidents of the musculoskeletal system in heavy (concrete reinforcement work) and light (painting) construction work. *Journal of Occupational Accidents*, 7(1): 17-32. [https://doi.org/10.1016/0376-6349\(85\)90012-4](https://doi.org/10.1016/0376-6349(85)90012-4).
- Okwari, O. O., Antai, A. B., Owu, D. U., Peters, E. J., & Osim, E. E. (2005). Lung function status of workers exposed to wood dust in timber markets in Calabar, Nigeria. *African journal of medicine and medical sciences*, 34(2), 141–145.
- Osman, E., & Pala, K. (2009). Occupational exposure to wood dust and health effects on the respiratory system in a minor industrial estate in Bursa, Turkey. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 22(1), 43–50. <https://doi.org/10.2478/v10001-009-0008-5>
- Özalp, M., Atılgan, A., Esen, Z., Kaya, S. (2008). Kontrplaklarda Eğilme Direncine Tutkal Türünün Etkisi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 18(1): 99-104.
- Özer, K. (2009). *Mobilya Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği*. TAIEX Semineri, Kayseri.
- Pearson, D. (1989). *The Natural House Book*, First Published: Conran Octopus Limited, London.
- Resmî Gazete (2018). İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ, Sayı: 30318.
- Rosenberg, C., Liukkonen, T., Kallas-Tarpila, T., Ruonakangas, A., Ranta, R., Nurminen, M., Welling, I., & Jäppinen, P. (2002). Monoterpene and wood dust expo-

- sures: work-related symptoms among Finnish sawmill workers. *American journal of industrial medicine*, 41(1), 38–53. <https://doi.org/10.1002/ajim.10033>.
- Semerci, N.T. (2014). *Kızılçam İşleyen Kereste Fabrikalarında İş Sağlığı Problemleri*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 65s, Isparta.
- SGK Yıllık (2023). SGK Yıllık İstatistikleri, <https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fc-d5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4/> (19.09.2023).
- Shamssain M. H. (1992). Pulmonary function and symptoms in workers exposed to wood dust. *Thorax*, 47(2), 84–87. <https://doi.org/10.1136/thx.47.2.84>
- Shellman, J.M. (1999). *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety: Chemical, Industries and Occupations*. International Labour Office, Geneva.
- Sönmez, A., Arslan, A. R., Asal, Ö. & Akdere, B. (2009). Ankara'da Mobilya Sektöründe Faaliyet Gösteren Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde Fiziksel Çevre Koşullarından Ortam Faktörlerinin Değerlendirilmesi. *Politeknik Dergisi*, 12 (2): 127-135. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/politeknik/issue/33050/367837>
- URL-1: <https://aksakalmakine.com/sifir-makineler/cizicili-yatar-daireler/ac-yd> Erişim Tarihi: 20.09.2023
- URL-2: <https://urun.makinaturkiye.com/790-x-970-mm-sakullu-freze-makinası-p-155465> Erişim Tarihi: 21.09.2023
- URL-3: <https://www.gorgoda.com/serit-testere-makinesi.html/serit-testere-makinası> Erişim Tarihi: 21.09.2023
- URL-4: <https://shop11720.etjrdc.org/content?c=dikey+matkap+tezgah%C4%B1&id=18> Erişim Tarihi: 22.09.2023
- URL-5: <https://makinaturkiye.com/planya-makinası-hdm-108-p-172451> Erişim Tarihi: 24.09.2023
- URL-6: <https://www.mertmak.com/urun/formmatic-160-7/> Erişim Tarihi: 20.09.2023
- URL-7: <https://www.meslek Hastaligi.org/mobilya-sektorunde-meslek-hastaliklari/> Erişim Tarihi: 21.09.2023
- Üçüncü, K. (2015). 2014 yılı SGK İş Kazası İstatistiklerinin Analizi, <http://www.isteguvencilik.tc/2014%20SGK%20Analiz.pdf>
- Wickström, G., Niskanen, T., & Riihimäki, H. (1985). Strain on the back in concrete reinforcement work. *British journal of industrial medicine*, 42(4), 233–239. <https://doi.org/10.1136/oem.42.4.233>

Bölüm 6

LEPTOGRAPSUS YENGEÇLERİ ÜZERİNDEN MORFOMETRİK ÖZELLİKLERİN İNCELENMESİ

Övgü GENCER¹

GİRİŞ

Kaya yengeci olarak bilinen *Leptograpsus* (Fabricius, 1793) Güney Amerika'nın batı kesimlerinde, Pasifik adalarında ve Avustralya kıyılarında yaşadığı bilinmektedir (Balss, 1935; Campbell ve Mahon, 1974).

Dünya üzerinde yer alan diğer yengeçlere nazaran *leptograpsus* yengeçlerin tüketimi giderek yaygın bir hal almaktadır. Mahon (1973) ve Campbell ve Mahon'un (1974) çalışmalarında ele aldıkları bu yengeç türü mavi ve turuncu olmak üzere iki farklı türden oluşmaktadır. Literatürde 1974 yılındaki Campbell ve Mahon'un çalışmasına kadarki çalışmalarda bu renkteki yengeçler *Leptograpsus*'un morfları olarak bilinmektedir (Griffin, 1973).

Gelişmiş ülkelerde yengeçlerin yenilebilir et kaliteleri üzerinde çalışmalar yapılmakta ve önemli bir besin kaynağı olarak tüketilmeye başlandığı bilinmektedir. Yengeçlerin et kaliteleri fazla olmasının yanı sıra yengeç atıkları ve kabuklarının da kullanılması nedeniyle ön plana çıkmaktadır. Atık etlerin sahip olduğu mineral ve besin miktarı sayesinde başta kümes hayvanları ve balık olmak üzere birçok hayvanın beslenmesi için kullanılmaktadır. Yengeç kabukları ise tekstil, kozmetik gibi sanayilerde kullanılmaktadır (Paul ve Haefner, 1985).

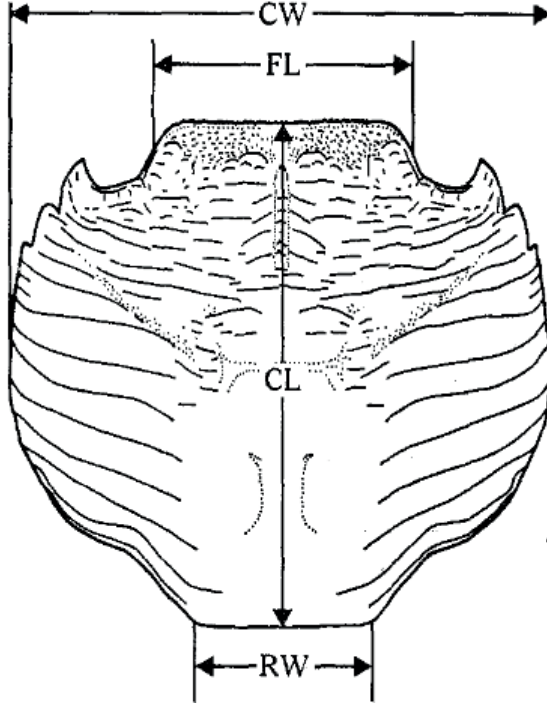
Literatürde Campbell ve Mahon'un çalışmasının ardından *Leptograpsus* yengeçleri üzerine fazla çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada asıl amaç *Leptograpsus* yengeçlerinin morfolojik özelliklerinin incelenmesi olarak belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Leptograpsus yengeçlerinin taksonomisi Milne-Edwards (1853) tarafından şu şekilde yapılmıştır;

Filum:	Arthropoda
Classis:	Crustacea
Subclassis:	Malacostraca
Ordo:	Decapoda
Supersection:	Pleocyemata
Section:	Brachyura
Familiya:	Grapsidae
Genus:	<i>Leptograpsus</i>
Species:	<i>L. variegatus</i>

Bu çalışmada *Leptograpsus L. variegatus* yengeçlerinden 100 turuncu, 100 mavi olmak üzere ve her cinsiyetten 50'şer adet olmak üzere toplamda 200 adet veri ele alınmıştır. Veri seti Mahon tarafından elde edilmiştir. Veri setinde yer alan veriler; kabuğun maksimum genişliği, kabuğun orta hat uzunluğu, kabuğun arka bölge genişliği, kabuğun ön genişliği, kabuğun maksimum genişliği ve vücut derinliğidir. Bu ölçümler 0,1 mmye kadar hassas ölçeklerle elde edilmiştir.



Şekil 1. *Leptograpsus* Kabuğunun Görünümü

Şekil 1.de yer alan FL : ön bölge genişliği, RW: arka bölge genişliği, CL: orta hat uzunluğu, CW ise maksimum genişliği ifade etmektedir.

Çalışma Fremantle bölgesinden toplanan 200 adet yengeçten elde edilen veriler üzerinden yürütülmüştür. Toplanan veriler üzerinden temel istatistiksel analizler hesaplanmıştır. Ardından renkler ve cinsiyetlere göre aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir.

Et kompozisyonunu belirlemek için veri seti üzerinden bir takım hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplama sonucu elde edilen değerler üzerinden yorumlar yapılacaktır.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada elde edilen veriler toplam 200 yengeç verisi içermektedir. Bu veri seti 50 adet turuncu erkek, 50 adet turuncu dişi, 50 adet mavi erkek ve 50 adet mavi dişiden oluşmaktadır.

Çizelge 1. Renklere Göre İstatistikler

		Ortalama	Std. Sapma	Varyans
<i>Frontal Lob</i>	Mavi	14.056	3.019	9.114
	Turuncu	17.11	3.275	10.726
<i>Arka Genişlik</i>	Mavi	11.928	2.279	5.194
	Turuncu	13.549	2.605	6.786
<i>Kabuk Uzunluğu</i>	Mavi	30.058	6.903	47.651
	Turuncu	34.153	6.764	45.752
<i>Kabuk Genişliği</i>	Mavi	34.717	7.866	61.874
	Turuncu	38.112	7.541	56.867
<i>Vücut Derinliği</i>	Mavi	12.583	3.068	9.413
	Turuncu	15.478	3.151	9.929

Çizelge 2. Cinsiyete Göre İstatistikler

		Ortalama	Std. Sapma	Varyans
<i>Frontal Lob</i>	Erkek	15.734	3.463	11.992
	Dişi	15.432	3.538	12.517
<i>Arka Genişlik</i>	Erkek	11.99	2.16	4.666
	Dişi	13.487	2.741	7.513
<i>Kabuk Uzunluğu</i>	Erkek	32.851	7.471	55.816
	Dişi	31.36	6.703	44.930
<i>Kabuk Genişliği</i>	Erkek	36.999	8.33	69.389
	Dişi	35.83	7.381	54.479
<i>Vücut Derinliği</i>	Erkek	14.337	3.494	12.208
	Dişi	13.724	3.343	11.176

Çizelge 1. ve Çizelge 2.deki sonuçlara göre veri setinde yer alan; kabuğun maksimum genişliği, kabuğun orta hat uzunluğu, kabuğun arka bölge genişliği, kabuğun ön genişliği, kabuğun maksimum genişliği ve vücut derinliği değerlerinin temel istatistik değerleri incelendiğinde; turuncu yengeçlerin (sırasıyla: 17.11; 13.549; 34.153; 38.112; 15.478) maviden daha büyük (sırasıyla: 14.056; 11.928; 30.058; 34.717; 12.583) ortalamalara sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Erkek ile dişiler kıyaslandığında ise dişilerin

daha büyük arka genişliğine sahip olduğu (13.487 – 11.99), diğer değişkenlerde ise erkeklerin daha büyük ortalamalara sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Değişkenlerin Temel İstatistikleri

	Min	Max	Ortalama	Std. Sapma
Frontal lob	7,20	23,10	15,583	3,495
Arka genişlik	6,50	20,20	12,738	2,573
Kabuk uzunluğu	14,70	47,60	32,105	7,119
Kabuk genişliği	17,10	54,60	36,414	7,872
Vücut derinliği	6,10	21,60	14,030	3,425

Çizelge 3. incelendiğinde frontal lob uzunluklarının 7,20 ile 23,10 arasında değiştiği, ortalamasının $15,583 \pm 3,495$ olduğu görülmektedir. Arka genişliklerin ise 6,50 ile 20,20 arasında değiştiği, ortalamasının $12,738 \pm 2,573$ olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Oransal Verilerin Temel İstatistikleri

	Min	Max	Ortalama	Std. Sapma
Orta hat uzunluğu / maksimum genişlik	,83	,93	,8808	,01994
Arka bölge genişliği / ön bölge genişliği	,68	,98	,8251	,07464

Çizelge 4.te hesaplanan kabuk ve vücut boyutları incelendiğinde değerlerin 1'e yaklaştığında et bakımından en dolgun olduğu döneme denk geldiği bilinmektedir. Vücut ölçütlerinin oranının 0,8808 olarak hesaplandığı, kabuk ölçütlerinin oranının ise 0,8251 olarak hesaplandığı görülmektedir.

Çizelge 5. Cinsiyete Göre Oransal İstatistiklerin Karşılaştırılması

	Cinsiyet	Ortalama	Std. Sapma
Orta hat uzunluğu / maksimum genişlik	Erkek	,8876	,02060
	Dişi	,8740	,01676
Arka bölge genişliği / ön bölge genişliği	Erkek	,7700	,05061
	Dişi	,8802	,05005

Çizelge 5.te yer alan cinsiyet ile yengeçlerin ortalamaları karşılaştırıldığında gruplar arası istatistiksel olarak bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır (p değerleri $< 0,05$). Erkekler ile dişiler karşılaştırıldığında erkeklerin orta hat uzunluğunun maksimum genişliklerine oranının daha yüksek olduğu görülmektedir. Aynı zamanda kadınların arka bölge genişliğinin ön bölge genişliğine oranının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 6. Renklere Göre Oransal İstatistiklerin Karşılaştırılması

	Renk	Ortalama	Std. Sapma	
Orta hat uzunluğu / maksimum genişlik	Mavi	,8652	,01086	p değeri: 0,000
	Turuncu	,8963	,01386	t istatistiği: -17,669
Arka bölge genişliği / ön bölge genişliği	Mavi	,8558	,07248	p değeri: 0,000
	Turuncu	,7944	,06361	t istatistiği: 6,360

Çizelge 6.da yer alan renk ile yengeçlerin ortalamaları karşılaştırıldığında gruplar arası istatistiksel olarak bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır (p değerleri < 0,05). Turuncu ile mavi yengeçler karşılaştırıldığında turuncu yengeçlerin orta hat uzunluğunun maksimum genişliklerine oranının daha yüksek olduğu görülmektedir. Aynı zamanda mavi yengeçlerin arka bölge genişliğinin ön bölge genişliğine oranının turuncu yengeçlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Sonuç

200 adet *Leptograpsus L. variegatus* yengeçleri üzerinden yapılan çalışmada 50 adet mavi dişi, 50 adet mavi erkek, 50 adet turuncu dişi ve 50 adet turuncu erkek yengeç bulunmaktadır.

Campbell ve Mahon çalışmasında veri seti üzerinden kanonik analizler yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre renklere göre boyutların farkının olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada ise renklere göre gruplar arasında istatistiksel anlam olduğu şeklinde sonuçlanmıştır. Cinsiyete göre incelendiğinde Campbell ve Mahon'un çalışmasına benzer şekilde sonuçlara ulaşılmıştır. Yine aynı çalışmada ulaşılan kabuk genişliği ile ön genişliğin bir arada alındığı analizlerde farklı sonuçlara ulaşılmıştır.

Campbell ve Mahon'un çalışmasından elde edilen sonuçlar iki farklı tür olduğunu ifade etmektedir. Bu çalışmada bu iki tür arasındaki farklar araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre turuncu ve mavi yengeçler arasındaki farklarda araştırıldığında turuncu yengeçlerin orta hat uzunluğunun maksimum genişliklerine oranının daha yüksek olduğu görülmektedir. Aynı zamanda mavi yengeçlerin arka bölge genişliğinin ön bölge genişliğine oranının turuncu yengeçlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Yengeç etinin yüksek derecede protein içermesi ve yağ oranının düşük olmasından dolayı kaliteli bir et olduğu bilinmektedir. Bu nedenden dolayı yüksek proteinli besin kaynakları arasında sayılabilecek olan yengeçler ön plana çıkmaktadır.

Etik Standartlara Uyum

a) Çıkar çatışması

Yazar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

b) Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Çalışma daha önce başka bir araştırmacı tarafından toplanan veriler üzerinden yürütülmüştür.

c) İnsan Hakları Beyanı

Bu çalışma insan katılımcıları kapsamamaktadır.

KAYNAKÇA

- Campbell N.A. ve Mahon R.J. (1974). "A multivariate study of variation in two species of rock crab of the genus *Leptograpsus*." *Australian Journal of Zoology* 22, 417-425.
- Balss, H. (1935). *Brachyura of the Hamburg Museum expedition to south-western Australia, 1905*. J. Proc. R. Soc. West. Aust. 21, 113-51.
- Mahon, R. J. (1974). *A study of rock crabs of the genus Leptograpsus*. Ph.D. Thesis, University of Western Australia.
- Paul, A. ve Haefner, JR. (1985). *Biology and Exploitation of Crabs the Biology of Crustacea*. Vol.10, 111-163.
- Griffin, D. J. G. (1973). *A revision of the two southern temperate shore crabs *Leptograpsus variegatus* (Fabricius) and *Plagusia chabrus* (Linnaeus) (Crustacea, Decapoda, Grapsidae)*. J. R. Soc. N.Z. 3, 415-40.

Bölüm 7

FİTOREMEDİASYON VE FİTOREMEDİATÖR TARLA BİTKİLERİ

Photomediation and Fitormediator Field Crops

Nüket ALTINDAL¹

Demet ALTINDAL²

¹ Uşak Üniversitesi, Sivahlı Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı, Uşak, Türkiye, ORCID: 0000-0002-9567-1653

² Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fethiye Ali Sıtkı Mefharet Koçman Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Organik Tarım Programı, Muğla, Türkiye, ORCID: 0000-0002-2198-72092

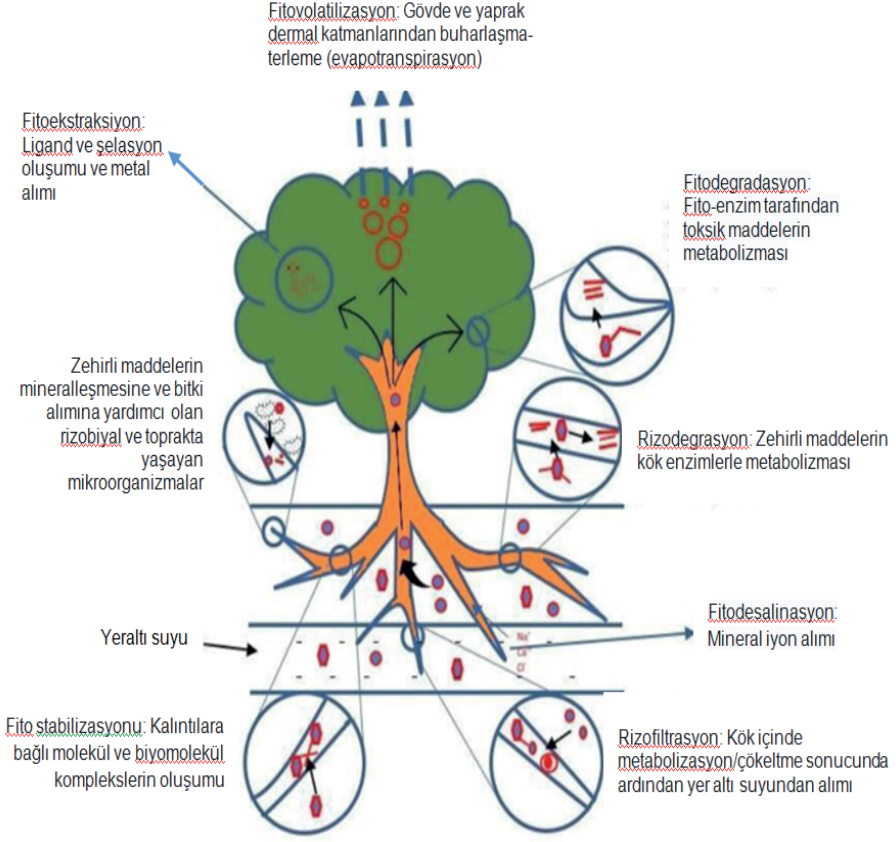
1. Giriş

Günümüzde, endüstriyel faaliyetlerin artışı, ormansızlaşma, iklim değişikliği, tarımda aşırı kimyasal (pestisit ve gübre) kullanımı, sanayi, madencilik, askeri faaliyetler, petrol veya dizel sızıntıları, teknolojik atıkları içeren atıklar uygun olmayan şekilde atılması, insan yapımı kimyasallar ve doğal olmayan değişimler toprak kirliliği veya arazi kirliliği neden olmaktadır. Toprağı kirleten maddeler başlıca kurşun, çinko, kadmiyum, selenyum, krom, kobalt, bakır, nikel ve civa gibi metaller, uranyum, sezyum veya stronsiyum radyoaktif bileşikler ve diğer inorganik bileşikler arsenik, sodyum, nitrat, amonyak veya fosfattır. Dünya nüfusuna paralel olarak gıda ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Dolayısıyla tarım sisteminde doğrudan girdilerden pestisit, gübre kullanımı ve dolaylı girdilerden sel, afet, deprem, jeolojik ve pedolojik (topraktaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylar) süreçler nedeniyle toprak kirlenmektedir. Tarım topraklarını kirleten başlıca unsurlar i) pestisitler; ii) mineral gübreler; iii) organik gübreler (gübre ve kanalizasyon atıkları); iv) sulama için atık su; v) Tarımda, malçlama ve serada kullanılan damla sulama boruları ve plastik malzemeler; vi) kentsel atıklar. Tarımda bitki hastalık ve zararlılarla mücadelede kullanılan pestisitler toprağa boru, çöplük, sağlam olmayan pestisit kapları ve biriktiği yerden sızıntılarla iz elementler, radyonüklidler (Radon, radyum (Ra), toryum (Th) ve uranyumun (U)), asbest (lifli silikat minerallerinden oluşur) yeraltı sularına karışarak su ve toprağın kirlenmesine neden olur. Ayrıca orman yangınları sonucu oluşan iz elementleri ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar çevreyi kirletir. Toprağa ve çevreye hızlı yayılan pestisitlerin yanı sıra toprak kirliliğine neden olan önemli etkenlerin başında ağır metaller gelmektedir. Ağır metaller arsenik (As), kadmiyum (Cd), krom (Cr), civa (Hg), kurşun (Pb), bakır (Cu), çinko (Zn), nikel (Ni) toprakta yaygın halde ve uzun süre kalarak hava ve su kirliliğinden farklı sonuçlar ortaya çıkarır. Toprakta biriken ağır metal bitki verim ve kalitesi yanında toprak içerisinde bulunan mikrobiyal organizmalarını olumsuz etkiler. Ayrıca metaller bitki kökleri tarafından kolayca alınabilir ve sebzelerin tüketimi yoluyla vücutta birikmesi zamanla olumsuz sağlık etkilerine neden olabilmektedir (Tauqeer ve ark.,2022). Toprak, su ve hava gibi çevre kirleticilerin ekolojiye olan tehlikesini belirleme ve çözüm yolları için bitki ıslahı, immobilizasyon, su yönetimi stratejileri ve mikrobiyal aşılama uygulamaları gibi farklı teknolojiler ortaya çıkmıştır. Bu teknolojilerin maliyeti fazla olması yeni alternatif/tamamlayıcı olarak fitoremediasyon gibi alternatif/tamamlayıcı teknolojilerin geliştirilmesine çevrilmiştir. İlk kez 1991 yılında Ilya Raskin tarafından “Fitoremediasyon” terimi kullanılmış ve toprak kirliliğine karşı iyileştirme yöntemleri ile ilgili çalışmalara yoğunlaşmıştır (Kumari ve ark.,2022). Fitoremediasyon sisteminde toprak kirleticilerin uzaklaştırılması, toksinleri daha az zararlı maddelere dönüştürmesinde ve yeraltı suların kirliliğini gidermek amacıyla arıtıcı olarak fitoremediatör bitkilerden yararlanılır.

Bitkiler, toprakta bulunan iyonik bileşiklerin düşük miktarda bile kökleriyle absorbe edebilir (Yan ve ark.,2020). Washington DC’de I. Dünya savaşından silahlardan çıkan arseniğin toprağı kirlettiğı ve eğrelti otunun büyüme mevsimi boyunca doğal olarak arseniğı absorbe ederek toprağı iyileştirdiğı, bu nedenle ekilmesi ve toprak ıslahında maliyette tasarruf sağladığı bildirilmiştir (Beans 2017).

2.Fitoremediasyon Mekanizması

Dünya’da toprağın ve suyun ağır metallerle kirlenmesi insan sağlığı ve bitki gelişimini olumsuz etkilemektedir. Ağır metal ve diğer toksik maddeler ile kirlenmiş toprak ve suyun arıtılması, temizlenmesi için kullanılan fitoremediasyon yeşil ve çevre dostu teknolojidir. Şekil 1’de göre fitoremediasyon, toprakta bulunan zehirli maddeleri parçalamak, uzaklaştırmak veya hareketsiz hale dönüştürmek için bozunma (rhizo-degradasyon, fitodegradasyon), birikim (fitoekstraksiyon, rizofiltrasyon), dağılma (fitovolatilizasyon) ve immobilizasyon (hidrolik kontrol ve fitostabilizasyon) dahil olmak bitki türü ve çevre koşullarına bağlı olarak farklı mekanizmalar içermektedir (Kafle ve ark.,2022). Bitkilerin doğal yeteneklerin kullanıldığı ıslah tekniğı olan fitoremediasyon mekanizmalarından Fito ekstraksiyon, metal veya organik bileşikler *bitkilerin* güneş enerjisini fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması (Bitkisel biyokütle) ve topraktan uzaklaştırılmasıdır. Fitoekstraksiyon yönteminde bitki hasat edilerek ağır metallerin uzaklaştırılırken, fitostabilizasyon, bitki köklerinde bulunan ağır-metallerin hareketliliğini ve biyo-yararlanımını azaltmaya yönelik tekniktir. Fitodegradasyon (fitotransformasyon) tekniğinde, arıtıcı bitkiler organik kirleticileri emer, depolar ve parçalamaktadır. Rizofiltrasyon metodu, toksik maddelerin su vasıtasıyla bitki kökleri tarafından uzaklaştırılmasıdır.



Şekil 1. Fitoremediasyon Mekanizması (Kafle ve ark.,2022).

Rizofiltrasyon su arıtımı, fitoekstraksiyon toprak ıslahı için kullanılan fitoremediasyon işlemidir. Fitoremediasyon teknolojisi toprak özellikleri, ağır metal miktarı ve özellikleri, bitki türü ve iklim koşullarına bağlıdır.

2.1.Fitoekstraksiyon (Fitoakümülyasyon, Bitkisel özümlleme)

Bitkiler, ihtiyaçlarına uygun besinleri topraktan alıp vejetatif kısımlarında depolayan doğal bir mekanizmaya sahiptir. Topraktaki toksik maddelerin özellikle ağır metallerin bitki kökleriyle emilmesi ardından emilen zehirli maddelerin hücre zarı ve duvarı, doku, gövde, yaprak ve sürgünlerde birikir. Ağır metallerin kök ve gövdelerinde biriktiren bitkiler hiperakümülatör bitki olarak bilinir. Hiperakümülatör bitki metal katyonları emerek kök hücrelere giren ağır metal iyonları organik asitler gibi çeşitli suda çözünür kompleksler oluşturan kimyasallarla yeni metal-fitoşelatin kompleksi (M-PC) veya metal-ligand bileşikler meydana getirir. Bu bileşikler hücrede oluşan artık maddelerin ve fazla sıvıların depolandığı keseciklere (vakuol) taşınır (Kafle

ve ark.,2022). Fitoakümülyasyon teknolojisinde kullanılan hiperakümülatör bitkiler hasat işleminden sonra bünyesinde barındırdığı toksit maddeler ile birlikte güvenli şekilde fırınlarda yakma, kurutma, parçalama, külleme ve kompost gibi uygun metotlarla çevreden uzaklaştırılır.

2.2. Fitodegradasyon (Bitkisel bozunum)

Fitotransformasyon olarak da adlandırılan fitodegradasyon, bitkiler absorbe ettikleri organik ve hidrokarbon bileşikleri güneş ışığı kullanarak kimyasal reaksiyonla metabolize veya mineralize eder ve bünyesindeki bazı enzim yardımıyla atık, klorlu solvent veya herbisit gibi toksik maddeleri parçalar (Newman ve Reynolds 2004) bununla beraber absorbe edilip depolanan toksik organik kirleticilerin, bitki tarafından üretilen enzimlerin köklerden salınmasıyla veya metabolik faaliyetler yoluyla doğrudan organik kirleticilerin bozunmasında arıtıcı olarak bitkilerin kullanıldığı yöntemdir (Donde ve ark.,2023).

2.3. Fitostabilizasyon (Köklerle sabitleme)

Rizosferde bulunan ağır metallerin mobilizasyonu azaltmak, erozyonu önlemek ve kirletici çözünürlüğü azaltma, yer altı sulara sızmasını engelleme, kirleticilerin bitkide kökler tarafından emilmesi, köklerinde birikmesi, kök bölgesinde çökmesi ve ağır metallerin besin zincirine girmesini önlemek için fitostabilizasyon yöntemi uygulanır. Köklerle sabitlemede yoğun şekilde kirletici madde, atık içeren toprak ve verimsiz toprakta dayanıklı bitkiler yetiştirilerek metallerin hareketsizleştirmeye yönelik tarım sistemi uygulanabilir. Bitkiler, ağır metalleri erozyon veya toprakta su hareketi kontrol ederek ya da köklerinde tutarak etkisiz ve zararsız hale getirir, toksinlerin hareketini kontrol eder ancak topraktan uzaklaştırılmaz. Fitostabilizasyon ile Bakır (Cu) Krom (Cr) ve kurşun (Pb) seviyesi ve metal sızıntısını azalttığı ve düşük miktarda radyonüklidleri stabilize etmede etkilidir (Singh ve ark.,2022).

2.4. Fitovolatilizasyon (Bitkisel buharlaşma)

Fitovolatilizasyon, kirleticilerin bitki kökleri tarafından alınmasını ve bunun gaz haline dönüştürülmesini ve atmosfere salınması bununla birlikte ağır metal (metaloit) toksiklerin bitki hasadıyla uzaklaştırılmasına gerek kalmadan evapotranspirasyon yoluyla topraktan uzaklaştırılmasıdır. Fitovolatilizasyonda evapotranspirasyon oranı yüksek bitkiler tercih edilir. Bitkiler suyu ve civa ve selenyum, Arsenil (Sakakibara ve ark.,2010) gibi organik kirleticileri metalleri çeker ve yapraklardan terleme yoluyla atmosfere salar. Bitki tarafından alınan su, doku elemanları olan ksilem (odun boruları) de taşınırken değişikliğe uğrar, toksik maddelerin bir kısmı yapraklara taşınır ve buharlaşarak ortamdaki uzaklaşır (Kvesitadze ve ark.,2015). Yine bitki çeşitli uçucu organik bileşikler kök, gövde ve yapraktan atmosfere dolaylı ve doğrudan buharlaşabilir (Limmer ve Burken 2016).

2.5. Rizodegradasyon (Köklerle bozunum)

Fitostimülasyon veya geliştirilmiş rizosferik biyolojik bozunma olarak adlandırılan rizodegradasyon bitkiler toprak mikroorganizmalarının biyodegradasyonu yoluyla toksik organik bileşiklerin rizosfer içinde daha az toksik maddelere dönüştürülmesidir. Toprak mikroorganizmalar tarafından köklerden salgılanan organik moleküller kirlenmiş topraklar ıslah edilebilir bu amaçla zararlı maddeyi parçalayabilecek suşlar ile bakteriyel aşılama yapılır. Ayrıca, *bitkilerin* rhizosfer kısmında mikrobiyal etkinliği (biyolojik ayrışma) artırmak amacıyla *kök bakterileri popülasyonu* biyostimülasyon adı verilen işlem kullanılarak çoğaltılır. Böylelikle bitki kök bölgesinde oksijen artar ve karbonhidrat (şeker, alkoller, ve organik asitler) metabolitler rizosfere salınır, edafik mikroorganizmalar topraktaki kirleticilerin biyolojik ayrışmasını artırır. Ek olarak bitkinin köküne yerleşip *kökün* içerisinde hiflerini salarak bitki ile simbiyotik bir yaşam süren *mikoriza mantarları* toksik organik maddelerin kimyasal değişikliğe (metabolizma) uğramasında ve toprak bünyesini geliştirmesinde etkilidir (Fernández-Luqueño ve ark.,2017).

2.6. Rizofiltrasyon (Köklerle süzme)

Rizofiltrasyon, organik ve inorganik kirleticileri uzaklaştırmak için kirlenmiş yeraltı suyundan kirleticiler bitki kökleri tarafından emilip filtreleyen fitoremediasyon yöntemidir. Bitki kökleri hava miktarı yüksek sularda, atık toksik sulardan ağır metalleri çözmemiş dibe çöken yeni bir bileşiğe dönüştürür ve yoğunlaştırır. Topraksız su içinde mineral besin kullanarak yetiştirilen ayçiçeği kurşun, bakır, uranyum, stronsiyum, sezyum, kobalt ve çinkoyu konsantre eder (Kristanti ve ark.,2021). Rizofiltre görevi gören fitoremediasyon bitki, toksik maddeleri kökler vasıtasıyla alır ve depolar. Absorbe edilen kirleticiler sürgünlere taşınmadan çökeltilir ve konsantre edilir. Köklerde süzme ilgili araştırmalar topraksız su içerisinde yapılan yetiştiricilikte (hidroponik) bitki seçimin önemini bildirmiştir (Tonelli ve ark.,2022).

2.7. Hidrolik kontrol

Hidrolik kontrol metal, pestisit, ham petrol, poliaromatik hidrokarbon ve artırla kirlenmiş yeraltı suyun arıtılması ve bitkiler *kullanılarak kirleticilerin birikmesini ve taşınmasını önleyen ve kontrol eden bir yöntemdir* (Banarjee 2018). Bitkiler yeraltı suyu hareketleri azaltarak temiz alanlara kirleticilerin sızmasını engeller. Derin köklü olan kavak ağacı topraktan günde 350 galon su çekerek doğal pompa görevi görür. (Sharma ve ark.,2018; Yadav ve ark., 2018; Bisht ve ark.,2020). Hidrolik kontrolde fazla suyu çekebilen ağaç ve bitkiler tercih edilir. Bitki terlemesi ile toksik maddelerin çevreye sızması engellenir, bitkilerin su tüketimi, zehirli maddelerin yeraltı sularına ve içme suyuna karışmasını azaltır. Ayrıca bitkiler, erozyonu kontrol eder, kirleticilerin toprağa karışması ve kirli suların sızmasının azaltır. Yeraltı suyunun hareketlerini kontrol etmek ve fazla miktarda suyu çekmek amacıyla hidrolik

kontrol sistemi, bitki örtüsü ve kıyı koridorları oluşturulmaktadır. Vejetatif örtü, çöp yığını içinde veya üzerinde uzun süre kendiliğinden gelişen, toprağı yağmur damlalarının kinetik enerjisinin zararlarından koruyan, su akışını yavaşlattığı ve toprak yüzeyini gözenekli tuttuğu, erozyonu önlediği ve kendi kendine yaşamını idame ettiren bitki örtüsüdür. Vejetatif örtü tüm fiziksel ve biyotik faktörlerle etkileşim halinde çevre koşullarına adapte olur ve buldukları topraklarda canlı organizmaların yaşamına önemli katkılar sağlar. Dolayısıyla bitki örtüsü, su kaybını azaltma, su tutma kapasitesi artırma ve toprağı ıslah edici olarak kullanılmaktadır. Ayrıca toksik maddeleri yıkama yoluyla zararsız hale getirir ve yağmur veya sulama sularının toprak profili içerisinde yer çekiminin etkisi ile toprak yüzeyden aşağıya doğru hareketini azaltır ve toprak alt tabakasında biriken kirleticilerin bozulması ayrıca nehir, akarsu ve kıyı kenarlarında bariyer görevi görerek etrafa dağılımı engeller. Vejetatif örtü kendini sürekli yenileyen, bakım işlemi az ve erozyonu önlemesi nedeniyle katı atık depolama alanlarında bitki örtüsü sistemlerin kurulması alternatif bir yaklaşımdır (Nagendran ve ark.,2006 ; Koda ve ark.,2022).

3. Fitoremediasyon Sisteminde Kullanılan Bazı Fitoremediatör Tarla Bitkileri

Fitoremediasyon işleminde fitoremediatör olarak kullanılacak bazı bitki türleri toprak ve su kirleticileri arıtma ve uzaklaştırmaya uygun ve iklim şartlarına adapte olması tercih edilir. Toksik bileşikler ile kirlenmiş toprakta bitkiler, bazı ağır metallere karşı dayanıklı, gelişimi iyi, ağır metal biriktirip depolama ve biyokütle üretimi fazladır. Arazide yetiştirilen, otsu veya çalimsı, kök, gövde, yaprak, çiçek ve meyve bakımından birbirinden farklı tek yıllık veya odunsu çok yıllık olup tahıllar, yemeklik baklagiller, endüstri bitkileri ve yem bitkileri olarak dört ana grupta toplanan tarla bitkilerinden özellikle arpa, buğday (*Triticum spp.*), sorgum (*Sorghum spp.*), pamuk (*Gossypium spp.*) ve şeker pancarı, tuzlu-sodik alanlarında yaygın fitoremediatör olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte yonca, çavdar sorgum, ayçiçeği, fasulye, mısır, çeltik, pamuk, kenevir, tıbbi aromatik bitkiler ve şekerpancarı kirlenmiş toprakların fitoremediasyonu için fitoremediatör olarak yaygın kullanılmaktadır.

3.1. Fitoremediatör Kenevir (*Cannabis sativa*)

Kenevirin (*Cannabis sativa* L.) organik kirleticilerin (örneğin, benzo(*a*)) piren, naftalin ve chrysene ve sulu çözeltilerden veya ağır metal (örn. Selenyum ve Kobalt) ile kirlenmiş toprakların arıtılmasında kullanılabilirliği üzerine kaleme aldığı derlemede organik bileşikle kirlenmiş toprakların temizlenmesi için kenevirin kullanımı hakkında çok az sayıda çalışma olduğu kenevir kullanımının sürdürülebilir, çevreye zarar vermeyen ve düşük maliyetli olarak uygulanabilirliğini belirtmiştir. Selenyum (Se) eksikliği ve toksisitesinde kenevirin (*Cannabis sativa*L.) fitoremediasyon potansiyeli

araştırıldığı çalışmada ABD’de tarım arazilerinde kenevir tohumda 15–25 µg Se/g ve çiçeklerde ve yapraklarda 5–10 µg Se/g kuru ağırlık tespit edilmiştir. Ayrıca selenat uygulanan kenevir X-ışını floresansı ve X-ışını absorbe ettiği, selenyumun yaprak ve tohumda biriktiğini, selenyum fitoremediasyonu için uygun olduğu belirtilmiştir (Stonehouse ve ark.,2020). Derin köke sahip kenevir (*Cannabis sativa*) metal birikimine karşı toleranslı, hektar başına 15 ton CO₂ absorbe eden ve hızlı büyüyen bitki olması sebebiyle fitoremediasyon işleminde fitoremediatör olarak kullanılması uygundur. Ayrıca nükleer radyasyon ile kontamine olmuş topraklarda arıtıcı olarak kullanılmaktadır. Wu ve ark.,(2021), endüstriyel olarak yetiştirilen kenevir, ağır metal ile kirlenmiş toprakta fitoremediasyonda kullanılabilirliği ile ilgili çok sayıda çalışmada farklı büyüme koşullarında fenotip bakımından kenevirin metal emilimi incelenmiş ve ABD’de yeni kenevir çeşitleri geliştirmek ve germplazmı oluşturma çalışmaları başlamıştır (Placido ve Lee 2022).

3.2. Fitoremediatör Ayçiçeği (*Helianthus annus L.*)

Yüksek biyokütle üretilmesiyle tarla bitkileri içerisinde yer alan fitoremediatör ayçiçeği ağır metallere karşı toleransı yüksek ve toksik maddeleri uzaklaştırmada çevre dostu olduğu bu nedenle fitoremediasyon çalışmalarında kullanılabilirliği belirtilmiştir (Rizwan ve ark., 2016; Nguyen ve ark.,2021). Bitkilerin çoğu radyasyon türlerinden en az birini absorbe edebilir. Tüm radyoaktif maddeleri atmosfer ve topraktan uzaklaştırabilen ayçiçeği ender bitkilerden biridir. Fitoremediatör ayçiçeği kurşun, arsenik ve uranyum dahil olmak üzere toksinlerin topraktan uzaklaştırılmasında kullanılabilir. Çernobil nükleer felaketinden (1986) sonra ayçiçeği, toprak- suda biriken sezyum ve stronsiyumu (radyoaktif elementler) uzaklaştırmada başarıyla kullanılan yöntem son nükleer erimedenden sonra Japonya’nın Fukushima kentinde kullanılmıştır. Son araştırmalara göre çevre için fitoremediatör olarak kullanıma uygundur (Aman ve ark.2022). Ayçiçeğinin kurşun metalinin fitoremediasyonunda incelediği çalışmada 1450 mg kg-1 ile en fazla (Pb) kurşun biriktirdiği ve ağır metalle karşı tolerans indeksi toprak, metal, doz ve maruz kalma süresine göre değiştiği belirtmiştir (Yoga 2022). Fitoremediatör ayçiçeği hızlı büyümesi ve kullanımı uygun maliyetli olması, kurşun dahil çoğu ağır metallere uzaklaştırılmasına uygun olduğu çalışmalarda rapor edilmiştir. Bir hafta çimlendirmeye bırakılan ayçiçeği arsenik (1 ppm, 2 ppm veya 5 ppm arsenik) içeren besi solusyonunda gelişime bırakılan bitkiler iki hafta sonra kök, gövde ve yaprakları incelendiği çalışmada arsenik emilimi ve depolama, biyokütlerde birikimi belirlenmiştir. Araştırmada ayçiçeğin arsenik konsantrasyonu arttıkça daha fazla arsenik biriktirdiği, maruz kalma süresi ve yüksek toksiteye göre köklerin zarar gördüğü bildirilmiştir (Hurtado 2022).

3.3. Fitoremediatör Lavanta (*Lavandula officinalis L.*)

Lavanta, toksik toprakta yetişebilen ve ağır metallerle karşı toleranslı, kurşun, kadmiyum ve çinko metallerine karşı hiperakümülatör olarak başarıyla kullanılan arıtıcı bitkidir. Lavanta bitkisinin (*Lavandula officinalis L.*) farklı kadmiyum konsantrasyonlarında fitoremediasyon faktörleri olarak absorpsiyon faktörü (AF) ve translokasyon faktörü (TF) üzerindeki biyokömür etkisini araştırıldığı çalışmada biyolojik kömür (biochar) ve kadmiyum uygulanmıştır. Araştırmada bitki kuru ağırlığını etkilediği, organik toprak düzenleyicisi olan biochar ilavesi, lavanta bitkisinin kadmiyum alımını azalttığı ve kadmiyumun kökte birikmesini sağlayarak sürgünde translokasyonunu engellediği, toprakta artan kadmiyuma paralel olarak kadmiyum emilimi arttığı ve translokasyonu önemli bir azalma olduğu, kadmiyumla kirlenmiş toprakları ıslah etmek için lavanta bitkisinin biochar uygulaması ile fitoremediatör olarak yetiştirebileceğini belirtmiştir (Hashemi ve ark.,2017). Arbusküler mikoriza (AMF) ile aşılansız lavantanın (*Lavandula angustifolia L.*) kurşun ve nikel ile kirlenmiş topraklarda fitoremediatör görevi gördüğü ve bitki gelişimini artırdığı, ağır metal birikimin yoğun olarak vejetatif kısımlarında meydana geldiği belirtilmiştir (Pirsarandib ve ark.,2022). Tıbbi aromatik bitkiler fizyolojik mekanizması sayesinde toprak ve suda birikmiş tuz, metal, organik bileşik ve radyonüklid maddelerin hareketlerini azaltma, organik ve inorganik kirleticilerin uzaklaştırılmasına katkı sağlamaktadır (Greff ve ark.,2023; Shmaefsky & Husen 2023).

3.4. Fitoremediatör Çeltik (*Oryza sativa L.*)

Çeltik yetiştiriciliği yapılan toprakta kadmiyum (Cd) miktarını azaltmada fitoremediasyon işleminin uygun olduğu belirtilen araştırmada Japonya'da Cd ile kirlenen topraklarda fitoremediatör olarak "Akita 110" çeltik çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada "Akita 110" çeltik çeşidinin sürgün kuru ağırlığı fazla, topraklarda Cd oranı %15.5 azalttığı ve Cd fitoremediasyonunda fitoremediatör olarak kullanılabilirliğini rapor edilmiştir (Takahashi ve ark., 2016). Simbiyotik ilişkiler oluşturan kök bakterileri (*Rizobakteri*) ile aşılansız bitkilerin ağır metallerle kirlenmiş toprağın fitoremediasyonunda olumlu etkileri bulunmaktadır. Cd/Zn (kadmiyum/çinko) toleranslı rizobakteri (*Bacillus* sp.) ile aşılansız çeltik Cd-Zn ile kirlenmiş toprakta rizobakterinin fitoremediasyon işlemi ve çeltikte biyokütlesini önemli ölçüde artırdığı belirtilmiştir (Liu ve ark.,2022). Çeltik tarlalarında toprağın su tutma kapasitesi ve fazla arsenik bulunması yetiştiricilikte ciddi sorundur. Çeltik bitkisi gelişimi sürecinde diğer bitkilere göre fazla miktarda arseniği absorbe etmektedir. Arsenik metalin birikimi su ve toprak fitoremediasyonun sürdürülebilir ve düşük maliyeti olması önemlidir. Çeltik yetiştiriciliğinde NP (nanopartikül) uygulanması arseniğin (As) fitoremediasyonu artırmakta ve bitkide As birikimini azaltmaktadır (Srivastava ve ark.,2021).

3.5. Fitoremediatör Buğday (*Triticum aestivum*)

Ekosisteme kalıcı zarar veren ağır metaller ciddi tehdit oluşturmaktadır. Bitki dokularının hücre içi boşluklarında yaşayan *mantarlar* (Endofit) konukçu olduğu bitkiler tarafından alımını artırır veya bitki hücre içi/dışına bağlanarak azalmasına neden olur. Kurşun miktarı fazla topraktan izole edilmiş endofitik bir mantar olan *Trametes hirsuta* ile enfekte olan buğdayda kurşun toksitesine karşı tolerans belirlenmiştir. Aşılانmış bitki sürgünlerine %50 oranında daha fazla Pb birikimi saptanmıştır. Metal birikmiş toprakta konakçı bitkilerin metal alımını artırarak, fitoekstraktına katkı sağlayacağı belirtilmiştir (Malik ve ark.,2020). Buğday ile Mikroplastik/Nanoplastik (MP/NP) arasındaki etkileşimi araştırıldığı çalışmada bitki türlerine göre MP/NP emilimi değiştiği, dokularda taşındığı ve MP/NP kirliliğinin fitoremediasyonu etkilediği buğday köklerinde nanoplastikler, kök uzunluğu %88,6-%122,6 oranında artırdığı ve karbon, nitrojen miktarını iyileştirdiği MP/NP'lerin arıtımında fitoremediatör bitki olarak kullanılabilirliği belirtilmiştir (Lian ve ark.,2020). Birlikte ekim toprakta ağır metallerin arındırılmasına katkı sağlamaktadır. Kadmiyum (Cd) ve çinko (Zn) ile kirlenmiş toprakta hiperakümülatör bitkilerin diğer bitki ile birlikte ekilmesi fitoremediasyonda önemlidir. Cd, Cu, Pb ve Zn metallerine toleranslı bir bitki olan *Sedum plumbizincicola* ile fitoremediatör buğdayın birlikte ekimiyle toprak Ph'ı ve toprakta Cd ve Zn miktarı azalmaktadır (Zou ve ark.,2021). Muratova ve ark., (2022), Üç çeşit rizobakteri (*Azospirillum*) ile aşılان buğday büyüme parametreleri, strese karşı oksidoredüktaz aktivitesi ve bakır birikimi incelendiği çalışmada tüm rizobakterilerin buğdayda kök ve sürgünde biriken bakır toksitesine karşı olumlu ve oksidoredüktaz üzerinde önemli düzeyde etkisi belirlenmiştir.

3.6. Fitoremediatör Yonca (*Medicago sativa*)

Yonca, fazla biyoverim üretkenliği, toksik toleransı, toksik kirletici emilimi yüksek ve kökte birikimi fazla olmasından dolayı toksik element ile kirlenmiş toprakların fitoremediasyonu için fitoremediatör olarak kullanımı sürdürülebilir ve uygundur. Ayrıca toprak bakterileri ile aşılانmış yoncanın toksik maddelerin fitoremediasyonu için olumlu ve çevre dostu bir yöntemdir (Chen ve ark.,2022). Polisiklik aromatik hidrokarbonların (PAH) ve ağır metaller ile kirlenmiş toprakların temizlenmesi amacıyla fitoremediatör olarak yonca ile kök endofitik fungusu olan *Piriformospora indica* aşılانmasının fitoremediasyona etkisinin araştırıldığı çalışmada *P.indica* ile aşılانmış yonca köklerinde polisiklik aromatik hidrokarbon olan (PAH) fenantren ve kadmiyum ile kirlenmiş toprakta kök bölgesi hariç diğer bitki kısımlarında artmıştır. Araştırmada gövdede kadmiyum taşınımı sınırlı kalmasına rağmen aşılama, kadmiyum ve PAH ile kirli topraktaki köklerde kadmiyum birikimi arttırdığı, *P. indica* ile aşılانmış *M.sativanın*, sürdürülebilir tarım için PAH-metaliyle birlikte kirlenmiş toprağın iyileştirilmesine önemli etkisi

olacağı bildirilmiştir (Li ve ark.,2022). Yoncanın yapay Pb ve Cd ile kontamine edilmiş toprağın fitoremediasyonu incelendiği araştırmada ağır metal birikimi fazla olan topraklarda akümülatör olarak yoncanın rotasyon ekim sistemine dahil edilmesini belirtilmiştir (Morsy ve ark.,2022).

3.7. Fitoremediatör Pamuk (*Gossypium hirsutum*)

Pamuk bitkisel biyokütlesi fazla olup, yoğun köklere sahip ve ağır metallerle karşı toleransı yüksektir. Pamukta ağır metal kalıntısı özellikle pamuk eiyafındaki ağır metal miktarı minimumdur. Dolayısıyla toprak ıslahında ekolojik ve sosyoekonomik bakımından fitoremediatör olarak kullanılabilir (Li ve ark.,2020). Pamuk bitkisinin Pb'ye ile kirlenmiş toprak ıslahında fitoremediatör olarak etkinliği incelendiği çalışmada 0, 500, 750 ve 1000 mg kg⁻¹ Pb (kurşun) içeren toprakta yetiştirildi. Kurşunun 1000 mg kg⁻¹ dozu uygulanan pamukta Pb toleransı yüksek, büyüme gelişme ve translokasyon verimliliği (%TE) düşük elde edilmiştir. Ayrıca Pb uygulaması kökte aktinomiset bakteri popülasyonu artırırken, heterotrofik bakterileri azaltmıştır. Pamuk bitkisinin Pb uzaklaştırıcı ve Pb ile kirlenmiş toprakların fitostabilizasyonu için etkili olduğu belirtilmiştir (Ramana ve ark.,2021). Organik atık, toprak ve suda yaygın olarak bulunan çeşitli çözünmüş organik madde (DOM) toprakta yeni besin oluşturarak bitki büyümesini etkiler. Bu nedenle kirlenmiş toprakların fitoremediasyonda kullanılabilir. Kadmiyum (Cd) ile kirlenmiş toprakta %0, %1, %2, %4 ve %8 v/w dozlarda DOM destekli pamuğun fitoremediatör potansiyeli belirlendiği çalışmada çözünmüş organik madde artıka yarayışı Cd, organik madde miktarı, pamuk biyokütlesi, kökte Cd miktarı ve sürgünde Cd ekstraksiyonda arttığı saptanmıştır. Pamuk bitkisinin %1 oranında DOM desteklenmesiyle fitoremediatör etkinliği artmıştır (Min ve ark.,2022).

3.8. Fitoremediatör Şekerpancarı (*Beta vulgaris L.*)

Şeker pancarı (*Beta vulgaris L.*) bitkisinin, kadmiyum (Cd) ve nikel (Ni) ağır metal birikmiş topraklarda gelişimi, toleransı ve toprak ıslahında fitoremediatör etkisini araştırma amacıyla, saksıya ekilen tohumlar çimlenmesinden sonra dört haftalık gelişen bitkiler toprağa Cd ve Ni nitrat tuzlarının sulu çözeltileri eklenmiştir. Çalışmada toprakta Ni bitki büyümesini engellediği, Cd ve Ni maddelerinin şekerpancarı dokularında biriktiği ve Cd toksitesine karşı toleranslı olduğu saptanmıştır. Şeker pancarı, üretilen biyokütle ve Cd birikimi nedeniyle fitoekstraksiyonu için kullanılabilineceği belirtilmiştir (Papazoglou ve Fernando 2017). Şeker pancarı (*Beta vulgaris L.*), toprak tuzluluğuna dayanıklı ve tuzluluğu azaltmada etkin olduğundan Çin'de yoğun olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Üç farklı sulama ve azotlu gübre uygulaması ile yapılan çalışmada kuru madde miktarına paralel olarak tuz birikimi ve Na, K, Fe, Ca ve Mg absorbesi artmıştır. Kurak ve yarı kurak şartlarında yetiştirilen şekerpancarı fitoremediasyonda kullanılabilir (Yan

ve ark.,2021). Şeker pancarından arta kalan posa ile manyetik nanokompozit malzeme ($Fe_3 O_4$) birlikte atıkları absorbe eden malzeme olarak kullanılması, kirleticilerin uzaklaştırılması ve düşük maliyetli yöntem olması kirlenmiş toprakların ıslahında etkin şekilde kullanılabilir (Sadat ve ark.,2022). Huo ve ark.,(2022), Şekerpancarında yüksek bor miktarında fotosentez ve klorofil oranı azalmış buna bağlı olarak antioksidan savunma sistemi düşmüş ve şeker pancarı bitkisinin büyümesini yavaşlamıştır. Şeker pancarı gelişimi için ihtiyaç duyduğu bor (B) miktarı fazla ve bor stresine karşı toleransı, difüzyon aracılığıyla gövdeye bor metalin translokasyon kapasitesi yüksek ve bor ile kirlenmiş topraklara karşı güçlü bir dirence sahip olduğundan fitoremediatör olarak kullanılabilir.

4. Sonuç

Günümüzde insan faaliyetleri sonucunda sanayi ve kentsel atıkların, tarımda kullanılan pestisit, gübre gibi kimyasal maddelerin ayrıca ağır metaller, tehlikeli atık ve petrol ürünleri gibi inorganik ve organik bileşiklerin çevreye yayılarak toprak ve suyun kirlenmesiyle ciddi tehdit oluşmaktadır. Kirlenmiş toprak ve suyu temizlemek için maliyeti yüksek, emek ve enerji isteyen geleneksel arıtıcı teknolojilerine alternatif ve tamamlayıcı, çevre dostu fitoremediasyon tekniği kullanılmaktadır. Doğayı temizlemeyen fitoremediasyon metodu bitkilerin özümleme, depolama, köklerde tutma, buharlaşma, su absorbe gibi metabolik olaylarından yararlanarak ve fitoremediatör olarak yeteneklerini kullanan ıslah, iyileştirme ve arıtma teknolojisidir. Fitoremediasyon etkinliği bitki türü, kirletici miktarı ve türüne göre değiştiğini gösteren çalışmalar sınırlı sayıdadır. Dolayısıyla fitoremediatör bitkiler ve kirleticiler ile ilgili çalışmalara ağırlık verilmelidir.

KAYNAKÇA

- Aman, A. S., Kumar, A., Kumar, P., Mishra, P. K., & Mohan, M. (2022). Implementation of An Effective and Successful Management Tactics against Diamondback Moth (*Plutella xylostella* L.) on Cabbage. *International Year of Millets 2023*, 47.
- Banarjee, P. (2018). Phytoremediation: using natural strength for curing nature. *Acta Sci Agric*, 2(2), 44-153.
- Beans, C. (2017). Phytoremediation advances in the lab but lags in the field. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(29), 7475-7477.
- Bisht, R., Chanyal, S., & Srivastava, R. K. (2020). A systematic review on phytoremediation technology: removal of pollutants from waste water and soil. *Int J Res Eng Sci Manag*, 3, 54-59.
- Chen, L., Beiyuan, J., Hu, W., Zhang, Z., Duan, C., Cui, Q., ... & Fang, L. (2022). Phytoremediation of potentially toxic elements (PTEs) contaminated soils using alfalfa (*Medicago sativa* L.): A comprehensive review. *Chemosphere*, 133577.
- Donde, O. O., Otieno, A. O., & Muia, A. W. (2023). Wetlands for Remediation in Africa: Threats and Opportunities. *Wetlands for Remediation in the Tropics: Wet Ecosystems for Nature-based Solutions*, 175-195.
- Fernández-Luqueño, F., López-Valdez, F., Sarabia-Castillo, C. R., García-Mayagoitia, S., & Pérez-Ríos, S. R. (2017). Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons-polluted soils at laboratory and field scale: a review of the literature on plants and microorganisms. *Enhancing Cleanup of Environmental Pollutants: Volume 1: Biological Approaches*, 43-64.
- Greff, B., Sáhó, A., Lakatos, E., & Varga, L. (2023). Biocontrol Activity of Aromatic and Medicinal Plants and Their Bioactive Components against Soil-Borne Pathogens. *Plants*, 12(4), 706.
- Hashemi, S. B., Momayezi, M., & Taleei, D. (2017). Biochar effect on cadmium accumulation and phytoremediation factors by lavender (*Lavandula stoechas* L.). *Open Journal of Ecology*, 7(07), 447.
- Huo, J., Song, B., Riaz, M., Song, X., Li, J., Liu, H., ... & Wu, W. (2022). High boron stress leads to sugar beet (*Beta vulgaris* L.) toxicity by disrupting photosystem . *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 248, 114295.
- Hurtado, I. A. V. (2022). *Removal of Arsenic (III) and Arsenic (V) from Aqueous Solution via Common Sunflower Helianthus annuus by Phytoremediation* (Doctoral dissertation, The University of Texas Rio Grande Valley).
- Kafle, A., Timilsina, A., Gautam, A., Adhikari, K., Bhattarai, A., & Aryal, N. (2022). Phytoremediation: Mechanisms, plant selection and enhancement by natural and synthetic agents. *Environmental Advances*, 100203.
- Koda, E., Winkler, J., Wowkonowicz, P., Černý, M., Kiersnowska, A., Pasternak, G., & Vaverková, M. D. (2022). Vegetation changes as indicators of landfill leachate

seepage locations: Case study. *Ecological Engineering*, 174, 106448.

- Kristanti, R. A., Ngu, W. J., Yuniarto, A., & Hadibarata, T. (2021). Rhizofiltration for removal of inorganic and organic pollutants in groundwater: a review. *Biointeface Res. Appl. Chem*, 4, 12326-12347.
- Kumari, K., Cherian, S., & Bauddh, K. (2022). Microbial augmented phytoremediation with improved ecosystems services. In *Advances in Microbe-Assisted Phytoremediation of Polluted Sites* (pp. 27-62). Elsevier.
- Kvesitadze, G., Khatisashvili, G., Sadunishvili, T., & Kvesitadze, E. (2015). Plants for remediation: Uptake, translocation and transformation of organic pollutants. *Plants, pollutants and remediation*, 241-308.
- Li, C., Zheng, C., Zhou, K., Han, W., Tian, C., Ye, S., ... & Ma, X. (2020). Tolerant and accumulation of cotton to heavy metal-potential use for phytoremediation. *Soil and Sediment contamination: An International Journal*, 29(5), 516-531.
- Liu, A., Wang, W., Zheng, X., Chen, X., Fu, W., Wang, G., ... & Guan, C. (2022). Improvement of the Cd and Zn phytoremediation efficiency of rice (*Oryza sativa*) through the inoculation of a metal-resistant PGPR strain. *Chemosphere*, 302, 134900.
- Li, L., Zhu, P., Wang, X., & Zhang, Z. (2020). Phytoremediation effect of *Medicago sativa* colonized by *Piriformospora indica* in the phenanthrene and cadmium co-contaminated soil. *BMC biotechnology*, 20, 1-14.
- Lian, J., Wu, J., Xiong, H., Zeb, A., Yang, T., Su, X., ... & Liu, W. (2020). Impact of polystyrene nanoplastics (PSNPs) on seed germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of hazardous materials*, 385, 121620.
- Limmer, M., & Burken, J. (2016). Phytovolatilization of organic contaminants. *Environmental science & technology*, 50(13), 6632-6643.
- Malik, A., Butt, T. A., Naqvi, S. T. A., Yousaf, S., Qureshi, M. K., Zafar, M. I., ... & Iqbal, M. (2020). Lead tolerant endophyte *Trametes hirsuta* improved the growth and lead accumulation in the vegetative parts of *Triticum aestivum* L. *Heliyon*, 6(7), e04188.
- Min, T., Luo, T., He, H., Qin, J., Wang, Y., Cheng, L., ... & Li, J. (2022). Dissolved organic matter-assisted phytoremediation potential of cotton for Cd-contaminated soil: a relationship between dosage and phytoremediation efficiency. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(56), 84640-84650.
- Morsy, M., Nossier, M., Elsebaay, A. E., & Abd-Elrahman, S. (2022). Phytoremediation of Pb and Cd by Alfalfa (*Medicago sativa* L.): An Applied Study in the Presence of Lettuce Plants (*Lactuca sativa* L.). *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 30(1), 163-174.
- Muratova, A. Y., Lyubun, E. V., Golubev, S. N., & Turkovskaya, O. V. (2022). Effect of copper ions on the associations of *Azospirillum* bacteria with wheat seedlings (*Triticum aestivum* L.). *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 26(5), 477.
- Nagendran, R., Selvam, A., Joseph, K., & Chiemchaisri, C. (2006). Phytoremediation

and rehabilitation of municipal solid waste landfills and dumpsites: A brief review. *Waste Management*, 26(12), 1357-1369.

- Newman, L. A., & Reynolds, C. M. (2004). Phytodegradation of organic compounds. *Current opinion in Biotechnology*, 15(3), 225-230.
- Nguyen, D. T. C., Nguyen, T. T., Le, H. T., Nguyen, T. T. T., Bach, L. G., Nguyen, T. D., ... & Van Tran, T. (2021). The sunflower plant family for bioenergy, environmental remediation, nanotechnology, medicine, food and agriculture: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 19, 3701-3726.
- Papazoglou, E. G., & Fernando, A. L. (2017). Preliminary studies on the growth, tolerance and phytoremediation ability of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) grown on heavy metal contaminated soil. *Industrial crops and products*, 107, 463-471.
- Pirsarandib, Y., Hassanpouraghdam, M. B., Rasouli, F., Aazami, M. A., Puglisi, I., & Baglieri, A. (2022). Phytoremediation of soil contaminated with heavy metals via arbuscular mycorrhiza (*funneliformis mosseae*) inoculation ameliorates the growth responses and essential oil content in lavender (*lavandula angustifolia* L.). *Agronomy*, 12(5), 1221.
- Placido, D. F., & Lee, C. C. (2022). Potential of industrial hemp for phytoremediation of heavy metals. *Plants*, 11(5), 595.
- Ramana, S., Tripathi, A. K., Bharati, K., Singh, A. B., Kumar, A., Sahu, A., ... & Patra, A. K. (2021). Tolerance of cotton to elevated levels of Pb and its potential for phytoremediation. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 32299-32309.
- Rizwan, M., Ali, S., Rizvi, H., Rinklebe, J., Tsang, D. C., Meers, E., ... & Ishaque, W. (2016). Phytomanagement of heavy metals in contaminated soils using sunflower: a review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 46(18), 1498-1528.
- Sadat, S. M. O., Kucukcongar, S., & Turkyilmaz, M. (2022). Nickel adsorption from waters onto Fe₃O₄/sugar beet pulp nanocomposite. *International Journal of Phytoremediation*, 1-14.
- Sakakibara, M., Watanabe, A., Inoue, M., Sano, S., & Kaise, T. (2010, January). Phytoextraction and phytovolatilization of arsenic from As-contaminated soils by *Pteris vittata*. In *Proceedings of the annual international conference on soils, sediments, water and energy* (Vol. 12, No. 1, p. 26).
- Sharma, A., Kaswan, V., & Kaushik, A. (2018). Bioremediation and Phyto-remediation. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1), 723-726.
- Shmaefsky, B. R., & Husen, A. (2023). Phytoremediation Potential of Medicinal Plants. In *Medicinal Plants: Their Response to Abiotic Stress* (pp. 443-469). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Singh, B. M., Singh, D., & Dhal, N. K. (2022). Enhanced phytoremediation strategy for sustainable management of heavy metals and radionuclides. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 5, 100176.
- Srivastava, S., Shukla, A., Rajput, V. D., Kumar, K., Minkina, T., Mandzhieva, S., ... &

- Suprasanna, P. (2021). Arsenic remediation through sustainable phytoremediation approaches. *Minerals*, 11(9), 936.
- Stonehouse, G. C., McCarron, B. J., Guignardi, Z. S., El Mehdawi, A. F., Lima, L. W., Fakra, S. C., & Pilon-Smits, E. A. (2020). Selenium metabolism in hemp (*Cannabis sativa* L.)—potential for phytoremediation and biofortification. *Environmental science & technology*, 54(7), 4221-4230.
- Takahashi, R., Ito, M., Katou, K., Sato, K., Nakagawa, S., Tezuka, K., ... & Kawamoto, T. (2016). Breeding and characterization of the rice (*Oryza sativa* L.) line “Akita 110” for cadmium phytoremediation. *Soil Science and Plant Nutrition*, 62(4), 373-378.
- Tauqeer, H. M., Turan, V., & Iqbal, M. (2022). Production of safer vegetables from heavy metals contaminated soils: the current situation, concerns associated with human health and novel management strategies. In *Advances in bioremediation and phytoremediation for sustainable soil management: principles, monitoring and remediation* (pp. 301-312). Cham: Springer International Publishing.
- Tonelli, F. C. P., Tonelli, F. M. P., Lemos, M. S., & de Melo Nunes, N. A. (2022). Mechanisms of phytoremediation. In *Phytoremediation* (pp. 37-64). Academic Press.
- Wu, Y., Trejo, H. X., Chen, G., & Li, S. (2021). Phytoremediation of contaminants of emerging concern from soil with industrial hemp (*Cannabis sativa* L.): a review. *Environment, Development and Sustainability*, 1-31.
- Yadav, K. K., Gupta, N., Kumar, A., Reece, L. M., Singh, N., Rezanian, S., & Khan, S. A. (2018). Mechanistic understanding and holistic approach of phytoremediation: a review on application and future prospects. *Ecological engineering*, 120, 274-298.
- Yan, A., Wang, Y., Tan, S. N., Mohd Yusof, M. L., Ghosh, S., & Chen, Z. (2020). Phytoremediation: a promising approach for revegetation of heavy metal-polluted land. *Frontiers in Plant Science*, 11, 359.
- Yan, F., Zhang, F., Fan, J., Hou, X., Bai, W., Liu, X., ... & Pan, X. (2021). Optimization of irrigation and nitrogen fertilization increases ash salt accumulation and ions absorption of drip-fertigated sugar beet in saline-alkali soils. *Field Crops Research*, 271, 108247.
- Yoga, A., & Tangahu, B. V. (2022). Literature Study Of The Ability Of Fragrant Roots (*Vetiveria zizanioides*) And Sunflowers (*Helianthus Annuus*) On Phytoremediation Of Lead-Tainted Soil (Pb). *Journal of World Science*, 1(2), 56-66.
- Zou, J., Song, F., Lu, Y., Zhuge, Y., Niu, Y., Lou, Y., ... & Pang, L. (2021). Phytoremediation potential of wheat intercropped with different densities of *Sedum plumbizincicola* in soil contaminated with cadmium and zinc. *Chemosphere*, 276, 130223.

Bölüm 8

İZMİR İLİ SEFERİHİSAR İLÇESİNDE MANDALİNA ÜRETİCİLERİNİN KİMYASAL İLAÇ KULLANIMINA YÖNELİK TUTUM VE DAVRANIŞLARININ ANALİZİ

Fatih GÜVENİR¹

Duran GÜLER²

Özlem KARAHAN UYSAL³

1 Ziraat Müh., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir, Türkiye,
<https://orcid.org/0009-0005-1009-2601>

2 Arş. Gör. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir, Türkiye,
<https://orcid.org/0000-0001-8555-0877>

3 Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir, Türkiye,
<https://orcid.org/0000-0002-1656-2695>

GİRİŞ

Dünya mandalina üretim miktarı 2021 yılında 41.950.302 ton olarak gerçekleşmiştir. Dünya mandalina üretiminin %59,60'ını (25 milyon ton) gerçekleştiren Çin, üretimde ilk sırada yer almaktadır. Çin'i sırasıyla İspanya (%4,79), Türkiye (%4,34), Fas (%2,98), Brezilya (%2,59) ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) (%2,52) izlemektedir. Dünyada mandalina verimi 13,49 ton/ha olup, ülkeler arasında en yüksek mandalina verimine sahip ülke İran'dır (43,98 ton/ha). İran'dan sonra en yüksek verime sahip ülkeler ise sırasıyla ABD (34,99 ton/ha), Arnavutluk (31,95 ton/ha), Peru (30,55 ton/ha), Türkiye (29,96 ton/ha) ve Güney Afrika'dır (29,83 ton/ha) (FAO, 2023).

Türkiye'nin mandalina üretimi 2022 yılında 1.865.000 ton olup, bunun %45,83'ü (854.720 ton) Satsuma çeşididir. Diğer mandalina çeşitlerinden olan Klemantin ve King'in üretimdeki payları sırasıyla %4,62 ve %0,31'dir. Diğer çeşitler ise mandalina üretiminin %49,24'ünü oluşturmaktadır. Türkiye'de illere göre mandalina üretimi incelendiğinde Adana ili gerçekleştirdiği 743.619 ton mandalina üretimiyle en yüksek paya (%39,87) sahiptir. Adana'yı takip eden iller sırasıyla Hatay (%36,26), İzmir (%8,78) ve Mersin (%7,66) illeridir (TÜİK, 2023).

Araştırmanın gerçekleştirildiği Seferihisar ilçesi İzmir ilçeleri arasında mandalina üretiminde ilk sırada yer almakta olup, 2022 yılı üretim miktarı 58936 tondur. Bu tonaj ile, İzmir ili toplam mandalina üretiminin %36,01'i Seferihisar'da gerçekleştirilmiştir. İlin üretimde önde gelen diğer ilçeler ise Menderes (54.662 ton) ve Selçuk (30.125 ton) ilçeleridir. Bu veriler çerçevesinde değerlendirildiğinde önde gelen üç ilçe İzmir mandalina üretiminin %87,80'ini gerçekleştirmiştir (TÜİK, 2023).

Kimyasal ilaçlar tarımsal üretimdeki en önemli girdilerden biridir. Bu ilaçların doğru şekilde kullanımı verimliliği sağlarken, yanlış kullanımı hem ekonomik hem de çevresel zararlara neden olmaktadır. Mandalina üretiminde de verimliliği ve kârlılığı artırmak amacıyla kimyasal ilaçlar önemli düzeyde kullanılmaktadır. Ancak kimyasal ilaçların bilinçsiz şekilde kullanımı çevresel ve ekonomik yönden önemli ölçüde tahribat oluşturabilir.

Literatürde kimyasal ilaç kullanımına yönelik tutum ve davranışların ortaya konulduğu çalışmalar bulunmaktadır. Ngowi (2003) tarafından Tanzanya'da yapılan araştırmada kahve üretiminde üreticilerin pestisit kullanımına yönelik bilgisi ve tutumu incelenmiştir. Parveen vd. (2003) tarafından Japonya'da yapılan araştırmada pirinç üreticilerinin pestisit kullanımına yönelik tutumları belirlenmiştir. Damalas vd. (2006) tarafından yapılan araştırmada Yunanistan'da tütün üreticilerinin pestisit kullanımını incelenmiştir. Ibitayo (2006) Mısır'da yaptığı araştırmada mısır üreticilerinin pestisitler konusundaki tutum ve davranışlarını ortaya koymuştur. Obopile vd. (2008) Botswana'da sebze üreticilerine yönelik yaptıkları araştırmada üreticilerin sebze

zararlılarına ve hastalıklarına yönelik bilgi ve algılarını incelemişlerdir. Chen vd. (2013) tarafından Çin’de yapılan araştırmada pamuk üreticilerinin kimyasal ilaç kullanımı ele alınmıştır. Jallow vd. (2017) tarafından Kuveyt’te üreticiler ve çiftlik çalışanlarına yönelik yapılan araştırmada pestisit kullanımı ve güvenlik uygulamaları incelenmiştir. Petrescu-Mag vd. (2019) Romanya’da yaptıkları araştırmada üreticilerin kimyasal ilaçların etkileri hakkındaki düşüncelerini incelemişlerdir. Lahlali vd. (2021) Fas’da gerçekleştirdikleri araştırmada narenciye üreticilerinin zararlılar ve hastalıklara yönelik bilgi ve algılarını analiz etmişlerdir.

Ayrıca bu konuda Türkiye’de yapılan çalışmalar da mevcuttur. Özkan vd. (2003) Antalya ilinde turuncgil üreticilerinin tarımsal ilaç kullanımına yönelik tutum ve davranışlarını ortaya koymuşlardır. Kiraz üretiminde Demircan ve Aktaş (2004) Isparta ilinde, Kaplan ve Ayaz (2023) ise Mardin ilinde üreticilerin tarımsal ilaç kullanımını ve üretici eğilimini ortaya koymuşlardır. Demircan ve Yılmaz (2005) Isparta ilinde elma üretiminde, Peker (2012) Konya ilinde domates üretiminde, Gedikli vd. (2015) Samsun ilinde çeltik, mısır ve buğday üretiminde, Kılıç vd. (2018) Giresun ilinde fındık üretiminde, Bayraktar ve Boz (2020) ise Samsun ilinde bitkisel üretimde kimyasal ilaç kullanımını çevresel duyarlılık açısından incelemişlerdir. Kızılaslan ve Somak (2013) Tokat ilinde bağcılık işletmelerinde, Gözener vd. (2017) ise Tokat ilinde domates yetiştiriciliğinde tarımsal ilaç kullanımını incelemişlerdir. Aydın (2015) tarafından Konya ilinde yapılan araştırmada üreticilerin bitki koruma uygulamalarına yönelik yaklaşımları belirlenmiştir. Uzundumlu vd. (2017) Giresun ilinde fındık üretiminde kimyasal ilaç kullanımını etkileyen faktörleri analiz etmişlerdir. Çelik ve Karakaya (2017) Bingöl ilinde yaptıkları araştırmada elma üreticilerinin tarımsal ilaç kullanımına yönelik tutum ve davranışlarını değerlendirmişlerdir. Bursa ilinde Erbek vd. (2018) meyve üreticilerinin, İnce (2022) ise zeytin üreticilerinin pestisit kullanımına yönelik tutum ve davranışlarını belirlemişlerdir. Aydın Eryılmaz vd. (2021) Zonguldak ilinde meyvecilik yapan işletmelerde üreticilerin kimyasal gübre ve tarım ilacı kullanım tercihlerini incelemişlerdir. Çalışkan (2022) ise Konya ve Ankara illerinde havuç üreticilerinin pestisit kullanımına yönelik tutum ve davranışlarını belirlemiştir.

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de mandalina üretiminde önemli bir yere sahip olan İzmir ili Seferihisar ilçesindeki mandalina üreticilerinin kimyasal ilaç kullanımına yönelik tutum ve davranışlarının incelenmesidir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışma Seferihisar ilçe merkezindeki mahalleler ile ilçe merkezi dışındaki kırsal mahallelerde yürütülmüştür. Çalışman materyalini Seferihisar ilçesindeki mandalina üreticileriyle yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen

veriler oluşturmaktadır. Anket çalışmaları Hıdırlık, Camikebir, Çolak İbrahim Bey, Tepecik, Sığacık, Ulaşmış, Mersinalanı ve Bengiler mahallelerindeki 61 üretici ile yapılmıştır. Anket verileri çalışmanın birincil verilerini, konu ile ilgili daha önce yapılmış araştırmaların bulguları ve veri tabanlarından elde edilen veriler ise çalışmanın ikincil verilerini oluşturmaktadır.

Seferihisar İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden elde edilen bilgiye göre 2021 yılında ilçede mandalina üretimi yapan 601 üretici bulunmaktadır. Oransal örnek hacmi formülü ile anket yapılacak üretici sayısı belirlenmiş, %90 güven aralığı ve %10 hata payı ile 61 üreticiyle anket yapılmasına karar verilmiştir. Anket yapılacak üretici sayısının belirlenmesinde kullanılan formül aşağıda verilmiştir (Newbold, 1995):

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_{p_x}^2 + p(1-p)}$$

Formülde;

$\sigma_{p_x}^2$ = Oranın Varyansı

n = Örnek Hacmi

N = Anakitle

p = Oran (Maksimum örnek hacmine ulaşmak amacıyla $p = 0.5$ alınmıştır.)

Yöntem

Ankette üreticilere demografik özellikleri, işletmenin ve mandalina üretim dalının özellikleri, mandalina üretiminde kimyasal ilaç kullanımı ile ilgili sorular sorulmuştur. Anket soruları likert tipi 5'li tutum ölçeği soruları, birden fazla şıkkın seçilebildiği sorular ve açık uçlu sorulardan oluşturulmuştur. Üretici anketleri 2021 yılı Mart ayında yapılmış olup, anketlerden elde edilen veriler SPSS 20 istatistik programı ile analiz edilmiştir. Veri analizlerinde üreticiler mandalina arazi büyüklüklerine göre iki gruba ayrılmıştır. Gruplar oluşturulurken karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla her iki grupta birbirine yakın sayıda üretici bulunmasına önem verilmiştir. Bunun için 13 daa ve altında mandalina arazisi olan işletmeler 1. grup ($n=31$), 13 daa üzeri mandalina arazisi olan işletmeler ise 2. grup ($n=30$) olarak isimlendirilmiştir. Normal dağılım göstermeyen ve varyansı homojen olmayan sürekli değişkenler için iki grubu karşılaştırmak amacıyla Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Ayrıca üreticilerin mandalina kimyasal mücadelesinde etkili olan faktörlerin önem derecelerini belirlemek amacıyla bulanık eşli karşılaştırma yönteminden yararlanılmıştır.

BULGULAR

Ankete katılan üreticilerin ortalama yaşı 55,74, eğitim süresi 8,86 yıl, tarımdaki deneyimi 38,66 yıl, mandalina üretim deneyimi 34,72 yıl ve ailedeki birey sayısı 3,72'dir. Mandalina arazi büyüklük grupları arasında üreticilerin demografik özellikleri açısından bir farklılık olup olmadığı incelenmiş; gruplar arasında mandalina üretimindeki deneyim süresi açısından anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Buna göre 13 dekar üzeri mandalina arazisi bulunan işletmeler mandalina üretiminde daha deneyimlidir. Mandalina arazisi büyüklük grupları arasında ele alınan diğer demografik özellikler açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 1).

Tablo 1. İncelenen işletmelerde mandalina arazi büyüklük gruplarına göre üreticilerin demografik özellikleri

Özellikler	Mandalina Arazi Miktarına Göre Gruplar		Genel Ortalama	p değeri*
	1. Grup (n=31)	2. Grup (n=30)		
	13 daa ve altı	13 daa üzeri		
Yaş (yıl)	55,52	55,97	55,74	0,931
Eğitim süresi (yıl)	8,26	8,60	8,86	0,653
Tarımdaki deneyim süresi (yıl)	36,94	40,43	38,66	0,268
Mandalina üretimindeki deneyim Süresi (yıl)**	30,81	38,77	34,72	**0,048
Ailedeki birey sayısı	3,52	3,93	3,72	0,197

* Mann – Whitney U testine göre iki grup arasındaki fark ** 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

İncelenen işletmelerde ortalama toplam arazi büyüklüğü 40,29 daa, ortalama mandalina arazi büyüklüğü ise 23,77 daa olup, mandalina arazi büyüklüğünün toplam işletme arazisinin %59'unu oluşturduğu belirlenmiştir. En küçük arazi büyüklüğü 3,00 daa, en büyük arazi büyüklüğü ise 150,00 daa'dır. Ortalama mandalina arazi büyüklüğü mülk arazilerde 16,08 daa, kiralık arazilerde 1,84 daa, ortaklıkla işletilen arazilerde 5,85 daa'dır. İncelenen 49 işletmede mülk arazide, 4 işletmede kiralık arazide, 13 işletmede ise ortaklıkla işletilen arazide mandalina üretimi yapılmaktadır. İşletmelerin toplam parsel sayısı ortalaması 3,79, mandalina arazisi parsel sayısı ortalaması ise 2,62'dir. Ayrıca gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Buna göre 2. gruptaki işletmelerde mandalina arazisi parsel sayısı ve işletme parsel sayısı daha fazladır.

Üreticilerin %54,10'u (33 üretici) mandalina dışında herhangi bir ürün yetiştirmemektedir. Mandalina dışında en çok yetiştirilen ürün zeytindir ve mandalina dışında ürün yetiştiren üreticilerin %89,29'u (25 üretici) zeytin yetiştirmektedir. Yetiştirilen diğer ürünler üzüm (2 üretici), yonca (2 üretici), ceviz (1 üretici), sebze (1 üretici), ve hububattır (1 üretici).

Üreticilerin %77'si (47 üretici) hayvancılık yapmamaktadır. Hayvancılığa yer verilen işletmelerde en yaygın hayvancılık dalları 7 işletme ile küçükbaş hayvancılık ve 6 işletme ile kanatlı yetiştiriciliğidir. Bunun yanında büyükbaş hayvancılık (3 üretici), arıcılık (2 üretici), balıkçılık (1 üretici) ve atçılık (1 üretici) yapan işletmelere de rastlanmıştır.

Üreticilerin mandalina üretimine yönelme nedenleri arasında ilk sırada *yöre koşullarına uygunluk* gelmektedir. Bunu sırasıyla *bu ürünle ve doğayla ilgilenmenin verdiği huzur ile yetiştiriciliğin babadan kalması* nedenleri takip etmektedir.

Görüşülen üreticilerin tamamı Satsuma çeşidini yetiştirmekte ve 4 üretici Satsuma yanında bir çeşit daha yetiştirmektedir. Bu çeşitler W. Murcott, Okitsu, Primasol ve Dobashi Meni'dir. Çeşitlerin tercih nedenleri değerlendirildiğinde Satsuma çeşidinin en çok tercih edilme nedenleri; *bu çeşidin yöreye uygun olması* (%49,18), *piyasada çok tutulması* (%24,59) ve *yörede yaygın olarak yetiştirilmesidir* (%13,11). W. Murcott çeşidinin tercih edilme nedenleri *piyasa değerinin yüksekliği* ve *geç olgunlaşması*, Okitsu ve Primasol çeşitlerinin tercih edilmesinin nedeni *erken olgunlaşması*, Dobashi Meni çeşidinin tercih edilmesinin nedeni ise *kırmızı renkte olmasıdır*.

Üreticilerin ilaç kullanımı konusunda en çok başvurduğu bilgi kaynakları; kendi deneyimleri (3,38), ilaç bayileri (3,00) ve arkadaş/komşu tavsiyeleridir (2,70). Üreticiler kendi deneyimlerinden, ilaç bayisi veya firmalarından, arkadaş/komşu tavsiyelerinden ve il/ilçe tarım müdürlüğünden bazen; tarım danışmanından, internet/TV/radyodan, alıcı firmadan ve denetleyiciden nadiren bilgi almaktadır. Kooperatif/ziraat odası vb. tarımsal örgütlerden ise neredeyse hiç bilgi almamaktadırlar (Tablo 2).

Tablo 2. Görüşülen üreticilerin ilaç kullanımında alternatif bilgi kaynaklarına başvurma sıklıkları*

Bilgi Kaynağı	Mandalina Arazı Büyüklük Grupları		Genel Ortalama
	1.Grup Ortalama	2.Grup Ortalama	
Deneyim	3,16	3,60	3,38
İlaç bayisi veya firması	2,94	3,07	3,00
Arkadaş/komşu tavsiyesi	3,06	2,33	2,70

İl/ilçe tarım müdürlüğü	2,35	3,03	2,69
Tarım danışmanı	2,16	2,73	2,44
İnternet/tv/radyo	2,23	2,00	2,11
Alıcı firma	1,81	2,20	2,00
Denetleyici	1,48	1,77	1,62
Kooperatif/ziraat odası vb. örgütler	1,00	1,17	1,08

* 1:Hiç, 2:Nadiren, 3:Bazen, 4:Sık sık, 5:Daima

Üreticilerin ilaç seçiminde en çok önemsedikleri kriterler sırasıyla *ilacın ruhsatlı olması* (4,89), *daha önce denenmiş olması* (4,54) ve *son uygulama ile hasat arasında geçen süredir* (4,52). Üreticiler açısından *ilacın çevreye olan etkisi, etkinliğinin yüksek olması, etki süresi ve tanınan bir firmanın ilacı olması* oldukça önemlidir. *İlacın fiyatı* (3,07) ise orta derecede önemsenmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. İlaç seçiminde çeşitli kriterlerin önemsenme derecesi*

Kriter	Mandalına Arazi Büyüklük Grupları		Genel Ortalama
	1.Grup Ortalama	2.Grup Ortalama	
Ruhsatlı olması	4,87	4,90	4,89
Daha önce denenmiş olması	4,45	4,63	4,54
Son uygulama ile hasat arasında geçen süre	4,42	4,63	4,52
Çevreye olan etkisi	4,35	4,60	4,48
Etkinliğinin yüksek olması	4,52	4,33	4,43
Etki süresi	4,42	4,43	4,38
Tanınan bir firmanın ilacı olması	3,90	4,13	4,02
Kullanım kolaylığı	3,68	3,80	3,74
Fiyatı	3,23	2,90	3,07

* 1:Kesinlikle önemsiz, 2:Önemsiz, 3:Orta derecede önemli, 4:Oldukça önemli, 5:Kesinlikle önemli

İlaç temininde üreticiler tarafından en çok tercih edilen yer ilaç bayileridir. Üreticiler ilaç bayilerini sık sık; tarım kredi kooperatiflerini ise nadiren tercih etmektedir.

Üreticilerin %59,02'si zirai ilaçları özel bir depoda muhafaza etmekte iken, %31,15'i depolama yapmamakta ve ilacı aldıktan hemen sonra kullanmaktadır. Ayrıca 5 üretici (%8,20) ilacı ambar/ürün deposunun bir köşesinde,

1 üretici (%1,64) evin herhangi bir yerinde muhafaza etmektedir. Ahır/hayvan barınağında ise hiçbir üretici ilaç muhafaza etmemektedir.

Üreticilere kullandıkları ilaçların üründe kalıntı bırakıp bırakmadıkları konusundaki düşünceleri sorulduğunda üreticilerin %59,02'si ilaçların kalıntı bıraktığını, %40,98'i ise kalıntı bırakmadığını belirtmiştir.

Üreticilere mandalina üretiminde kimyasal mücadeleye ilişkin sorular beşli likert ölçeğine (1.kesinlikle katılmıyorum, 2.katılmıyorum, 3.orta derecede katılıyorum, 4.katılıyorum, 5.kesinlikle katılıyorum) göre sorulmuştur. Buna göre üreticilerin kimyasal mücadele konusunda en çok katıldığı ifadeler; *kimyasal mücadelenin çevre kirliliğine yol açtığı* (4,41), *ilacın dozundan fazla kullanıldığında kalıntı oluşacağı* (3,92) ve *ilaç fiyatlarındaki değişimlerin ilaç kullanımını etkilediği* (3,72) yönündeki ifadelerdir. Üreticiler *kalıntıların zararlı etkisinin meyve yıkanınca giderileceği* (2,48) ve *kalıntıların hiçbir zararlı etkisinin olmadığı* (1,92) yönündeki ifadelerle ise katılmamaktadır.

İlaçlama konusunda bir eğitime veya kursa katılan üreticilerin oranı %54,10'dur. Üreticiler %78,69'u ilaç satın alırken peşin ödemeyi tercih etmektedirler. Hasat döneminde ödeme yapmayı tercih edenlerin oranı %37,70 ve kredi kartı ile ödeme yapmayı tercih edenlerin oranı %16,39'dur. Ayrıca ürün karşılığı ilaç satın almayı tercih eden üreticiler de bulunmaktadır.

Üreticilerin ilaçlamada iş güvenliğine yönelik en sık aldığı tedbirler; *ilaçlamadan sonra elini ve yüzünü yıkamak* (5,00), *ilaçlamadan sonra banyo yapmak* (4,98), *ilaçlama sırasında yemek yememektir* (4,87). Üreticiler *ilaçlamadan sonra elini ve yüzünü yıkama*, *ilaçlamadan sonra banyo yapma*, *ilaçlama sırasında yemek yememe*, *maske takma* ve *ilaçlama esnasında sigara içmeme* tedbirlerine daima; *eldiven giyme* ve *koruyucu gözlük takma* tedbirlerine genellikle; *özel kıyafet giyme* tedbirine ise bazen uymaktadırlar. Bunun yanı sıra bazı üreticiler ilaçlama sonrasında ayran içtiğini belirtmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Üreticilerin ilaçlamada iş güvenliğine yönelik çeşitli tedbirleri alma sıklıkları*

İfade	Mandalina Arazi Büyüklük Grupları		Genel Ortalama
	1.Grup Ortalama	2.Grup Ortalama	
İlaçlamadan sonra elimi ve yüzümü yıkarım	5,00	5,00	5,00
İlaçlamadan sonra banyo yaparım	5,00	4,97	4,98
İlaçlama sırasında yemek yememeye dikkat ederim	4,74	5,00	4,87
Maske takarım	4,84	4,47	4,66
İlaçlama sırasında sigara içmemeye dikkat ederim	4,65	4,57	4,61
Eldiven giyerim	4,48	4,27	4,38

Koruyucu gözlük takarım	3,77	3,37	3,57
Özel kıyafet giyerim	2,65	2,93	2,79

* 1:Hiç, 2: Nadiren, 3:Bazen, 4:Genellikle, 5:Daima

Çevreye zarar vermemeye yönelik en sık alınan tedbirler; *hava koşullarına dikkat etme* (4,98), *uygun ilaçlama aletini kullanma* (4,92) ve *önerilen doza dikkat etmektir* (4,87). Üreticiler *hava koşullarına dikkat etme, uygun ilaçlama aletini kullanma, önerilen doza dikkat etme ve boş ilaç kutularını uygun şekilde bertaraf etme tedbirlerini daima; doğal düşmanlara, diğer canlılara ve çevreye daha az zarar veren ilaçları kullanma ve ilaçlamayı sabah erken veya akşam saatlerinde yapma* tedbirlerini genellikle almaktadırlar (Tablo 5).

Tablo 5. Üreticilerin ilaçlamada çevreye zarar vermemeye yönelik aldığı tedbirler*

Tedbir	Mandalina Arazi Büyükölçü Grupları		Genel Ortalama
	1.Grup Ortalama	2.Grup Ortalama	
Hava koşullarına dikkat ederim	5,00	4,97	4,98
Uygun ilaçlama aletini kullanırım	4,90	4,93	4,92
Önerilen doza dikkat ederim	4,94	4,80	4,87
Boş ilaç kutularını uygun şekilde bertaraf ederim	4,74	4,63	4,69
Doğal düşmanlara, diğer canlılara ve çevreye daha az zarar veren ilaçları kullanırım	4,19	4,80	4,49
İlaçlamayı sabah erken veya akşam saatlerinde yaparım	4,52	4,23	4,38

* 1:Hiç, 2: Nadiren, 3:Bazen, 4:Genellikle, 5:Daima

Üreticilerin tüketici sağlığına yönelik en sık aldığı önlem *son ilaçlama ile hasat arasındaki süreye dikkat etmektir*. Üreticiler *son ilaçlama ile hasat arasındaki süreye dikkat etme ve kalıntı süresi kısa olan ilaçları kullanma* tedbirlerini daima; *ürünü hasat ettikten sonra yıkama* ve *ürünü satmadan önce kalıntı analizi yaptırma* tedbirlerini bazen almaktadır. Bazı üreticiler ise ürünü satın alan firmanın ürünü yıkadığını ve kalıntı analizi yaptırdığını belirtmişlerdir (Tablo 6).

Tablo 6. Üreticilerin ilaçlamada tüketici sağlığına yönelik olarak aldıkları tedbirler*

Tedbir	Mandalina Arazi Büyükölçü Grupları		Genel Ortalama
	1.Grup Ortalama	2.Grup Ortalama	
Son ilaçlama ile hasat arasındaki süreye dikkat ederim	5,00	4,93	4,97
Kalıntı süresi kısa olan ilaçları kullanırım	4,42	4,83	4,62
Ürünü hasat ettiğimde yıkarım	3,55	3,10	3,33
Ürünü satmadan önce kalıntı analizi yaptırım	1,84	3,30	2,56

* 1:Hiç, 2: Nadiren, 3:Bazen, 4:Genellikle, 5:Daima

Mandalina yetiştiriciliğinde çeşitli hastalık ve zararlılar arasında sorun oluşturma düzeyi açısından önde gelenler; akdeniz meyve sineği (4,85), unlu bit (4,61) ve yaprak bitleridir (4,49). Sorun oluşturmaları bakımından Akdeniz meyve sineği ve unlu bit kesinlikle önemli; yaprak bitleri, diğer koşniller (kabuklu bitler, yıldız koşnili vb.), akarlar, yaprak pireleri, yaprak galeri güvesi, yabancı otlar, kahverengi çürüklük ve gövde zamklanması ve dal yanıklığı oldukça önemli; virüs/viroid hastalıkları, beyaz sinek, torbalı koşnil, nematodlar, diğer zararlılar ve depo küf çürüklüğü ise orta derecede önemlidir. Diğer hastalıklar ise üreticiler açısından kesinlikle önemsizdir (Tablo 7).

Tablo 7. Mandalina üretiminde çeşitli hastalık ve zararlıların sorun oluşturma düzeyi*

Sorun	Mandalina Arazi Büyükölçü Grupları		Genel Ortalama
	1.Grup Ortalama	2.Grup Ortalama	
Akdeniz meyve sineği	4,87	4,83	4,85
Unlu bit	4,52	4,70	4,61
Yaprak bitleri	4,48	4,50	4,49
Diğer koşniller (kabuklu bitler, yıldız koşnili vb.)	4,06	4,50	4,28
Akarlar	4,13	4,43	4,28
Yaprak pireleri	4,16	3,83	4,00
Yaprak galeri güvesi	3,97	3,83	3,90
Yabancı otlar	3,94	3,73	3,84
Kahverengi çürüklük ve gövde zamklanması	3,61	3,67	3,64
Dal yanıklığı	3,48	3,60	3,54
Virüs/viroid hastalıkları	3,29	3,53	3,41
Beyaz sinek	3,32	3,40	3,36
Torbalı koşnil	3,10	3,57	3,33

Nematodlar	3,10	3,30	3,20
Diğer zararlılar	3,26	3,10	3,18
Depo küf çürüklüğü	3,10	2,93	3,02
Diğer hastalıklar	1,26	1,60	1,43

* 1:Kesinlikle önemsiz, 2:Önemsiz, 3:Orta derecede önemli, 4:Oldukça önemli, 5:Kesinlikle önemli

Üreticilerin ilaç kullanımında *ilaç fiyatlarının yüksek olmasının* (4,13) en önemli sorun olduğu belirtilmiştir. Nitekim *fiyatların yüksek olması kesinlikle sorunlu; erken tanı/tahmin uyarı sistemlerinin yeterince etkin olmaması, etki süresi ve etkinlik düzeyi yetersizliği* orta derecede sorunlu; *kullanım bilgisinin yetersiz olması* ise sorunsuz olarak değerlendirilmiştir. Üreticiler açısından *ilaç temin etmede* kesinlikle sorun yaşanmamaktadır (Tablo 8).

Tablo 8. İlaç kullanımında çeşitli konularda sorun yaşama algısı*

Sorun	Mandalina Arazi Büyüklük Grupları		Genel Ortalama
	1.Grup Ortalama	2.Grup Ortalama	
Fiyatların yüksek olması	4,39	3,87	4,13
Erken tanı/tahmin-uyarı sistemlerinin yeterince etkin olmaması	2,87	2,80	2,84
Etki süresi ve etkinlik düzeyi yetersizliği	2,71	2,53	2,62
Kullanım bilgisinin yetersiz olması	2,00	2,00	2,00
Temin etmede sıkıntıların olması	1,32	1,20	1,26

* 1:Kesinlikle sorunsuz, 2:Sorunsuz, 3:Orta derecede sorunlu, 4:Oldukça sorunlu, 5:Kesinlikle sorunlu

Mandalina üreticileri kültürel mücadele (dengeli sulama ve gübreleme, yabancı ot temizliği vb.) yöntemini (4,59) her zaman uyguladıklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte biyoteknik (tuzak, cezbedici vb.) (3,69) ve kimyasal mücadele (3,59) sıklıkla; biyolojik mücadele (predatör ve parazitoit salımı, mevcut predatör ve parazitoitleri koruma vb.) (2,07) ise üreticiler tarafından nadiren uygulanmaktadır. Üreticilere kullandıkları ilaçlardaki aktif maddeleri bilip bilmediği sorulduğunda üreticilerin %63,93'ü aktif maddeleri hiç bilmediğini belirtmiştir.

Üreticiler ilaçlamalarda %83,60 oran ile en çok traktörlü pülverizatör/atomizör kullanmaktadır. Sırt pülverizatörü/atomizörü kullananların oranı %50,80, elle çekilir bahçe pülverizatörü kullananların oranı %14,80, damla

sulama sistemi ile ilaç veren üreticilerin oranı ise %13,10'dur. Ayrıca 1 üretici yeraltı hortum sistemi ile ilaçlama yaptığını belirtmiştir.

Bulanık eşli karşılaştırma yöntemi sonuçlarına ilişkin tamamlayıcı istatistikler Tablo 9'da verilmiş olup, elde edilen ağırlıklara göre üreticilerin mandalina kimyasal mücadelesinde etkili faktörler büyükten küçüğe sıralanmıştır. Üreticilerin mandalina kimyasal mücadelesinde en fazla önem verdikleri faktörün ilacın kullanım zamanı (0,544) olduğu saptanmıştır. Önem verilen diğer faktörler sırasıyla kullanılan ilacın ruhsatlı olması (0,468), ilacın çevresel etkisi (0,430), ilacın ekonomik zarar eşiği (0,349) ve ilacın kullanım dozudur (0,303). Friedman testi sonuçlarına göre tercihler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($\chi^2=40,627$; $p=0,000$). Üreticilerin kimyasal mücadelesinde bazı faktörlerin, diğerlerinin üzerinde önem düzeyine sahip olduğu söylenebilir.

Kendall's W testinin aldığı değerlere bakılarak uyumun çok zayıf (0,1), zayıf (0,3), orta düzeyde (0,5), güçlü (0,7) ve kesinlikle güçlü (0,9) olduğu söylenebilir. Araştırmada Kendall's W değeri 0,167 olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre ankete katılan üreticiler tarafından önem verilen kriterlerin ağırlıkları belirlenirken üreticiler arasındaki uyum çok zayıftır (Tablo 9).

Tablo 9: Üreticilerin mandalina kimyasal mücadelesinde etkili olan faktörlerin önem dereceleri

Faktör	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
İlacın kullanım zamanı	0,544	0,180	0,217	1,000
İlacın ruhsatlı olması	0,468	0,208	0,000	1,000
İlacın çevresel etkisi	0,430	0,266	0,000	1,000
İlacın ekonomik zarar eşiği	0,349	0,187	0,024	1,000
İlacın kullanım dozu	0,303	0,148	0,000	0,567

Friedman testi $p<0,01$ için anlamlıdır. Kendall's W: 0,167

TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma bulgularına göre ilacın ruhsatlı olması (4,89) üreticiler tarafından ilaç seçiminde en çok önemsenen unsurdur. Bu sonuç Aydın (2015) tarafından Konya ilinde fasulye üreticilerine yönelik yapılan araştırmayla uyumludur. Aydın'ın (2015) araştırmasında üreticilerin kimyasal ilaç tercihinde en fazla önem verilen unsur ilacın ruhsatlı olmasıdır.

Mandalina kimyasal mücadelesinde ilaç fiyatlarının yüksek olması (4,13) üreticiler açısından en önemli sorundur. Önceki çalışmalar incelendiğinde Koç vd. (2001) tarafından Çukurova, Akdeniz, İç Anadolu, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde yapılan araştırma sonucu elde edilen bu sonuçla ben-

zerlik göstermektedir. Koç vd. (2001) kimyasal ilaçlarla ilgili en önemli sorunun ilaç fiyatları ve yüksek fiyat artışları olduğunu saptamıştır. Ayrıca Aydın Eryılmaz vd. (2021) tarafından Zonguldak ilinde meyvecilik yapan üreticilere yönelik yapılan araştırmada da kimyasal ilaç satın alma tercihinde en etkili faktörün fiyat olduğu belirlenmiştir.

Mandalina üreticileri tarımsal mücadelede kimyasal mücadele yöntemini sıklıkla (3,59) uyguladıklarını belirtmişlerdir. Tokat ilinde domates yetiştiriciliğine yönelik yapılan araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Gözener vd. (2017) üreticilerin %91,67'sinin tarımsal mücadelede kimyasal mücadele yöntemini tercih ettiklerini saptamışlardır. Ayrıca Aydın'ın (2015) araştırmasında kimyasal mücadele yönteminin bitki koruma sorunlarının çözümünde ilk sırayı aldığı belirlenmiştir.

Mandalina üreticileri kimyasal ilaç kullanımını konusunda en çok kendi deneyimlerinden yararlandıklarını belirtmişlerdir. Koç vd. (2001) tarafından yapılan araştırmada da zirai mücadelede başvurulan kaynaklar arasında üreticilerin bilgi ve tecrübeleri ilk sırada gelmektedir. Benzer sonuçlara Antalya ilinde turunçgil üretimine yönelik yapılan araştırmada (Özkan vd., 2003), Isparta ilinde kiraz üretimine yönelik yapılan araştırmada (Demircan ve Aktaş, 2004), Konya ilinde domates üretimine yönelik yapılan araştırmada (Peker, 2012) ve Zonguldak ilinde meyve üretimine yönelik yapılan araştırmada (Aydın Eryılmaz vd., 2021) da ulaşılmıştır. Bununla birlikte Tokat ilinde bağcılık işletmelerine yönelik yapılan araştırmada (Kızılaslan ve Somak, 2013) ve Bursa ilinde meyve üretimine yönelik yapılan araştırmada (Erbek vd., 2018) ilaç bayileri; Bingöl ilinde elma üretimine yönelik yapılan araştırmada (Çelik ve Karakaya, 2017) ise Tarım İl/İlçe Müdürlüğü teknik elemanları zirai ilaç seçiminde başvurulan bilgi kaynakları arasında ilk sırada gelmektedir.

Elde edilen diğer sonuçlara göre üreticilerin tamamı Satsuma çeşidi mandalina yetiştirmekte olup, %54,10'u mandalina dışında bir ürün yetiştirmemektedir. Üreticilerin mandalina üretimine yönelmelerindeki temel etken bu ürünün yöre koşullarına uygun olmasıdır. Zirai ilaç satın alırken çoğunlukla (%78,69) peşin ödemeyi tercih eden üreticilerin ilaç temininde en çok tercih ettiği tedarikçi ilaç bayileridir.

Üreticilerin yarısından fazlası (%54,10) ilaçlama konusunda bir eğitime katıldıklarını belirtmişlerdir. Üreticiler genel itibarıyla kimyasal mücadelenin çevre kirliliğine yol açtığına bilincindedir. Ayrıca %59,02'si ilaçların üründe kalıntı bıraktığını düşünmektedir. Çevreye zarar vermeye yönelik en sık alınan tedbirler hava koşullarına dikkat etme, uygun ilaçlama aletini kullanma ve önerilen doza dikkat etmedir. Tüketici sağlığı açısından en sık alınan önlem ise son ilaçlama ile hasat arasındaki süreye dikkat etmedir. Ayrıca bulanık eşli karşılaştırma sonuçları kimyasal mücadelede en fazla önem verilen faktörün ilacın kullanım zamanı olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Aydın Eryılmaz, G., Kılıç, O., Çakır, S., 2021. Meyvecilik yapan işletmelerde kimyasal gübre ve tarım ilacı kullanım tercihleri ve bilgi kaynakları: Zonguldak ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2):420-426.
- Aydın, S., 2015. *Konya ili fasulye üreticilerinin bitki koruma uygulamalarına yaklaşımlarının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Bitki Koruma Anabilim Dalı, Konya.
- Bayraktar, A., Boz, İ., 2020. Attitudes and behaviours of farmers in using of pesticides in Çarşamba district of Samsun. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(2): 392-398.
- Chen, R., Huang, J., Qiao, F., 2013. Farmers' knowledge on pest management and pesticide use in Bt cotton production in China. *China Economic Review*, 27, 15-24.
- Çalışkan, A., 2022. Meram (Konya) ve Beypazarı (Ankara) ilçelerindeki havuç üreticilerinin pestisit kullanımına yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Bursa.
- Çelik, A., Karakaya, E., 2017. Bingöl ili Adaklı ilçesi elma üreticilerinin tarımsal ilaç kullanımında bilgi tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi ve ekonomik analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(2):119-129.
- Damalas, C.A., Georgiou, E.B., Theodorou, M.G., 2006. Pesticide use and safety practices among Greek tobacco farmers: A survey. *International Journal of Environmental Health Research*, 16(5):339-348.
- Demircan, V., Aktaş, A.R., 2004. Isparta ili kiraz üretiminde tarımsal ilaç kullanım düzeyi ve üretici eğilimlerinin belirlenmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 9(1-2): 51 - 65.
- Demircan, V., Yılmaz, H., 2005. Isparta ili elma üretiminde tarımsal ilaç kullanımının çevresel duyarlılık ve ekonomik açıdan analizi. *Ekoloji*, 15(57):38-48.
- Erbek, E., Özyörük, A., Arslan, Ü., 2018. Bursa ili Gürsu ve Kestel ilçelerindeki meyve üreticilerinin pestisit kullanımına yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2):69-76.
- FAO, 2023. Food and Agriculture Organization, FAOSTAT, <https://www.fao.org/faostat> (Erişim Tarihi: 11.07.2023).
- Gedikli, O., Uzundumlu, A.S., Tozlu, G., 2015. Çeltik, mısır ve buğday üretiminde tarımsal ilaç kullanımının çevresel duyarlılık yönünden incelenmesi: Samsun ili örneği. *TÜBAV Bilim*, 8(2): 19-26.
- Gözener, B., Sayılı, M., Çağlar, A., 2017. Tokat ili Kazova bölgesinde domates yetiştiriciliğinde ilaç kullanımı. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(5):451-458.
- Ibitayo, O.O., 2006. Egyptian farmers' attitudes and behaviors regarding agricultural

pesticides: Implications for pesticide risk communication. *Risk Analysis*, 26(4): 989-995.

- İnce, N.B., 2022. *Bursa ili Gemlik ve Orhangazi ilçelerindeki zeytin üreticilerinin pestisit kullanımına yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Bursa.
- Jallow M.F.A., Awadh D.G., Albaho M.S., Devi V.Y., Thomas B.M., 2017. Pesticide knowledge and safety practices among farm workers in Kuwait: Results of a survey. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 14(4):340.
- Kaplan, M., Ayaz, T., 2023. Mardin ili kiraz üreticilerinin bitki koruma uygulamalarında bilinç düzeylerinin belirlenmesi. *International Journal of Innovative Engineering Applications*, 7(1): 150-157.
- Kılıç, B., Uzundumlu, A.S., Tozlu, G., 2018. Fındık üretiminde kimyasal ilaç kullanımının çevresel duyarlılık yönünden incelenmesi: Giresun ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4): 396-405.
- Kızılaslan, N., Somak, E., 2013. Tokat ili Erbaa ilçesinde bağcılık işletmelerinde tarımsal ilaç kullanımında üreticilerin bilinç düzeyi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 4:79-93.
- Koç, A., Tanrıvermiş, H., Budak, F., Gündoğmuş, E., İnan, İ.H., Kubaş, A., Özkan, B., 2001. *Türkiye tarımında kimyasal ilaç kullanımı: Etkinsizlik, sorunlar ve alternatif düzenlemelerin etkileri*. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 63, Ankara.
- Lahlali, R., Jaouad, M., Moinina, A., Mokrini, F., Belabess, Z., 2021. Farmers' knowledge, perceptions, and farm-level management practices of citrus pests and diseases in Morocco. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 128(5), 1213-1226.
- Newbold, P., 1995. *Statistics for business and economics*. Prentice-Hall International, New Jersey, 867 p.
- Ngowi, A.V.F., 2003. A study of farmers' knowledge, attitude and experience in the use of pesticides in coffee farming. *Afr Newslett on Occup Health and Safety*, 13: 62-64.
- Obopile, M., Munthali, D.C., Matilo, B., 2008. Farmers' knowledge, perceptions and management of vegetable pests and diseases in Botswana. *Crop Protection*, 27(8): 1220-1224.
- Özkan, B., Vuruş Akçaöz, H., Karadeniz, C.F., 2003. Antalya ilinde turuncgöl üretiminde tarımsal ilaç kullanımına yönelik üretici tutum ve davranışları. *ANADOLU J. of AARI*, 13(2):103-116.
- Parveen, S., Nakagoshi, N., Kimura, A., 2003. Perceptions and pesticides use practices of rice farmers in Hiroshima prefecture, Japan. *Journal of Sustainable Agriculture*, 22(4): 5-30.
- Peker, A.E., 2012. Konya ili domates üretiminde tarımsal ilaç kullanımına yönelik çevresel duyarlılık analizi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 2(1): 47-54.

- Petrescu-Mag, R.M., Banatean-Dunea, I., Vesa, S. C., Copacinschi, S., Petrescu, D.C., 2019. What do Romanian farmers think about the effects of pesticides? Perceptions and willingness to pay for bio-pesticides. *Sustainability*, 11(13): 3628.
- TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 11.07.2023).
- Uzundumlu, A.S., Kılıç, B., Tozlu, G., 2017. Fındık üretiminde kimyasal ilaç kullanımını etkileyen faktörlerin analizi: Giresun ili örneği. *GÜFBED/GUSTIJ*, 7(1): 1-9.

Bölüm 9

LORAWAN SİSTEMİNİN GENEL YAPISI VE TARIMSAL SULAMA SİSTEMLERİNDEKİ UYGULAMALARININ İNCELENMESİ

Hayrettin KARADÖL¹

¹ Dr.Öğr.Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, hayrettinkaradol@gmail.com, 0000-0002-5062-0887

Giriş

Gelişen teknoloji ile birlikte sulamada optimizasyonu sağlamak amacıyla bitki yetiştirilen arazi üzerinde toprak nemi ölçümünde çeşitli ve düşük maliyetli sensörler üretilmiştir. Sensör verileri değerlendirilirken bitki fizyolojisi, kök derinliği ve toprak özellikleri gibi faktörler göz ardı edildiğinde, efektif sulama yapmak mümkün olmamaktadır. Toprak neminin doğru bir şekilde ölçülmesi durumunda ise bu verilerin bir kontrolöre iletilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde tüketilen toplam suyun yaklaşık % 74'ü sulamada kullanılmaktadır. Kullanılan sulama yöntemleri içerisinde en fazla su kaybı, Yüzeysel sulama yönteminde oluşmaktadır (% 35-% 60), yağmurlama ve damla sulamada ise su kaybı daha azdır (% 5-% 25). Bilinçsiz sulama yapılması nedeniyle ülkemizde binlerce dekar arazi tarım yapılamaz hale gelmiş ve verim kayıpları oluşmuştur (Su yönetimi, 2021). Günümüzde otomatik sulama sistemleri kullanılarak hem suyun daha efektif kullanılması sağlanmakta hem de iş gücü tasarrufu sağlanabilmektedir.

Akıllı sulama sistemleri, arazideki geçmiş yıl üretim ve sulama verilerini kaydederek, geleceğe yönelik sulama işlemleri için daha doğru kararlar alınmasını sağlamaktadır. Ayrıca zamanla artan bu veriler diğer tarımsal girdilerle, verimle ve ürün kalitesiyle kıyaslanarak tüm tarımsal üretim sürecinin optimizasyonu için kullanılabilir. Akıllı sulama sistemlerinin temelinde, kontrolör sensör ağlarıyla çoğunlukla gerçek zamanlı olarak iletişim kurarak, sensör verilerine ulaşmakta ve hafızasına yüklenen algoritma kurallarına bağlı olarak kararlar verebilmektedir. Burada amaç, optimum girdi kullanarak, daha düşük maliyet ve yüksek verim elde etme olanağı sağlamaktır (Tkteknoloji, 2022).

Hassas tarımda, tarımsal üretim süreçlerinde önemli değişimler yaşanmıştır. Geleneksel tarımda, araziden alınan toprak örnekleri ve bu örneklerin analiz sonuçlarına bağlı olarak belirlenen oranda tüm araziye sabit bir normda uygulama yapılmaktadır. Hassas tarımda ise, ekim, ilaçlama, gübreleme ve su ihtiyaçları gibi girdiler, GPS, uzaktan algılama, gerçek zamanlı sensörler vb. ile toplanarak alana özgü uygulamalar gerçekleştirilmektedir (Özgüven, 2018) .

Hassas tarım uygulamalarının internet uygulamaları üzerinden izlenmesini ve kontrolünü sağlayan IoT (Nesnelerin İnterneti) sistemlerin kullanımını giderek yaygınlaştırmaktadır. IoT, internet üzerinden diğer cihaz ve sistemlerle veri aktarımı ve paylaşımı amacıyla sensörler, yazılımlar ve diğer sistemlerle gömülü olan fiziksel nesnelerin ağını ifade etmektedir (Oracle, 2022). IoT'nin yapısı üç katmandan oluşmaktadır bunlar; algılama katmanı (sensörler), ağ katmanı (veri aktarımı) ve uygulama katmanı (veri depolama ve işleme) (Tzounis ve ark., 2012). IoT ile geliştirilen teknolojiler, sistemlerin sürekli olarak denetimi ve daha basit yönetimi sayesinde bağımsız parçacık-

ların birbirleri ile bağlanıp haberleşmelerini sağlayan yapıyı sunmaktadır. IoT sistemlerin yaygın olarak kullanıldığı tarım alanlarından biri de otomatik sulama sistemleridir. Otomatik sulama sistemleri kullanılarak gerçekleştirilen sulama sistemleri, belirli zaman aralıklarında ya da toprak nemi ve ortam verilerine (sıcaklık, nem, rüzgar hızı, güneşlenme süresi vb.) bağlı olarak gerçekleştirilebilmektedir (Karpagam ve ark., 2020).

Geniş tarım arazilerinde verilerin kablolarla taşınması mümkün olmadığı için kablosuz iletişim kullanılmaktadır. Çağımızın en etkili araçlarından biri olan kablosuz iletişim, birçok alanda kullanılmaktadır. Ancak, düşük bant genişliği ve veri iletimindeki gecikmeler kablosuz sensör ağlarının dezavantajları arasındadır. Son dönemde ise bu ihtiyaca cevap verebilecek haberleşme teknolojilerinde önemli gelişmeler olmuştur. Bu gelişmelerin başında ise, LoRaWAN (Long Range Wide Area Network), Sigfox, NB-IOT gibi, düşük bit oranlarındaki verinin uzun mesafelere düşük güç tüketimiyle aktarımını sağlayan kablosuz haberleşme teknolojileri gelmektedir. Tarımsal üretim süreçlerinde LoRaWAN sisteminin kullanımı giderek artmaktadır. Bunlardan bazıları; (1) *Toprak Nemi*: Lora modülasyon protokolünü destekleyen sensörler kullanarak bitki su durumunu gerçek zamanlı olarak izlenebilmektedir. Böylece, hem su kaynaklarını daha etkili kullanılabilen hem de bitkinin su stresi önlenmektedir. (2) *Hava koşulları*: Bu veriler, hastalık ve zararlı organizmaların yayılımını tahmin etmek ve ayrıca sulama zamanının ve miktarının belirlenmesi için kullanılmaktadır. (3) *Tarım makinelerinin uygulama düzeyi*: Tarım makinelerinin konumu ve çalışma verimliliğinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Böylece, uygulama süresince bölgesel verim ve uygulama haritaları oluşturulabilmektedir. (4) *Bitki Besin Elementi Seviyeleri*: Bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin seviyelerini izlemek, doğru gübreleme programları oluşturmak için önemlidir. Bu veriler, aşırı gübre kullanımını engelleyebilmektedir. Ayrıca, depo ve siloların izlenmesi, canlı hayvan takibi gibi uygulamalardır.

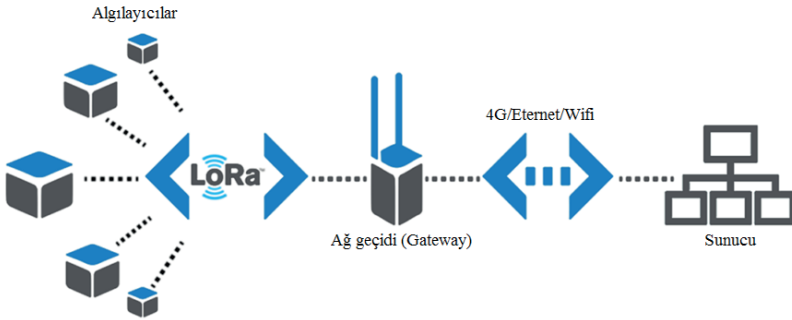
Bu çalışmada, tarımsal üretim süreçlerinde kullanımı giderek artan kablosuz haberleşme yöntemlerinden biri olan LoRaWAN sistemi ve bu sistemin sulama uygulamalarındaki kullanımı incelenmiştir.

Lora ve LoRaWan sistemi nedir?

LoRaWAN, pille çalışan nesnelere bölgesel, ulusal veya küresel ağlarda kablosuz olarak internete bağlamak için tasarlanmış bir Düşük Güçlü Geniş Alan (LPWA) uçtan uca sistem mimarisidir (lora-alliance, 2023). LoRaWAN, LoRa sinyali (sensör verileri) uygulamalara bağlayan ağ protokolüdür. LoRa, verileri taşıyan radyo sinyalidir ve LoRaWAN, bu verilerin ağ üzerinden nasıl iletildiğini kontrol eden ve tanımlayan iletişim protokolüdür (korewireless, 2023). LoRa, düşük bit oranlarındaki verilerin düşük bit hızlarıyla iletildiği uygulamalar için oldukça uygun bir sistemdir. Veriler, Wi-Fi veya

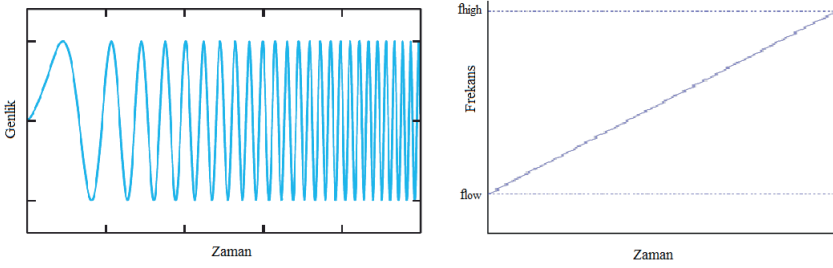
Bluetooth gibi teknolojilere kıyasla çok daha uzun mesafelere iletebilir. Ancak LPWAN teknolojilerinin bu vaatleri gerçekleştirebilmek adına hücresel ve Wi-Fi sistemlerinin bazı avantajlarından feragat etmeleri gerekmektedir. Bunlar, veri iletim hızı ve gecikmelerin en aza indirilmesidir. Bu iki parametrenin gerekliliği akıllı ulaşım, lojistik, video aktarımı (Adelantado ve ark., 2016) gibi birçok uygulamada kritik öneme sahip olsa da gecikmeye duyarlı olmayan ve günün belirli zaman dilimlerinde veri gönderilmesinin yeterli olduğu uygulamalar için birincil öncelik değildir (Yasintimur ve Tavas, 2021). Tarımsal üretim sürecinde sulama uygulamasının saniyeler mertebesinde bir zaman hassasiyetinin birinci öncelik olmaması ve internet erişiminin olmadığı geniş tarım arazilerinde pille çalışan sensör verilerinin kablosuz olarak belirli bir mesafeye kadar (açık alanda yaklaşık 10 km'ye kadar) iletebiliyor olması, Lora teknolojisinin bu alandaki kullanımını arttırmıştır.

LoraWAN sistemi temelde dört kısımdan oluşan bir haberleşme teknolojisidir. Birinci kısım LoRa Node (düğüm noktası) olarak adlandırılan uç noktalardır. Bu noktalarda LoRa modülü içeren veya modül uyumluluğu sayesinde daha sonra bünyesine LoRa modülü takılabilen sensörler, sayaçlar, kontrol cihazları gibi uç nokta cihazları kullanılır. İkinci kısımda Lora Gateway olarak adlandırılan ağ geçidi özelliğindeki cihazlar bulunur. Bu cihazlar, LoRa düğüm noktalarından gelen verileri herhangi bir protokol dönüşümü yapmaksızın Ethernet, WiFi veya hücresel haberleşme gibi haberleşme teknolojilerini kullanarak LoRaWAN sunucusuna aktarmaktadır. Üçüncü kısımda ise verilerin kaydedildiği, değerlendirildiği ve gerekli durumlarda algılayıcılara komutlar gönderen sunucu katmanı bulunmaktadır. Şekil 1'de LoRaWan sisteminin yapısı görülmektedir.



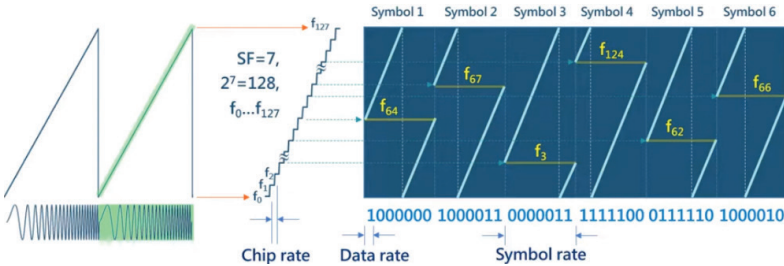
Şekil1. LoRaWan sisteminin yapısı

LoRa, Chirp Spread Spectrum (CSS) tekniğinden türetilen yayılı spektrum tekniğini kullanmaktadır. CSS ilk olarak 1940'lı yıllarda radar uygulamaları için geliştirilmiştir. Cıvıltı, sabit bir genlik değerinde frekansı zamanla artan sinüzoidal bir sinyaldir (Berni ve Gregg, 1973). Cıvıltı frekansı doğrusal olarak artar ve tüm bant genişliğini tarar (Semtech, 2023). Şekil 2'de artan cıvıltı frekansı (up chirp) görülmektedir.



Şekil 2. Chirp Yayılma Spektrumu (CSS) artan cıvıltı frekansı (up chirp)

Lora modülasyonunda frekansın yayılma hızı (minumum değere maksimum değere ulaşma süresi) yayılma faktörü (SF) olarak ifade edilmektedir. Yayılma faktörü 7-12 değerleri arasında değişmektedir. Örneğin SF değerinin 7 olması durumunda band genişliği 2^{SF} değeri kadar adıma bölünmektedir (GwInstech, 2023a) ve her bir sembolün başlangıç frekansı 7 bitlik datayı ifade etmektedir (Şekil 3). SF değerinin düşük olması durumunda cıvıltı (chirp) frekansı maksimum değere daha hızlı erişmekte ve dolayısıyla birim zamanda daha fazla data aktarımı gerçekleştirilmektedir ancak cıvıltı sinyalinin gü-rültü sinyalinden ayrışması zorlaşmakta ve hata oranı artmaktadır.



Şekil 3. Chirp modulation (GwInstech, 2023b)

Konu ile ilgili yapılmış bazı çalışmalar

(Zhao ve ark., 2017), LoRaWAN tabanlı bir akıllı sulama sistemi geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri sistemde, Bir sulama düğümü oluşturmuşlar ve bu sulama düğümü esas olarak LoRa iletişim modülü, solenoid valf ve hidroelektrik jeneratörden oluşmaktadır. Sulama düğümü ile ağ geçidi arasındaki iletişim mesafesi 8 km'dir, bu nedenle önerdikleri sistem 200 hektara kadar geniş bir alanı kapsayabilmektedir.

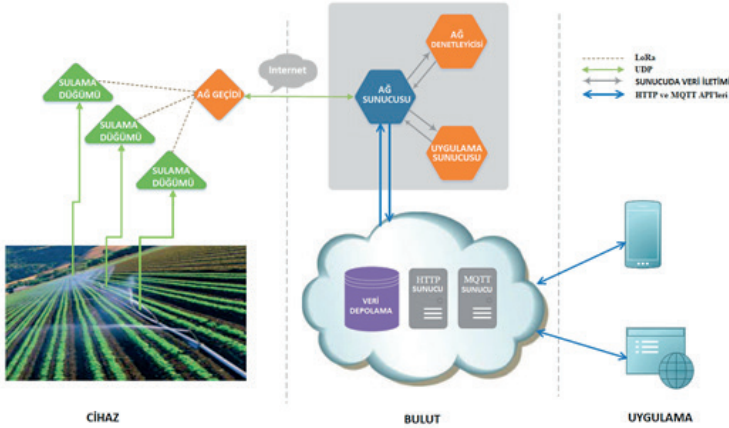
(Kodalı ve ark., 2018), bir akıllı çiftlik izleme modeli önermişlerdir. Bu model, verici düğüm noktasından alıcı düğüm noktasına sıcaklık, nem ve toprak nemi bilgilerini göndermek için LoRaWAN kullanmıştır. Önerdikleri sistem, LoRaWAN teknolojisinin geleneksel ağların tüm dezavantajlarına kıyasla birçok üstün yönün olduğunu göstermişlerdir.

(Fraga-Lamas ve ark., 2020), uzak IoT cihazlarının anında internet erişimine veya elektrik şebekesine sahip olmadığı ve uzun mesafelerin ve birçok engelin kablosuz iletişimi karmaşık hale getirdiği kentsel alanlar için özel olarak tasarlanmış akıllı bir IoT sulama sistemi sunmuşlardır. Bu tür sorunları çözmek için uzun mesafeli ve düşük güç tüketimli iletişim sunan LoRaWAN tabanlı bir mimari önerilmiştir. Özellikle sistem, sensör verilerini toplayan ve bunları hava durumu tahmini veya algılama düğümleri tarafından algılanan nem gibi parametreleri hesaba katan bir sulama programı belirlemek için yerel sis hesaplama düğümlerine veya uzak bir buluta ileten IoT düğümlerinden oluşur.

(Usmonov ve Gregoretti, 2017) yaptıkları çalışmada, damla sulama sistemlerini kontrol etmek için LoRaWAN tabanlı basit ve uygun maliyetli bir sistem oluşturmuşlardır. Çalışmada, güvenilir radyo bağlantısı kurmak için LoRa modüllerini kullanan sistem tasarlanmış ve gereksinimleri karşılayan özelleştirilmiş veri aktarım protokolü devreye alınmıştır. Ayrıca kablosuz düğümler için hem donanım hem de yazılımın uygulama sonuçlarını izlemek ve damla sulama sistemlerinin kontrolünü sağlamak amacıyla bir GUI () uygulaması geliştirmişlerdir.

Lora tabanlı bir Sulama sisteminin genel yapısı

Bu çalışmada Lora tabanlı bir sulama sistemini bölümleri incelenmiştir. Önerilen sistem mimarisi Şekil 4’te gösterilmektedir. Sulama sistemi cihaz, bulut ve uygulama olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır.



Şekil 4. Lora tabanlı sulama sisteminin genel yapısı (Zheng ve ark., 2016).

Cihaz; Sulama düğümü ve ağ geçidi olmak üzere iki tür cihaz vardır. Sulama düğümü, bu sulama sisteminin temel bileşeni olan selenoid valfin durum bilgilerini kontrol etmek ve raporlamaktan sorumludur. LoRa üzerinden ağ geçidine veri gönderir ve bu bilgiler Long Term Evolution (LTE) ağı veya

ethernet aracılığıyla LoRa bulut sunucusuna iletilir. Aktarma düğümü olarak ağ geçidi, düğümler ve sunucu arasındaki veri iletiminden sorumludur. Sulama düğümü ve ağ geçidinin ayrıntıları bir sonraki bölümde verilmektedir (Zheng ve ark., 2016).

Bulut; temel olarak veri işleme, depolama ve uygulamalara API sağlamakla sorumludur. Sistemin ölçeklenebilirliğini sağlamak için bulut, LoRa sunucusu ve hizmet sunucusu olmak üzere iki kısma ayrılmıştır. Ağ geçidi, LoRa sunucusuyla doğrudan iletişim kurar. Ağ geçidi ile LoRa sunucusu arasındaki iletişim protokolü, Kullanıcı Datagram Protokolüdür (UDP). LoRa sunucusu, ağ geçitlerinden alınan verilerin doğrulanması, şifresinin çözülmesi ve analizinden sorumludur. Bulut sunucusu, hem LoRa sunucusu hem de uygulamalar için veri depolama ve HTTP ve MQTT ara yüzlerinin uygulanmasından temel olarak sorumludur. LoRa sunucusu ve bulut sunucusu, MQTT ve HTTP protokolü aracılığıyla birbirleriyle etkileşime girer (Zheng ve ark., 2016).

Uygulama; bulut sunucu tarafından sağlanan API'ler kullanılarak, uygulama bölümünde çeşitli uygulamalar sunulabilir; web uygulamaları, Android veya IOS platformlarında geliştirilen mobil uygulamalar vb. kullanıcılar, uygulama üzerinden tarladaki sulama düğümlerinin durumunu öğrenebildiği gibi, uygulamalar üzerinden de kontrol komutları göndererek sistemini kontrol edebilmektedir (Zheng ve ark., 2016).

Sonuç

LoRa teknolojisinin tarımsal sulamada sunduğu avantajlar genel olarak; Su tasarrufu, enerji verimliliği, uzaktan izleme ve kontrol olarak ifade edilebilir. LoRa sistemleri uzun menzile ve düşük güç tüketimine sahip olması nedeniyle diğer tarımsal faaliyetlerde olduğu gibi sulama sistemlerinde de kullanımının giderek artacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, internet erişiminin kısıtlı olduğu kırsal bölgelerde çiftçiler için önemli ölçüde tasarruflar sağlayabilecektir. LoRa sulama sistemi kurulumunda dikkate alınması gereken faktörler bulunması nedeniyle sistemin kurulum aşamasında bu alandaki uzmanlardan danışmanlık alması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Adelantado, F., Vilajosana, X., Tuset-Peiro, P., Martinez, B., Melia-Segui, J., Watteyne, T. 2017. Understanding the limits of LoRaWAN. *IEEE Communications Magazine* 55(9): 34–40.
- Bansal, R.K., Gupta, V., Malhotra, R. 2010. Performance Analysis of Wired and Wireless LAN Using Soft Computing Techniques- A Review. *Global Journal of Computer Science and Technology*. 10(8): pp. 67-71.
- Berni, A., ve Gregg, W. 1973. On the Utility of Chirp Modulation for Digital Signaling, *IEEE Transactions on Communications*; 21(6): 748–751.
- Fraga-Lamas, P., Celaya-Echarr, M., Azpilicueta, L., Lopez-Iturri, P., Falcone, F., Fernandez-Carames, T.M. 2020 Design and Empirical Validation of a LoRaWAN IoT Smart Irrigation System. In *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*. 42(1); 62
- Özgülven, M.M. Hassas Tarım. Akfon Yayınları, Ankara. 2018. ISBN: 978-605-68762-4-0.
- Oracle. Nesnelerin İnterneti 2022. (12/08/2022 tarihinde <https://www.oracle.com/tr/internet-of-things/what-is-iot/> adresinden ulaşılmıştır).
- Tzounis A, Katsoulas, N, Bartzanas T, Kittas C. 2017. Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems engineering*, 164(1): pp. 31-48.
- Karpagam, J., Merlin, I.I., Bavithra, P., Kousalya, J. 2020. Smart irrigation system using IoT. In *2020 6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS) IEEE*. pp. 1292-1295.
- Su yönetimi. Tarımda Su tasarrufu 2021. (03/02/2021 tarihinde <http://suyonetimi.ankara.edu.tr/wpcontent/uploads/sites/88/2016/05/tarimda-su-tasarrufu.pdf> adresinden ulaşılmıştır).
- Korewireless, 2023. Lora ve LoraWAN (10/09/2023 tarihinde (<https://www.korewireless.com/news/lora-vs-lorawan-what-is-the-difference#:~:text=LoRaWAN%20is%20the%20network%20protocol,is%20communicated%20across%20the%20network> adresinden ulaşılmıştır).
- Gwinstek, 2023. C-1200 Lora Tester. (05/10/2023 tarihinde <https://www.youtube.com/watch?v=vEZ2xDCCvsU> adresinden ulaşılmıştır)
- Lora-alliance, 2023. About LoRaWAN. (25.08.2023 tarihinde <https://lora-alliance.org/lorawan-for-developers/#> adresinden ulaşılmıştır)
- Kodali, R.K, Yerroju S., Sahu, S. 2018. Smart farm monitoring using LoRa enabled IoT. *Second international conference on green computing and internet of things (ICGCIoT)* pp. 391-394.
- Semtech, 2023 Wireless RF. Corporation Wireless Sensing and Timing Products Division (10.09.2023 tarihinde <https://www.semtech.com/products/wireless-rf>

adresinden ulaşılmıştır)

- Usmonov, M ve Gregoretti, F. 2017. Design and implementation of a LoRa based wireless control for drip irrigation systems. In 2017 2nd international conference on robotics and automation engineering (ICRAE), IEEE., pp. 248-253.
- Yasintimur, S., Tavas, V. 2021. NB-IOT Ve Lora Habrleşme Teknolojilerinin Karşılaştırmalı Performans Analizi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 20(40): pp. 297 - 313.
- Zhao, W., Lin, S., Han, J., Xu, R., Hou, L. 2017 Design and Implementation of Smart Irrigation System Based on LoRa, IEEE, pp. 1-6.
- Zheng, K., Zhao, S., Yang, Z. 2016. Design and Implementation of LPWABased Air Quality Monitoring System. IEEE Access, 4(1): pp. 3238- 3245.

Bölüm 10

SIIRT FISTIĞINDA VERİMİ ETKİLEYEN BAZI FAKTÖRLER KONUSUNDA YETİŞTİRİCİLERİN UYGULAMALARI

Abdullah AKBOĞA¹

Koray ÖZRENK²

Görkem ÖZTÜRK³

1 Zir. Yük. Müh. Abdullah AKBOĞA Orcid No: 0000-0002-3616-2154 Batman Gercüş İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü

2 Prof. Dr. Koray ÖZRENK Orcid No: 0000-0002-6692-2337 Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

3 Doç. Dr. Görkem Öztürk Orcid No: 0000-0003-3767-0537 Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

1. GİRİŞ

Dioik (iki evcikli) yani dişi ve erkek ağaçları ayrı olan ve sert kabuklu bir meyve türü olan antepfıstığı (*Pistacia vera L.*)'nin ıslah edilmesi çok eski zamanlara dayanmaktadır. Çeşitli kaynaklarda antepfıstığının, ilk kez Etiler döneminde Güney Anadolu'da ıslah edildiği, ayrıca o zamanda kralların ve ancak maddi gücü iyi olan insanların sofralarında yer alabilecek kadar kıymetli ve kaliteli kültür çeşitlerinin olduğu bilinmektedir. Arkeologlar M.Ö. 6750 yıllarında yaptıkları çalışmalar neticesinde, Irak'ın kuzeydoğu bölgesinde yer alan Jarmo civarında fıstığın aşırı derecede tüketildiğine dair bulguları tespit etmişlerdir. Suriye'de yetiştirilen fıstık ağaçlarını Poseidonlular, M.S. 1.y.y.'da kaydettikleri için Romalı ve Yunanlı yazarları fıstığın anavatanının Suriye olduğunu düşünmelerine neden olarak onları yanıltmışlardır. Fıstık ağaçlarının Avrupa'ya gelişi Hristiyanlığın başlangıcıyla yaygınlaşmıştır.

Antepfıstığı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı ülkelerden bir tanesi de Türkiye'dir. Türkiye'de antepfıstığı yetiştiriciliğinin çok büyük bölümünü Güneydoğu Anadolu Bölgesi üstlenmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı şehirlerden bir tanesi de Siirt ilidir. Siirt ilinde özellikle bölgeye adapte olmuş ve yöre halkı tarafından benimsenen ayrıca kendine has özellikleri ile ön plana çıkan Siirt çeşidinin yetiştiriciliği yoğun olarak yapılmaktadır. Ayrıca Siirt çeşidinin aşılandığı ve bölgeye uyum sağlamış buttum ve melengiç çeşitlerinin yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Bunların yanında Uzun, Halebi, Ohadi çeşitleri de nadiren yetiştirilmektedir.

Türkiye'de ekonomik anlamda antepfıstığı yetiştiriciliğinin ıslahına yönelik olarak 1937 yılında 'fıstık istasyonu' adıyla Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü kurulmuştur. Sonraki süreçte 1943 yılında Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdürlüğü ve antepfıstığının yetiştiriciliği ve plantasyonu ile alakalı çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. O tarihlerden günümüze kadar ekonomik anlamda antepfıstığı yetiştiriciliğinin ıslahı ile ilgili birçok çalışma yapılmasına, belirli seviyede gelişme olmasına rağmen henüz istenilen sonuçlar elde edilememiştir.

Siirt ilinde fıstık yetiştiricilerinin, Siirt çeşidinde verimi etkileyen bazı faktörler konusunda uygulamaları ve mevcut durumları tespit edilerek verimin artırılmasına katkıda bulunarak ve buna bağlı olarak öncelikle yetiştiricilerin yetiştirme konusunda bilinçlendirilmesinin sağlanması, böylelikle hem Siirt ili hem ülke ekonomisine hem de literatüre maksimum katkının sağlanması amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2020 yılında yapılan bu tez çalışmasının ana materyalini, Siirt ili ve ilçelerinde ikamet eden Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS)'ne kayıtlı fıstık üreticileri yapılan yüz yüze anket formlarından elde edilen orijinal veriler, çalışmamızın birincil

verilerini oluşturmuştur. Çalışmamızın ikincil verilerini ise Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), Tarım ve Orman Bakanlığı Siirt İl Müdürlüğü ve İlçe Müdürlükleri verileri ve konu ile ilgili daha önce yayınlanmış araştırma ve inceleme sonuçlarından, yayınlanmış çeşitli tez ve makalelerden, konu ile ilgilenen kamu kurum ve kuruluşlarından elde edilen veriler oluşturmuştur.

2.2. Metot

2.2.1. Verilerin Toplanması Kullanılan Yöntem

Araştırma Siirt fıstığının en yoğun yetiştirildiği 7 ilçede (Siirt Merkez, Baykan, Eruh, Kurtalan, Pervari, Şirvan ve Tillo ilçelerinde ve bu ilçelerin köylerindeki tarımsal işletmelerde yürütülmüştür. Tarım ve Orman İl Müdürlüğü'nden elde edilen verilere göre Çiftçi Kayıt Sistemine kayıtlı fıstık üretimi yapan toplam üretici sayısının 3669 olduğu tespit edilmiştir. Ulaşım olanaklarının zor olması, terör olayları ve fıstık yetiştiricileri sayısının fazla olması nedeniyle tüm fıstık yetiştiricilerine ulaşma imkânı çok zor ve maliyetli olduğundan dolayı araştırmada kapsama tüm üreticilerin alınması yerine, örnekleme yöntemiyle bir kısmının alınmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Bu amaçla aşağıdaki oransal örnek hacmi formülünden yararlanılmış (Newbold, 1995) ve %90 güven aralığı ile %8 hata payı esas alınarak örnek hacmi 103 olarak belirlenmiştir. Her ilçeden kapsama alınan üretici sayısının belirlenmesinde, toplam üretici sayısı içerisinde ilçelerin payları esas alınmıştır.

$$n = \frac{N(1-p)}{(N-1)\sigma_{px}^2 + p(1-p)}$$

n = Örnek hacmi

N = Toplam Siirt fıstığı üreticisi sayısı

p = Fıstık yetiştiren üreticilerin oranı (maksimum örnek hacmine ulaşmak için 0.50 alınmıştır)

σ_{px}^2 = Varyans

Yapılan anketlerle yaş, hane halkı sayısı, gelir düzeyi gibi sosyo-ekonomik veriler ile çalışmaya konu olan fıstığın verimi üzerine etkili olan temel unsurlar hakkında yetiştiricilerin sahip olduğu bilgiler, alışkanlıklar, yeniliğe karşı yaklaşımları vb. veriler yetiştiricilerden elde edilmeye çalışılmıştır.

2.2.2. Verilerin Analizinde Kullanılan Yöntem

Verilerin analizinde öncelikle kültürel işlemler ile ilgili kararlarında arazi büyüklüğünün etkili bir faktör olabileceği düşüncesi ile üreticiler arazi büyüklüğü açısından gruplandırılmışlardır. Araştırmada sonuçlar açısından üretici grupları arasında farklılık olup olmadığı istatistiksel olarak test edilmiştir. Öncelikle verilerin normal dağılışı gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla

Kolmogorov Smirnov testi uygulanmıştır. Normal dağılım gösteren değişkenler için Varyans analizi, normal dağılım göstermeyen değişkenler için ise Kruskal Wallis testi kullanılmıştır (Özdamar, 2004). Araştırmada sosyo-ekonomik verilerin analizinde ve bazı nicel verilerin analizinde yüzde ve frekans hesaplamalarından yararlanılmıştır. Fıstık üreticilerinin kültürel işlemlerle ilgili bilgi düzeylerinin, önem verdikleri faktörlerin değerlendirilmesinde likert ölçeği kullanılmıştır. Likert ölçeğine göre, tutum ölçeğinde yer alan ifadeler 5’li bir ölçeğe göre değerlendirilmiştir. Her sorunun yanında; Tamamen katılıyorum-Katılıyorum- Kararsızım- Katılmıyorum- Tamamen katılmıyorum biçiminde cevap ölçeği bulunmaktadır (Bilgin, 1995).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada öncelikle anket yapılan yetiştiriciler sahip oldukları arazi büyüklüğüne göre 4 gruba ayrılmıştır. Buna göre 1. gruptaki yetiştiriciler 1-15 da, 2. gruptaki yetiştiriciler 16-50 da, 3. gruptaki yetiştiriciler 51-100 da ve 4. gruptaki yetiştiriciler 101 da ve üzeri şeklinde gruplandırılmıştır. 1. gruptaki yetiştiricilerin %95’inin, 2. gruptaki yetiştiricilerin %94,73’ünün, 3. gruptaki yetiştiricilerin %94,73’ünün, 4. gruptaki yetiştiricilerin %77,77’sinin erkek olduğu saptanmıştır. Cinsiyete göre yetiştirici sayısı ve oranı verilmiştir. Gruplar arasında yetiştiriciler cinsiyetlere göre sınıflandırıldığında; yüzdelik olarak farklılıkların olduğu gözlenmesine rağmen, sayı olarak homojen bir dağılımın olduğu tespit edilmiştir.

Gruplar arasında yetiştiriciler eğitim durumlarına göre verilmişlerdir. Buna göre 1. gruptaki yetiştiricilerin %30’unun lise, 2. gruptaki yetiştiricilerin %32,35’inin okuryazar olduğu, 3. gruptaki yetiştiricilerin %31,58’inin okur-yazar olduğu, 4. gruptaki yetiştiricilerin %30’unun ilköğretim mezunu olduğu saptanmıştır. Tablo 3.1’ de yetiştiricilerin eğitim durumu ve oranı verilmiştir. Gruplar arasında yetiştiriciler eğitim durumlarına göre sınıflandırıldığında, özellikle 1.gruptaki yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun üniversite mezunu olduğu saptanmıştır. Buna bağlı olarak, üniversite mezunu yetiştiricilerin olduğu ve sahip oldukları arazi miktarının az olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Siirt ilinde yapılan benzer bir çalışmada üreticilerin eğitim düzeyleri incelendiğinde, %50.3’lük kesimi ilköğretim mezunu olup, %37.3’ü ise sadece okur-yazarlık düzeyinde bir eğitime sahiptirler. Geriye kalan %12.4’lük üretici kesimi ise, %5.1 ortaokul, %3.3 lise ve %4 üniversite şeklinde bir dağılım göstermektedir. Buna göre okur-yazarlık düzeyinde eğitime sahip olanların dışında kalan % 62.7’lik üretici kesimi farklı düzeylerde de olsa eğitilmiş olmalarına karşın, eğitim düzeyi ile sulama bilinci arasında pozitif bir ilişkinin bulunamaması, sulamanın benimsenmesinde daha çok klasik üretim anlayışının yaygın olduğunu göstermesinin yanı sıra ortaokul – yüksekokul düzeyinde eğitime sahip olanlar arasında yeni bir çalışmanın yapılması gerekliliğine de işaret etmektedir (Aydın ve Saltuk, 2018).

Tablo 3. 1Anket yapılan yetiştiricilerin yaş aralıkları

Eğitim Durumu		1.grup	2.grup	3.grup	4. grup	Genel
İlköğretim	%	27,5	20,58	21,05	30	24,27
	Sayı	11	7	4	3	25
Lise	%	30	29,41	26,32	-	26,22
	Sayı	12	10	5	-	27
Okur-yazar	%	5	32,35	31,58	10	19,42
	Sayı	2	11	6	1	20
Okur-yazar değil	%	2,5	5,88	21,05	30	9,71
	Sayı	1	2	4	3	10
Üniversite	%	35	11,78	-	30	20,38
	Sayı	14	4	-	3	21

Tablo 3.2' de anket yapılan genel yetiştiricilerin; ortalama 98,34 dekar alana, ortalama 3163,11 ağaca, ortalama 1703,97 meyve veren ağaca, ortalama dekardan 40,8 kg fıstık elde ettikleri ve ortalama fıstığın kilogramını 44,20 TL'ye sattıkları verilmiştir. Toplam ağaç sayısı ve meyve veren ağaç sayısının farklı olmasında, yeni dikilen ve henüz verim çağına gelmemiş fıstık ağaçlarının olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Kolmogorov Smirnov testine göre verim değişkeni normal dağılmaktadır. ($p>0.05$). Yapılan Varyans analizine göre dekara ortalama verim yönünden işletme grupları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Meyve veren ağaç sayısı ve ürün satış fiyatı Kolmogorov Smirnov testine göre normal dağılmamaktadır ($p<0.05$). Yapılan Kruskal-wallis testine göre meyve veren ağaç sayısı yönünden işletme grupları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Ürün satış fiyatı açısından ise işletme grupları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 3. 2 Yetiştiricilerin antepfıstığı üretim alanı ve miktarına ilişkin bilgiler

Fıstık Üretimine İlişkin Bilgiler	1.grup	2.grup	3.grup	4. grup	Genel
Dikim Alanı(da)	21,77	27,82	58,36	285,44	98,34
Toplam Ağaç Sayısı(adet)	560,87	874,57	1873,94	9,344	3163,11
Meyve Veren Ağaç Sayısı(adet)	310,62	664,28	1406,26	4,435	1703,97
Verim(kg/da)	34,17	43,57	46,36	39,1	40,8
Fiyat(TL / kg)	40,82	42,6	46,31	47,1	44,20

Tablo 3.3'te anket yapılan yetiştiricilerden; 1. gruptaki yetiştiricilerin %66,66'sının, 2. gruptaki yetiştiricilerin %83,33'ünün, 3. gruptaki yetiştiricilerin %61,30'unun, 4. gruptaki yetiştiricilerin %69,23'ünün Siirt çeşidini anaç olarak kullandıkları verilmiştir. Gruplar arasında dikimi yapılan antepfıstığı çeşidine bakıldığında arazi büyüklüğünün çok önemli olmadığı sonucuna varılmış olup, tüm gruptaki yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun Siirt çeşidini anaç olarak kullandığı tespit edilmiştir. Siirt yöresinde yapılan fıstık üretimin-

de de yoğun olarak Siirt çeşidinin (%92.9) yetiştirildiğini, bu çeşidi az oranda tercih edilen Kırmızı (%7.1), Halebi (%2), Uzun (%2) ve Ohadi (%1) çeşitlerinin izlediğini çalışmamızın bulguları ortaya koymaktadır (Akboğa ve Pakyürek, 2020).

Tablo 3.3 Anket yapılan yetiştiricilerin anaç olarak kullandıkları çeşitler (Birden fazla cevap verilmiştir.)*

Fıstık Çeşidi		1.grup	2.grup	3.grup	4. grup	Genel
Siirt	%	66,66	83,33	61,30	69,23	70,80
	Sayı	34	35	19	9	97
Buttum	%	17,64	14,28	19,35	23,07	17,51
	Sayı	9	6	6	3	24
Melengiç	%	11,76	2,39	19,35	7,70	10,21
	Sayı	6	1	6	1	14
Uzun	%	3,94	-	-	-	1,48
	Sayı	2	-	-	-	2

Tablo 3.4'te anket yapılan yetiştiricilerden, 1. gruptaki yetiştiricilerin ortalama 541,47; 2. gruptaki yetiştiricilerin 858,42; 3. gruptaki yetiştiricilerin 1870,43; 4. gruptaki yetiştiricilerin 988,88 dişi ağaca sahip oldukları verilmiştir. Erkek ve dişi ağaç sayısı Kolmogorov Smirnov testine göre normal dağılmamaktadır ($p < 0.05$). Yapılan Kruskal-wallis testine göre erkek ağaç sayısı ve dişi ağaç sayısı yönünden işletme grupları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Tablo 3.4 Anket yapılan yetiştiricilerin sahip olduğu toplam erkek ve dişi ağaç ortalamaları

Fıstık Cinsiyet	1.grup	2.grup	3.grup	4. grup	Genel
Erkek	19,4	17,14	29,78	98,32	41,16
Dişi	541,47	858,42	1870,43	988,88	1064,69

Anket yapılan yetiştiricilerden; 1. gruptaki yetiştiricilerin %58,82'sinin, 2. gruptaki yetiştiricilerin %52,94'ünün, 3. gruptaki yetiştiricilerin %55,55'inin 4. gruptaki yetiştiricilerin %50'sinin hastalık ve zararlılara karşı kimyasal mücadeleye başvurdukları saptanmıştır. Tablo 3.5' te anket yapılan yetiştiricilerin hastalık ve zararlılara karşı başvurdukları mücadele yöntemleri ve oranları verilmiştir. Anket yapılan yetiştiricilerin hastalık ve zararlılara karşı başvurdukları mücadele yöntemleri ile ilgili bulgular incelendiğinde tüm yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun kimyasal mücadeleyi tercih ettiği tespit edilmiş ve buna bağlı olarak hastalık ve zararlılara karşı kullanılan kimyasalların özellikle yararlı olan predatör böceklerle zarar ve ilaçlama maliyetinin fazla olduğu sonucuna varılmıştır. İlaçlama maliyetinin azaltılması ve yararlı olan canlıların yok

edilmemesi için öncelikli olarak biyolojik mücadele konusunda yetiştiricilerin bilinçlenmesinin sağlanması ve öncelikli olarak tercih edilmesinin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 3.5 Anket yapılan yetiştiricilerin hastalık ve zararlılara karşı başvurdukları mücadele yöntemleri(Birden fazla seçenek seçilmiştir)*

Mücadele Yöntemi		1.grup	2.grup	3.grup	4. grup	Genel
Kimyasal Mücadele	%	58,82	52,94	55,55	50	55,24
	Sayı	30	27	15	7	79
Biyolojik Mücadele	%	13,72	15,68	22,22	14,29	16,08
	Sayı	7	8	6	2	23
Mekanik Mücadele	%	13,72	11,76	18,53	35,71	16,08
	Sayı	7	6	5	5	23
Entegre Mücadele	%	1,96	7,86	-	-	3,49
	Sayı	1	4	-	-	5
Biyoteknik Mücadele	%	1,96	5,88	-	-	2,79
	Sayı	1	3	-	-	4
Fiziksel Mücadele	%	9,82	5,88	3,70	-	6,32
	Sayı	5	3	1	-	9

Anket yapılan yetiştiricilerden; 1. gruptaki yetiştiricilerin %31,42'sinin, 2. gruptaki yetiştiricilerin %40'ının, 3. gruptaki yetiştiricilerin %61,11'inin, 4. gruptaki yetiştiricilerin %75'inin budamayı işçilere yaptıkları saptanmıştır. Tablo 3.6' da anket yapılan yetiştiricilerin budamayı kime yaptıkları ve oranları verilmiştir. Budamanın kim tarafından yapıldığı ile ilgili bulgular incelendiğinde, arazi büyüklüğü arttıkça budamanın işçilere yaptırılmasının arttığı tespit edilmiş olup, arazi büyüklüğü ve budamanın işçilere yaptırılması arasında doğru orantı olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 3. 6 Anket yapılan yetiştiricilerin budamayı kime yaptıkları

Budama Yapan Kişi		1.grup	2.grup	3.grup	4. grup	Genel
Eğitim almış teknik personel	%	8,57	-	5,55	-	4,16
	Sayı	3	-	1	-	4
İşçi	%	31,42	40	61,11	75	43,75
	Sayı	11	14	11	6	42
Kendisi	%	54,28	54,28	33,34	12,5	46,87
	Sayı	19	19	6	1	45
Diğer	%	5,73	5,72	-	12,5	5,22
	Sayı	2	2	-	1	5

Anket yapılan yetiştiricilerden; 1. gruptaki yetiştiricilerin %36,37'sinin, 2. gruptaki yetiştiricilerin %47,91'inin, 3. gruptaki yetiştiricilerin %48,38'inin, 4. gruptaki yetiştiricilerin %50'sinin fıstık yetiştiriciliğinde karşılaştığı en önemli sorunun fıstık fiyatlarının düşük olması sorunu olduğu saptanmıştır. Tablo

3.7’ de yetiştiricilerin fıstık yetiştiriciliğinde karşılaştığı en önemli sorunlar ve oranları verilmiştir.

Tablo 3.7 Anket yapılan yetiştiricilerin fıstık yetiştiriciliğinde karşılaştığı en önemli sorunlar

Fıstık Yetiştiriciliğinde Karşılaşılan Sorunlar		1.grup	2.grup	3.grup	4. grup	Genel
Fıstık fiyatlarının düşük olması	%	36,37	47,91	48,38	50	46,58
	Sayı	23	23	15	7	68
Üretim girdilerinin fazla olması	%	21,81	14,59	19,36	28,58	16,43
	Sayı	7	7	6	4	24
Girdi fiyatlarının yüksek olması	%	21,81	25	19,36	7,14	21,23
	Sayı	12	12	6	1	31
Pazardaki fiyat dalgalanmaları	%	16,37	10,41	12,90	14,28	13,70
	Sayı	9	5	4	2	20
Çalıştırılacak deneyimli personele ulaşamamak	%	3,64	2,09	-	-	2,06
	Sayı	2	1	-	-	3

Tablo 3. 8’ de anket yapılan yetiştiricilerin fıstık yetiştiriciliği konusunda genel olarak yararlandıkları bilgi kaynaklarına; %43,47’sinin Tarım İl/İlçedeki Ziraat Mühendisleri, %12,5’inin üniversite, %11,96’sının gübre- ilaç bayı, %11,96’sının diğer üreticiler, %16,30’unun kendi bilgilerine, %3,80’inin diğer (akraba ve aile fertleri) bilgi kaynaklarının önerinden yararlandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca yetiştiricilerin yararlandıkları bilgi kaynakları yapılan işlemlere göre sorulduğunda; sulama, budama, dölleme konularında ilk olarak Ziraat Mühendislerinin önerilerinden, ikinci olarak kendi bilgilerinden yararlandıkları tespit edilmiştir. Gübreleme, ilaçlama ile hastalık ve zararlılarla ilgili konularda ise ilk olarak gübre-ilaç bayisi önerilerinden, ikinci olarak Ziraat Mühendislerinin önerilerinden yararlandıkları saptanmıştır. Yetiştiricilerin bilgi kaynaklarına bakıldığında, önemli bilgi kaynaklarından bir tanesinin Tarım İl/İlçedeki Ziraat Mühendislerinin olmasında Siirt İl Tarım ve Orman Müdürlüğü bünyesinde kurulan Fıstıkçılık Biriminin etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 3.8 Anket yapılan üreticilerin fıstık yetiştiriciliğinde genel olarak yararlandıkları bilgi kaynakları(birden fazla seçenek seçilmiştir)*

Bilgi Kaynakları	Sayı	%
Tarım İl/İlçedeki Ziraat Mühendisleri	80	43,47
Üniversite	23	12,5
Gübre- İlaç Bayisi	22	11,96
Diğer Üreticiler	22	11,96
Kendi Bilgilerim	30	16,30
Diğer(Akraba ve aile fertleri)	7	3,80

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar

Bu çalışma, Siirt ilinde bulunan antepfıstığı yetiştiricilerinin, Siirt çeşidinde verimi etkileyen bazı faktörler konusunda uygulamalarını analiz ederek mevcut durumun ortaya konulması ve mevcut durumda görülen eksikliklerin verilen önerilerle giderilmesinin sağlanması ve böylelikle hem yetiştirici hem tüketici hem Siirt hem de ülke ekonomisinde verimliliğin artırılmasına ve devamlılığın sağlanmasına katkıda bulunmak amacıyla yapılmıştır. Çiftçi Kayıt Sistemine (ÇKS)'ye kayıtlı olan fıstık yetiştiricilerinin sayısı esas alınarak 103 tane yetiştirici ile anket çalışması yapılmıştır. Verilerin analizinde öncelikle yetiştiricilerin kültürel işlemler ile ilgili kararlarında arazi büyüklüğünün etkili bir faktör olabileceği düşüncesi ile yetiştiriciler arazi büyüklüğü açısından 4 gruba ayrılmışlardır. Yetiştiricilerin; cinsiyet, yaş, eğitim durumu, aile nüfusu gibi temel sorular ve sahip oldukları arazi miktarı, budama, sulama, döllenme problemleri, gübreleme, hastalık ve zararlılar ile mücadele, verim, elde edilen ürün, ürün satış yerleri ve satış fiyatı, bilgi kaynaklarının neler olduğu gibi teknik sorular sorularak yetiştiriciler analiz edilmiştir.

Bu çalışmaya göre 1.gruptaki yetiştiriciler 1-15 dekar, 2. gruptaki yetiştiriciler 16-50 dekar, 3. gruptaki yetiştiriciler 51-100 dekar ve 4. gruptaki yetiştiriciler 101 dekar ve üzeri şeklinde gruplandırılmışlar. Anket yapılan yetiştiricilerin büyük kısmının 1-50 dekar arasında araziye sahip olduğu ve yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun arazi büyüklüğü açısından küçük, ailenin temel geçimini sağlamaya yönelik olduğu ortaya konulmuştur. Yetiştiricilerin büyük kısmını erkeklerin oluşturduğu, büyük çoğunluğun orta yaş aralığında olduğu saptanmıştır. Genel olarak eğitim seviyesinin yüksek olduğu, buna bağlı olarak ta yeniliklere karşı açık oldukları tespit edilmiştir. Ancak özellikle yaşı büyük olanların, kendine yetiştiricilik konusunda çok güvendikleri ve yeniliklere karşı oldukça katı bir tutum içerisinde oldukları saptanmıştır. Yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun birçok üretici örgütüne üye oldukları ve özellikle Fıstık Üreticileri Birliği'ne üye olanların sayısının fazla olduğu tespit edilmiştir. Yetiştiricilerin sahip oldukları ağaçlara bakıldığında, toplam sahip oldukları ağaç sayısı ve meyve veren ağaç sayıları arasında farklılıkların olmasında, yeni kurulan ve henüz verim çağına gelmemiş fıstık bahçelerinin olduğu tespit edilmiştir. Yetiştiricilerin büyük kısmının ürünlerini tüccarlara sattıkları saptanmıştır. Antepfıstığı yetiştiriciliğinde doğrudan verim üzerinde etkili olan; gübreleme, hastalık ve zararlılar, tozlanma ve döllenme, sulama gibi temel faktörler konusunda yetiştiricilerin bilinçlenmeye başladıkları ancak henüz tam anlamıyla bilgi sahibi olmadıkları tespit edilmiştir. Yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun anaç olarak; Siirt çeşidini yaygın olarak kullandığı, ayrıca buttum, melengiç, uzun, ohadi çeşitlerini de az da olsa kullandığı ve sıra arası ile sıra üzeri mesafelerde 6*6 metre deseninin yaygın olarak kullanıldığı saptanmıştır. Yetiştiricilerin fıstık yetiştiriciliği yanında özellikle küçükbaş hay-

vancılık başta olmak üzere hayvancılık ta yaptıkları saptanmıştır. Hayvancılık yapan yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun hayvanlarından elde ettikleri doğal gübreyi, fıstık bahçelerinde kullandığı tespit edilmiştir. Yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun; gübreleme yaptıkları, ilaçlama yaptıkları, toprak analizi yapmadıkları, bahçelerindeki fıstık ağaçlarına budama yaptıkları tespit edilmiştir. Yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun; girdi sayısının fazla olmasından ve girdi fiyatlarının yüksek olmasından şikayet ettikleri ortaya konulmuştur. Sulama konusunda yetiştiricilerin büyük kısmının sulama yapmadığı, yapanların da büyük kısmının yanlış sulama yaptıkları ortaya konulmuştur.

Arazi büyüklüğünün, verimi etkileyen birçok faktörde çok önemli olduğu tespit edilirken, bazı faktörler konusunda çok önemli olmadığı saptanmıştır. Bunun temel sebebine bakıldığında yetiştiricilerin sürekli iletişim halinde olması ve birbirlerinden etkilenmeleri nedeniyle yetiştiricilik ve uygulamaları birçok konuda neredeyse aynıdır.

Genel olarak yetiştiricilerin yararlandıkları bilgi kaynakları, yapılan işlemlere göre sorulduğunda; sulama, budama, dölleme konularında ilk olarak Ziraat Mühendislerinin önerilerinden, ikincil olarak kendi bilgilerinden yararlandıkları tespit edilmiştir. Gübreleme, ilaçlama ile hastalık ve zararlılarla ilgili konularda ise ilk olarak gübre-ilaç bayisi önerilerinden, ikincil olarak Ziraat Mühendislerinin önerilerinden yararlandıkları saptanmıştır.

Tüm bu sonuçlara ve yetiştiriciler ile yapılan şifai görüşmeler neticesinde, yetiştiricilerin büyük kısmının babadan kalma ilkel yetiştiricilik yöntemlerini yavaş yavaş bırakmaya başladığı ortaya konmuştur. Ancak bazı yetiştiricilerin yeniliklere karşı oldukça katı ve eski geleneksel yöntemlerle yetiştiricilik yaptıkları tespit edilmiştir. Yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun özellikle maddi olarak kamu kurum ve kuruluşlarından destek beklentisi içinde oldukları tespit edilmiştir. Yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun verimi etkileyen birçok faktör konusunda yararlandıkları bilgi kaynaklarından önemli bir tanesinin Tarım ve Orman İl/İlçe Müdürlüklerinde çalışan Ziraat Mühendisleri olmasında Tarım ve Orman Siirt İl Müdürlüğü bünyesinde kurulan Fıstıkçılık Biriminin etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun fıstık fiyatlarının düşük olmasından şikayet etmesinde bu yıl hasatta ürünün fazla olmasının etkili olduğu ortaya konmuştur.

4.2. Öneriler

Hangi sektörde olursa olsun verilecek en büyük destek eğitimidir. Bu sebeple öncelikli olarak yetiştiricilere fıstık yetiştiriciliği ile ilgili eğitimlerin verilmesi en büyük destek olacaktır. Siirt ilinde antepfıstığı yetiştiriciliğinin büyük bir kısmında sulama yapılmadığından, kıraç arazilerde dikim yapıldığından ve bunlara bağlı olarak verim düzeyi düşük olduğundan ayrıca periyodisite nedeniyle fiyat dalgalanmalarının önüne geçmek, hem yetiştiriciyi hem de tüketiciyi korumak adına kamu kurum ve kuruluşları tarafından ge-

rekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Fıstık yetiştiricilerinin karşılaştığı en önemli problemlerden bir tanesi de üretim girdilerinin fazla olması ve girdi fiyatlarının yüksek olması sorunudur. Bu sorunun çözümü için üretim girdilerinin yetiştiricilere hibe desteğinin artırılması veya faizsiz kredi imkanlarının sağlanması yoluyla ilgili kamu kurum ve kuruluşları tarafından maddi desteklemelerin verilmesi sağlanabilir. Yapılacak olan desteklemelerin fıstık yetiştiriciliğinde kullanılmasının sağlanması amacıyla denetlemelerin titizlikle yapılması kanaatimizce faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Akboğa, A. ve Pakyürek, M., 2020. Siirt Fıstığı Yetiştiriciliğinde Üretici Davranışları. ISPEC Journal of Agr. Sciences. 4(2): 171-185.
- Aydın, Y., Saltuk, B. Siirt Yöresi Fıstık Üreticilerinin Sulama Eğilimlerinin Belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi (2018): 119-127
- Bilgin, N., 1995, Sosyal Psikolojide Yöntem ve Pratik Çalışmalar, Sistem Yayıncılık, 178s.
- Newbold, P. 1995. Statistics for business and economics. Prentice Hall Inc., USA.
- Özdamar, K., 2004, Paket programlar ile istatistiksel veri analizi (çok değişkenli analizler). Kaan Kitabevi, Eskişehir.

Bölüm 11

TÜRKİYE'DE KIRAZ ÜRETİMİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ¹

Deniz SARICA²

Vecdi DEMİRCAN³

Aslı DALGIÇ⁴

1 Bu çalışma 15. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresinde 6-8 Eylül 2023 tarihinde Çanakkalede sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

2 Dr. Öğretim Üyesi: Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Isparta/TÜRKİYE

denizsarica@isparta.edu.tr ORCID No:0000-0001-8206-4718

3 Prof. Dr.: Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Isparta/TÜRKİYE

vecdidemircan@isparta.edu.tr ORCID No:0000-0002-0124-6075

4 Arş. Gör.; Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Isparta/TÜRKİYE

aslidalgic.isparta.edu.tr ORCID No: 0000-0001-8206-4718

GİRİŞ

Coğrafi konumu ve iklimsel koşulları sebebiyle birçok farklı meyve ve sebze türünün yetiştirildiği Türkiye, tarım sektöründe kritik ülkeler arasında yer almaktadır. Yetiştirilen meyve türlerinden biri olan kiraz (*Purunus avium L.*), üretimi ve ihracatı ile Türkiye’de tarım sektörünün gelişimine ve ekonomik büyümeye önemli katkılar sağlamaktadır. Kirazın anavatanı Hazar Denizi ile Güney Kafkasya ve Kuzeydoğu Anadolu arasındaki bölge olarak bilinmektedir. Zamanla birçok Doğu ve Batı ülkesine yayılmış ve geniş bir üretim alanına sahip olmuştur. Günümüzde kiraz üretimi Avrupa, Kuzey Afrika, Anadolu, Hazar Denizi, Orta Doğu’nun batısı ve Amerika’nın çeşitli bölgelerinde yapılmaktadır (Şanlı, 2001).

Kiraz iyi bir besin kaynağı olmakla birlikte özellikle fenolik bileşikler olmak üzere oldukça zengin ve önemli bir antioksidan kaynağıdır. Üretilen kirazlar genellikle taze olarak tüketilmekle birlikte endüstride birkaç farklı şekilde kullanılmaktadır. Sanayide kullanım alanları şarap, meyve suyu, konserve (dondurulmuş veya kurutulmuş), şekerleme, pasta ve reçel olarak sıralanabilir (Küçükçongar, Kan, Demirtaş, Öz, & Ülke, 2015; Fonseca vd., 2021).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, dünya genelinde kiraz üretim miktarı yıllar içinde istikrarlı bir artış göstermektedir. Kiraz üretim alanı ve miktarı yıllar itibariyle incelendiğinde, 1991 yılında 1.3 milyon ton olan üretimin 2021 yılında 2.7 milyon tona ulaştığı görülmektedir. Kiraz üretim alanı ise %68.07 artış ile 268 491 hektardan 451 064 hektara ulaşmıştır (FAO, 2023). Kiraz üretiminde %25’lik pay ile Türkiye dünya lideri konumundadır. Türkiye’de kiraz üretimi ile ilgili elde edilen ilk veri 1933 yılına ait olup 18 111 tondan, 2021 yılında 690 bin tona ulaşmıştır (Gümül, 2022; FAO, 2023). Amerika Birleşik Devletleri (ABD) %13’lük üretim payıyla ikinci sırada yer alırken, üçüncü sırada Şili (%12) ve dördüncü sırada Özbekistan (%8) yer almaktadır (FAO, 2023). Ayrıca, Türkiye 82 bin ha kiraz üretim alanı ile en büyük üretim alanına sahip ülkedir. Türkiye’de 2021 yılı verilerine göre kiraz üretimi bakımından, İzmir ili 87 667 tonluk üretim ile ilk sırada yer almaktadır. Bu miktar toplam kiraz üretiminin %12.71’ni oluşturmaktadır. İzmir ilini 52 971 ton ile Bursa ve 51 942 ton ile Konya takip etmektedir (TUIK, 2023). Üretim alanı bakımından Türkiye’yi sırasıyla Şili (49 bin ha), ABD (24 bin ha) ve Suriye (30 bin ha) izlemektedir (FAO, 2023).

Dünya kiraz ihracatına bakıldığında, 2021 yılında 967 bin ton seviyesinde ihracat yapılırken, bu ihracatın %34.68’i Şili tarafından gerçekleştirilmiştir. Kiraz ihracatının %24.64’ünü ise Çin karşılamaktadır. Üçüncü sırada yer alan ABD %7.65’lik bir paya sahiptir. Türkiye ise dünyanın önde gelen ihracatçı ülkeleri arasında %7.28’lik pay ile dördüncü sırada yer almaktadır. Türkiye’nin ağırlıklı olarak kiraz ihracatı yaptığı ülkeler arasında Rusya (24.5

milyon \$), Almanya (15.3 milyon \$) ve Irak (7.8 milyon \$) ilk üçte yer almaktadır (FAO, 2023). Türkiye kiraz üretimi konusunda yüksek bir potansiyele sahip olmasına rağmen, pazarlama stratejilerinin etkin ve yeterli olmamasından dolayı bu güç kiraz ihracatına çevrilememektedir.

Dünya kiraz ithalatına gelince, 1991 yılına kıyasla 2021 yılında 7.5 kat artarak 1 milyon tona ulaşmıştır. En önemli kiraz ithalatçıları Çin (314 bin ton), Hong Kong (283 bin ton) ve Rusya'dır (89 bin ton). Türkiye'nin 41 ton gibi oldukça düşük bir ithalat miktarına sahip olduğu görülmektedir (FAO, 2023).

Bu çalışmada Türkiye'de kiraz ihracat miktarı, kiraz fiyatı, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsıla ve nüfus değişkenlerinin kiraz üretimi üzerindeki uzun ve kısa vadeli ilişkisini belirlemek amaçlanmıştır. Türkiye'de kiraz ihracat miktarı, kiraz fiyatı, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsıla ve nüfus değişkenlerinin kiraz üretimi üzerindeki uzun ve kısa vadeli ilişkisini belirlemek amacıyla, 1991–2021 yılları arasındaki yıllık veriler kullanılarak zaman serisi analiz yöntemlerinden otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) sınır testi eş-bütünleşme yaklaşımı uygulanmıştır.

Bilindiği kadarıyla kiraz üretimi ile kiraz ihracat miktarı, kiraz fiyatı, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsıla ve nüfus arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkilerin belirlenmesinde bir ekonometrik prosedürün uygulandığına dair herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açıdan bu çalışmanın literatürde oldukça önemli bir boşluğu doldurması beklenmektedir. Bu nedenle çalışma, üreticiler ve politika yapıcılar için bir referans sağlamayı amaçlamaktadır.

LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde çeşitli alanlarda ARDL sınır testi yaklaşımı yaygın olarak kullanılmaktadır (Hye, 2012; Dritsaki & Stiakakis, 2014; Mebate, Bett, Kiprop, & Gutema, 2015; Ahmad, Firdous, Jatou, Rais, & Mohsin, 2017; Hüsnüoğlu, 2018; Khan, Koondhar, Khan, Ali, & Tianjun, 2021; Labibah, Jamal, & Dawood, 2021; Duru & Parlakay, 2021; Kaplan & Kızılaslan, 2022). Ancak kiraz üretimini etkileyen faktörlerin kısa ve uzun vadeli ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte, tarım sektörü özelinde ARDL sınır testi ekonometrik yönteminin kullanıldığı çeşitli bilimsel çalışmalar yer almaktadır.

Hüsnüoğlu (2018) çalışmasında Türkiye fındık üretim miktarı ile fındık fiyatı arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla ARDL sınır testi yaklaşımını kullanmıştır. Elde edilen ARDL (1, 1) modelinin sonucuna göre, uzun vadede fındık üretimindeki artış fındık fiyatını azaltmaktadır. Kısa dönemde de beklenildiği gibi fındık üretim miktarı fındık fiyatını negatif etkilemektedir.

Duru ve Parlakay (2021), 1970 ile 2019 yılları arasında elde edilen veriler ışığında Türkiye'de iklim değişikliğinin bal verimine etkisini ARDL yöntemi

ile analiz etmiştir. Bu etkiyi ölçmek amacıyla ortalama yağış, ortalama sıcaklık ve CO₂ emisyonu verileri kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, uzun ve kısa dönemde bal verimi ile ortalama yağış ve CO₂ emisyonu arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Her iki dönemde de ortalama sıcaklık ise bal verimini olumsuz etkilemektedir.

Benzer bir şekilde Ahmad vd. (2017), Punjab Pakistan’da iklimsel etkilerin narenciye üretimi üzerindeki etkisini analiz etmişlerdir. Bu amaç doğrultusunda 1989 yılından 2015 yılına kadar olan yıllık veriler ile ARDL yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda iklim değişikliği ile narenciye üretimi arasında kısa ve uzun vadeli bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle sıcaklık ve yağışın narenciye üretimi üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaplan ve Kızılaslan’nın (2022) yapmış olduğu çalışmada, 1991–2020 yılları arasında Türkiye nohut üretim alanı ile üretim miktarı, nohut ürününe verilen destek miktarı ve nohut ürün fiyatı arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkiyi belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ARDL (3, 4, 1, 4) modeli seçilmiş ve uzun dönemde ilgili değişkenlerin nohut ekili alanı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Bağımlı değişkenler arasında yalnızca ürün fiyatı nohut üretim alanı üzerinde pozitif etkiye sahiptir.

Son olarak Chandio ve Jiang (2019) ise, 1971–2016 döneminde Pakistan’da destek fiyatının buğday üretimi üzerindeki uzun ve kısa vadeli etkisini incelemek amacıyla ARDL sınır testi yaklaşımını kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda, uzun ve kısa vadede ekili alanın, destekleme fiyatının ve gübre kullanımının buğday üretimi üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisinin olduğu ortaya konulmuştur.

MATERYAL VE METOT

Veri

Çalışmada 1991 yılından 2021 yılına kadar Türkiye’deki kiraz üretimini etkileyen faktörler analiz edilmiş ve zaman serisi verileri kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmada seçilen değişkenler, kiraz ihracat miktarı (EXP), kiraz üretici fiyatı (PR), kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsıla (GDP), nüfus (POP) ve kiraz üretimidir (PRO).

İhracat değeri (\$), ihracat hacmi (ton), kiraz üretici fiyatı (\$/ton) ve üretim miktarı (ton), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, 2023), kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsıla (sabit 2015 \$) ve nüfus verileri Dünya Bankası (WB, 2023) veri tabanından toplanmıştır. Ayrıca çalışmada ulusal ve uluslararası bilimsel yayınlardan ve kitaplardan da yararlanılmıştır.

Model

Daha önce belirtildiği gibi, uzun ve kısa vadede Türkiye’de kiraz üretimini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla, çalışmada 1991–2021 yılları arasındaki yıllık veriler kullanılarak zaman serisi analiz yöntemlerinden otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) sınır testi eş-bütünleşme yaklaşımı uygulanmıştır. Çalışmanın amacına ulaşmak adına izlenmesi gereken bazı adımlar vardır. Bunlardan ilki, incelenen modeldeki değişkenlerin durağanlığının belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda analizde Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi (Dickey & Fuller, 1979) ve Phillip-Perron (PP) (Phillips & Perron, 1988) testi uygulanmıştır. İkinci adımda, değişkenler arasında eş-bütünleşmenin var olup olmadığı belirlenmiş ve ardından Pesaran, Shin, ve Smith (2001) geliştirmiş oldukları otoregresif dağıtılmış gecikme modeli olan ARDL sınır testi kullanılmıştır. Üçüncü adımda ise, değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkileri değerlendirilmiştir. Son olarak tahmin edilen modelde yapısal bir kırılma olup olmadığını değerlendirmek için Brown, Durbin, ve Ewans (1975) tarafından oluşturulan CUSUM ve CUSUM of Squares grafikleri elde edilmiştir.

Araştırmada kullanılan ARDL sınır testi ile farklı derece veya seviye değerinde durağan olan [I(0) ve/veya I(1)] bir dizi seri üzerinde eş-bütünleşme testi yapılabilir. ARDL testinin bir diğer avantajı da kısıtsız hata düzeltme modeli sayesinde klasik eş-bütünleşme testlerinden daha doğru ve güvenilir sonuçlar vermesidir. Aynı zamanda küçük örneklemelerde daha iyi performans gösteriyor olması bu testin önemli bir avantajıdır (Polat & Gemici, 2017). Daha önce de belirtildiği gibi ADF ve PP birim kök testleri kullanılarak serilerin durağanlık düzeyleri test edildikten sonra değişkenler arasında eş-bütünleşme olup olmadığını belirlemek için öncelikle ARDL modelini kurmak gerekmektedir. Ampirik literatürün gözden geçirilmesinin ardından, çalışmanın amacına bağlı olarak model şu şekilde belirlenmiştir:

$$\Delta PRO = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} \Delta EXP_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_{2i} \Delta GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^v \beta_{3i} \Delta POP_{t-i} + \sum_{i=0}^y \beta_{4i} \Delta PR_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Bu formülde Δ birinci farkı temsil eder ve p, q, v ve y uygun gecikme sayılarıdır. Burada değişkenler arasında eş-bütünleşme olup olmadığını anlamak için F testi kullanılır. Hesaplanan F istatistiğinin Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen alt ve üst kritik değerlerinden büyük olması durumunda eş-bütünleşme olduğu, iki kritik değer arasında durumun belirsiz olduğu, alt kritik değerden düşük olması durumunda ise eş-bütünleşme olmadığı yargısına varılmaktadır. Değişkenler arasında eş-bütünleşme varsa, kısa ve uzun dönemli ilişkileri tespit etmek için ARDL modeli kurulur. Uzun dönemli ilişkinin katsayıları hesaplandıktan sonra modelin uygunluğunu değerlendirmek için tanımsal testler kullanılmaktadır. Ayrıca CUSUM ve CUSUM of Squares testleri kullanılarak da modelin istikrarlı olup olmadığı tespit edilmektedir. İstatistikler EViews 10 programı kullanılarak elde edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma kapsamında, eşitlik (1)'deki modelin analizinden önce değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1: Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler

	PRO	EXP	GDP	POP	PR
Ortalama	366 407.10	40 531.70	8 249.13	67 293 576.00	1 072.28
Max.	724 944.00	87 251.81	13 341.56	83 429 607.00	1 949.00
Min.	150 000.00	5 807.00	5 253.37	52 992 479.00	514.80
Std. Sap.	181 702.30	25 519.14	2 420.56	9 028 147.00	433.70
Jarque-Bera	2.87	2.20	2.81	1.65	2.86
Önem Düzeyi	0.24	0.33	0.26	0.44	0.24

Kaynak: Yazarın hesaplamaları.

Tanımlayıcı istatistikler, veri setini uygun ve anlaşılır bir yöntemle sunulmasını sağlamaktadır. Bu amaçla, çalışmada ilgili döneme ait serileri açıklamak için, ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma gibi bazı önemli istatistiksel değişkenler kullanılmıştır. Elde edilen standart sapma değerlerinden oynaklığın en fazla olduğu değişkenin nüfus, en az olduğu değişkenin ise ürün fiyatı olduğu belirlenmiştir. Jarque-Bera istatistiği ise tüm serinin normal dağılım gösterdiğini ifade etmektedir.

Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler incelendikten sonra modelin analiz edilebilmesi için bazı ekonometrik süreçlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle öncelikle modelde kullanılacak olan değişkenlerin birim kök içerip içermediği test edilecektir. Değişkenlerin birim kök içermesi durumunda normal dağılmış standart hatalar elde edilemeyeceği için yapılan analiz sonucunda anlamlı bir yorum yapılamayacaktır. Bu nedenle değişkenlerin durağanlıkları ADF (Dickey & Fuller, 1979) ve PP (Philips & Perron, 1988) birim kök testleri ile test edilmiştir (bkz. Çizelge 2). ADF ve PP testleri için H_0 hipotezi “seride birim kök vardır” şeklindedir. $|t\text{-istatistik}| < |kritik\ de\ ger|$ ise, H_0 reddedilemez. Seriler her iki testte de “sabit” ve “sabit ve trend” durumları altında test edilmiştir.

Çizelge 2: ADF ve PP birim kök testi sonuçları

I(0)		ADF		PP	
Değişken	Sabit	Sabit & Trend	Sabit	Sabit & Trend	
PRO	1.3720	-1.5559	1.7654	-2.4250	
EXP	-0.2175	-6.0709***	-1.1028	-6.09192***	
GDP	1.5151	-1.2471	5.2080	-0.4686	
POP	2.5124	0.8112	2.9648	0.4336	
PR	-1.4168	-1.0173	-1.4918	-1.0610	
I(1)		ADF		PP	
Değişken	Sabit	Sabit & Trend	Sabit	Sabit & Trend	
PRO	-8.6612***	-9.2133***	-8.6612***	-18.0680***	
EXP	-8.1265***	-7.9430***	-13.1569***	-12.8101***	
GDP	-4.3432***	-4.8732***	-4.1930***	-7.2676***	
POP	-3.6448**	-4.8608***	-1.3326	-1.8343	
PR	-6.6462***	-6.9358***	-6.4979***	-6.8130***	

Not: (**) %5 ve (***) %1 önem düzeylerinde anlamlıdır.

Kaynak: Yazarın hesaplamaları.

Yapılan birim kök testleri sonucunda ihracat serisi dışındaki tüm serilerde birim kök vardır. Serilerin birinci farklarının alınmasıyla ADF birim kök testi sonucunda bütün serilerin her iki durumda da %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu belirlenmiştir. PP birim kök testi sonucuna göre ise nüfus değişkeni hariç tüm değişkenlerin hem sabit hem de sabit ve trend durumunda %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğu tespit edilmiştir. Çok değişkenli modellerde serilerin bir kısmının düzeyde [I(0)], bir kısmının ise birinci farkında [I(1)] durağan olması durumunda bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin tespiti için ARDL yaklaşımına başvurulmalıdır. Uzun dönemli ilişkinin varlığını sınamak için öncelikle hata düzeltme modeli geliştirilmiştir. Eş-bütünleşme analizleri gecikme sayısına duyarlı olduğu için gecikme sayısını belirlemede sistematik bir prosedür kullanılmalıdır (Polat & Gemicci 2017). Bu nedenle model için maksimum gecikme uzunluğu iki olarak belirlenmiştir. Gecikme sayısı iki olarak belirlenen modelde eş-bütünleşme ilişkisini test etmek için F istatistiği hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama sonucunda ARDL (2, 2, 2, 0) modelinin en uygun model olduğu görülmüştür. Çizelge 3'te ARDL (2, 2, 2, 0) modeli için elde edilen F-sınır testi ve kritik değerleri verilmektedir.

Çizelge 3: *F-Sınır testi sonuçları*

	Değer	Önem Düzeyi	I(0)	I(1)
F-istatistiği	8.55***	10%	2.20	3.09
k	4	5%	2.56	3.49
m	2	1%	3.29	4.37
Model	ARDL(2, 2, 2, 0)			

Notlar: 1. “k” açıklayıcı değişkenlerin sayısını, “m” ise maksimum gecikme sayısını temsil eder.

2. (***) %1 önem düzeyinde anlamlıdır.

Kaynak: Yazarın hesaplamaları.

Hesaplanan F istatistiği %1 anlamlılık düzeyinde kritik değerlerden yüksek olduğu için, ilgili dönemde belirlenen değişkenler ile Türkiye kiraz üretiminin uzun dönemli eş-bütünleşme ilişkisine sahip olduğu varsayılmaktadır. Uzun dönem eş-bütünleşme ilişkisi saptandıktan sonra, uzun ve kısa dönem için modelin değişkenlerine ait katsayı tahmin sonuçları hesaplanabilir. Çizelge 4’te, ARDL modelinin kısa ve uzun vadeli ilişkilerine ait tanısal ve kararlılık testlerinin sonuçları gösterilmektedir. Otokorelasyonu belirlemek amacıyla Breusch Godfrey-LM testi, değişen varyansın tespiti için Breusch-Pagan-Godfrey testi, model kurma hatası olup olmadığını tespit etmek için fonksiyonel biçim testi olan Ramsey Reset testi ve verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla Jarque-Bera Normallik testi uygulanmıştır. Bu testlere göre, model oluşturmada otokorelasyon, değişen varyans ve model kurma hatası yoktur. Ayrıca model normal dağılım sergilemektedir. Bu nedenle, modelin sonuçları güvenilirdir.

Çizelge 4: *Tanısal test sonuçları*

	F-istatistiği	χ^2
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM test	2.06	0.17
Jarque-Bera Normality test	1.75	0.42
Breusch-Pagan-Godfrey Heteroskedasticity test	1.04	0.46
Ramsey Reset test	0.01	0.93

Kaynak: Yazarın hesaplamaları.

ARDL (2, 2, 2, 0) modeli uzun dönem tahmin sonuçları Çizelge 5’te sunulmuştur. Uzun dönem katsayıları incelendiğinde Türkiye kiraz üretimi ile kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsıla dışındaki diğer tüm değişkenler

arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Kiraz ihracatı ve üretici fiyatı %1 düzeyinde anlamlıyken nüfus değişkeni %10 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde uzun dönem kiraz üretiminin kiraz ihracatı ile pozitif, üretici fiyatı ve nüfus ile negatif eş-bütünleşik olduğu görülmüştür. Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsılanın kiraz üretimi üzerinde etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamasına rağmen işareti beklendiği gibi pozitifdir. Nüfusun kiraz üretimi üzerindeki etkisi negatif çıksa da katsayısı oldukça küçüktür (-0.02). Ayrıca kiraz üretici fiyatı en büyük ve anlamlı katsayıdır (-80.22). Sonuç olarak, 1991–2021 döneminde Türkiye kiraz üretiminin beklendiği gibi kiraz ihracatı, üretici fiyatı ve nüfus ile eş bütünleşik olduğu söylenebilir. Ancak beklenenin aksine kiraz üretimi ile üretici fiyatı arasındaki ilişki negatif yönlü bulunmuştur. Üretici fiyatındaki artışın üretimi azaltıcı etkisi, birçok ekonomik faktöre bağlı olabilir. Ekonominin durgun olduğu bir dönemde üretici fiyatının yükselmesi üretimi azaltıcı bir etkiye neden olabilir. Üretici fiyatlarındaki artış, girdi maliyetlerinden kaynaklanıyor olabilir ve bu durum üreticilerin kârlarını korumak veya zararlarını azaltmak için üretimi azaltmalarına sebep olabilir. Ayrıca, üretici fiyatının artması ürüne olan talepte düşüşe neden olabilir, bu durumda da üretici ürün stoklamak zor ve maliyetli olacağı için üretimi azaltma yoluna gidebilmektedir.

Çizelge 5: ARDL (2, 2, 2, 0) modeli uzun dönem tahmin sonuçları

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	Önem Düzeyi
EXP	11.48***	3.95	2.91	0.01
GDP	30.51	17.69	1.72	0.10
POP	-0.02*	0.01	-1.83	0.08
PR	-80.22***	23.08	-3.48	0.00

Kaynak: Yazarın hesaplamaları.

Kısa dönem tahmin sonuçları incelendiğinde, modelde yer alan bütün değişkenler ile kiraz üretiminin istatistiki olarak anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür (bkz. Çizelge 6). Türkiye’de kiraz üretiminin nüfus ile uzun vadede negatif, kısa vadede ise pozitif ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak bir önceki dönem ele alındığında nüfusun kiraz üretimine etkisi tekrar negatif hale gelmiştir. Kiraz ihracatı uzun dönemde olduğu gibi içinde bulunduğu dönemde de kiraz üretimi ile pozitif ilişkili olmasına rağmen, bir önceki dönemle negatif ilişkili bulunmuştur. Üretici fiyatı ile ilgili olarak hem önceki hem de mevcut dönemlerde kiraz üretimi üzerinde negatif etkiye sahip olduğu görülmüştür. Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasılaya bakıldığında, mevcut dönemde pozitif etkiye sahip olsa da elde edilen sonuç istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Bir önceki dönemde ise kişi başına

düşen gayrisafi yurtiçi hasılaya kiraz üretimi ile negatif ilişkili ve %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 6: ARDL (2, 2, 2, 0) modeli kısa dönem tahmin sonuçları

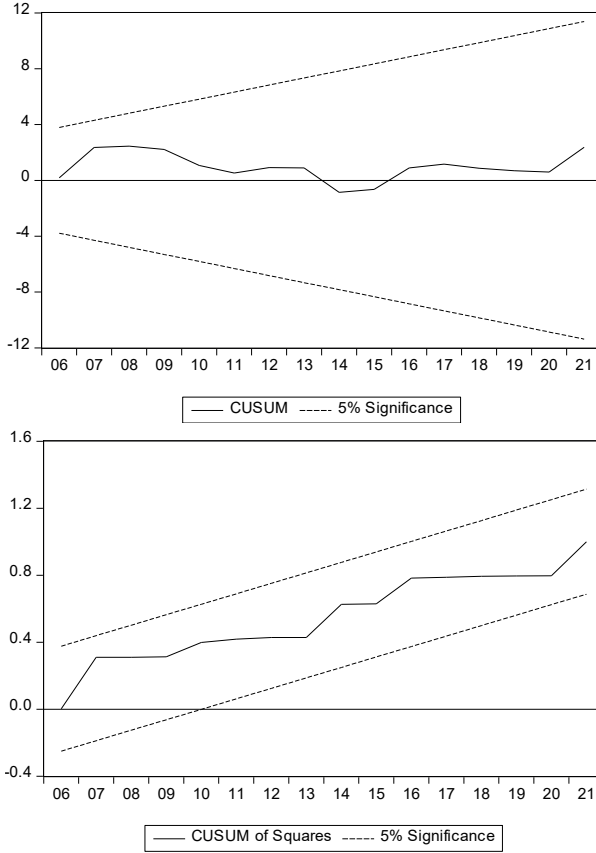
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	Önem Düzeyi
D(EX)	3.04***	0.31	9.94	0.00
D(EX(-1))	-2.53***	0.57	-4.42	0.00
D(GDP)	2.24	9.12	0.25	0.81
D(GDP (-1))	-53.21***	14.04	-3.79	0.00
D(POP)	0.36***	0.08	4.39	0.00
D(POP(-1))	-0.36***	0.08	-4.34	0.00
D(PR)	-61.07**	24.74	-2.47	0.03
D(PR(-1))	-61.07**	24.74	-2.47	0.03
CointEq(-1)*	-0.76***	0.09	-8.20	0.00
R-squared		0.89		
Adj. R-squared		0.86		
F-statistic		8.55		
Durbin-Watson		2.41		
Akaike info criterion		22.29		
Schwarz criterion		22.66		
Hannan-Quinn criterion		22.40		

Kaynak: Yazarın hesaplamaları.

Modelin hata düzeltme terimi ise [CointEq(-1)] istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlı, negatif ve mutlak değeri 0 ile 1 arasındadır. Hata düzeltme teriminin bu özellikleri ARDL (2, 2, 2, 0) modelinde değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin var olduğunu ve tahmin modelinin anlamlı olduğunu doğrulamaktadır. Bu durum kısa vadeli sapmaların sonunda uzun vadede dengeye döneceği anlamına gelmektedir. CointEq(-1): -0.76 değeri, sonraki dönemde meydana gelebilecek çoğu sapmanın dengeye yaklaşacağını göstermektedir. Yani oluşan bir sapmanın %76'sı bir sonraki periyotta tekrar dengeye gelecektir. Bu sonuç modeldeki kısa dönem sapmaların uzun dönemde ortadan kalktığını ifade etmektedir. Ayrıca 0.86 olan düzeltilmiş R^2 değeri oldukça yüksektir ve F-istatistiği (8.55) değerine göre model anlamlıdır.

Brown vd. (1975) tarafından geliştirilen CUSUM ve CUSUM of Squares testleri modelde yapısal bir kırılma olup olmadığını belirlemeye yönelik yöntemlerdir. Bu amaç doğrultusunda CUSUM ve CUSUM of Squares grafikleri Şekil 1'de verilmiştir. Modelde yapısal kırılmaların tespit edilmesi durumunda kukla değişkenler oluşturularak kırılmanın ortadan kaldırılması gerek-

mektedir. Genel kural olan, CUSUM ve CUSUM of Squares grafiklerinin %5 anlamlılık düzeyini ifade eden kritik çizgiler içerisinde yer alması, tahmin edilen modelin uzun dönem katsayılarının tutarlı olduğunu göstermektedir (Tatlı & Lebe, 2017).



Şekil 1: CUSUM ve CUSUM of Squares testlerinin grafikleri

Modelin yinelemeli tahmininden elde edilen Şekil 1'deki CUSUM ve CUSUM of Squares grafikleri, ilgili dönem boyunca %5 önem düzeyinde katsayılar da istikrar ve sistematik bir değişikliğin olmadığını belirtmektedir. Sonuç olarak, tahmin edilen modelin uzun dönem katsayılarının tutarlı olduğunu söylemek mümkündür.

SONUÇ

Kiraz üretiminde %25'lik pay ile dünya lideri konumunda olan Türkiye, dünya kiraz sektöründe oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu durum dikkate alınarak, bu çalışmada, Türkiye'de kiraz üretimi ile kiraz ihracat miktarı, kiraz üretici fiyatı, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsıla ve nüfus değiş-

kenleri arasındaki uzun ve kısa vadeli ilişkiyi belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 1991–2021 yılları arasındaki yıllık veriler kullanılarak zaman serisi analiz yöntemlerinden ARDL sınır testi eş-bütünleşme yaklaşımı kullanılmıştır.

Bahsi geçen analizin gerçekleştirilmesi için öncelikle gerekli olan ADF ve PP birim kök testleri uygulanmıştır. Seriler farklı mertebelerde durağan olduğundan seriler arasındaki ilişki ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılarak analiz edilmiştir. ARDL (2, 2, 2, 0) modelinin bulguları, Türkiye kiraz üretimi ile incelenen değişkenler arasında kısa ve uzun vadeli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Öte yandan, kiraz üretimi ile kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsıla arasında uzun vadeli bir ilişki yoktur. Belirlenen modelde [ARDL (2, 2, 2, 0)] uzun dönemde kiraz üretimi ile kiraz ihracat miktarı pozitif ilişkili iken, kiraz fiyatı ve nüfus ile negatif ve anlamlı bir ilişkiye sahiptir. Kısa dönem tahmin bulguları değerlendirildiğinde modelde yer alan bütün değişkenler ile kiraz üretiminin anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Bulgular, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsılanın uzun dönemde kiraz üretimi üzerinde beklenen anlamlı etkiye sahip olmadığını göstermiştir. Ancak mevcut dönemden bir önceki dönemde kiraz üretimi ile negatif ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca Türkiye kiraz üretimi ile ihracatı arasında uzun dönemde olduğu gibi içinde bulunduğu kısa dönemde pozitif bir korelasyon olduğu fakat bir önceki dönemle negatif korelasyonlu olduğu görülmüştür. Üretici fiyatı ile ilgili olarak, her iki dönemde de kiraz üretimi üzerinde negatif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Elde edilen analiz sonuçları doğrultusunda, karar alıcıların belirli hedefleri ve kesin vaatleri olan önemli değişikliklerle ilerlemesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Kiraz fiyatlarının, kiraz üretimini önemli düzeyde etkileyebileceği göz önünde bulundurularak belirlenmesi Türkiye'nin kiraz üretim stratejisi açısından net bir öneri olacaktır. Ayrıca, soğuk hava depolarının ve paketleme tesislerinin çoğaltılması, taşıma sırasında soğuk zincirin sağlanması, dış pazar talebine yönelik üretimin hedeflenmesi, satış ve pazarlama konusunda bilgi ve tecrübenin artırılması, işlenerek katma değeri yüksek ürünler şeklinde piyasaya sunulması ve ihraç edilmesi çalışma kapsamında yapılabilecek diğer öneriler olacaktır. Literatürde kiraz üretimi ile kiraz ihracat miktarı, kiraz fiyatı, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsıla ve nüfus arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkilerin belirlenmesinde bilindiği kadarıyla bir ekonometrik uygulamanın olmayışı bu çalışmanın literatürde oldukça önemli bir boşluğu dolduracağı inancını artırmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın, üreticiler ve politika yapıcılar için kiraz üretim planlamalarında bir referans sağlaması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Ahmad, S., Firdous I., Jatoy, G. H., Rais, M. U. N. ve Mohsin, A. Q. (2017). Economic impact of climate change on the production of citrus fruit in Punjab province of the Pakistan. *Sci. Int. (Lahore)*, 29(2), 413-415.
- Brown, R. L., Durbin, J. ve Ewans, J. M. (1975). Techniques for testing the constance of regression relations overtime. *Journal of the Royal Statistical Society*, 37, 149-172.
- Chandio, A. A. ve Jiang, Y. (2019). Using the ARDL-ECM approach to investigate the nexus between support price and wheat production: An empirical evidence from Pakistan. *Journal of Asian Business and Economic Studies*, 26(1), 139-152.
- Dickey, D. ve Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimates for autoregressive time series with unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431.
- Dritsaki, C. ve Stiakakis, E. (2014). Foreign direct investments, exports, and economic growth in Croatia: a time series analysis. *Procedia Economics and Finance*, 14, 181-190.
- Duru, S. ve Parlakay, O. (2021). Türkiye'de iklim değişikliğinin bal verimine etkisi: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 791-800.
- FAO. (2023). *Food and Agriculture Organization of United Nations veri tabanı*. Erişim Tarihi: 20 Ocak 2023, <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Fonseca, L. R. S., Silva, G. R., Luís, A., Cardoso, H. J., Correia, S., Vaz, C. V., Duarte, A. P. ve Socorro, S. (2021). Sweet cherries as anti-cancer agents: From bioactive compounds to function. *Molecules*, 26, 2941. doi: 10.3390/molecules26102941
- Hüsnuoğlu, N. (2018). Türkiye'de fındık üretim miktarı ve fiyat ilişkisi: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Social Sciences Research Journal*, 7(4), 24-41.
- Hye, Q. M. A. (2012). Exports, imports and economic growth in China: an ARDL analysis. *Journal of Chinese Economic and Foreign Trade Studies*, 5(1), 42-55.
- Kaplan, K. ve Kızılaslan, H. (2022). Türkiye'de nohut üretim alanını etkileyen faktörlerin ARDL modeli ile analizi, *TEAD*, 8(1), 67-75.
- Khan, Z. A., Koondhar, M. A., Khan, I., Ali, U. ve Tianjun, L. (2021). Dynamic linkage between industrialization, energy consumption, carbon emission, and agricultural products export of Pakistan: an ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 43698-43710. doi: 10.1007/s11356-021-13738-4
- Küçükçongar, M., Kan, M., Demirtaş, M. N., Öz, M. H. ve Ülke, G. (2015). *Konya ili Taşkent ilçesi kiraz üreten tarım işletmelerinin yapısının belirlenmesi*. Erişim Tarihi: 13 Temmuz 2023, [https://arastirma.tarimorman.gov.tr/bahridagdas/Belgeler/TA%C5%9EKENT%20K%C4%B0RAZ%20RAPOR%2028%20ocak%202015%20\[1\].pdf](https://arastirma.tarimorman.gov.tr/bahridagdas/Belgeler/TA%C5%9EKENT%20K%C4%B0RAZ%20RAPOR%2028%20ocak%202015%20[1].pdf)

- Labibah, S., Jamal, A. ve Dawood, T. C. (2021). Indonesian export analysis: autoregressive distributed lag (ARDL) model approach. *Journal of Economics, Business, and Accountancy Ventura*, 23(3), 320-328.
- Mebate, J., Bett, H. K., Kiprop, S. K. ve Gutema, T. Y. (2015). Growth of tobacco exports in Zambia: an ARDL approach. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 6(18), 178-188.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16, 289-326.
- Phillips, P. C. B. ve Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75, 335-346.
- Polat, M. ve Gemici, E. (2017). Analysis of the relationship between BIST and BRICS stock markets in terms of portfolio diversification: cointegration analysis with ARDL boundary test. *Journal of Economics, Finance and Accounting - (JEFA)*, 4(4), 393-403. doi: 10.17261/Pressacademia.2017.749
- Şanlı, V. (2001). *Uluborlu ilçesinde yetiştirilen bazı kiraz çeşitlerinin pomolojik ve fenolojik özellikleri* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Tatlı, H. ve Lebe, F. (2017). Türkiye'de doğalgaz tüketimi, sermaye ve istihdamın ekonomik büyümeyle ilişkisi: eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(1), 1-28.
- TUIK. (2023). *Türkiye İstatistik Kurumu veri tabanı*. Erişim tarihi: 10 Haziran 2023, <https://www.tuik.gov.tr/>
- WB. (2023). *World Development Indicator veri tabanı*. Erişim tarihi: 10 Haziran 2023, <https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.CD.WD?locations=TR>