

BİYOLOJİ VE TARIM BİLİMLERİ ALANINDA GÜNCEL ARAŞTIRMALAR VE YAKLAŞIMLAR

Editörler

Prof. Dr. Mustafa ÖZKAN

Prof. Dr. Makbule ERDOĞDU

DOI:10.5281/zenodo.14580752



Biyoloji ve Tarım Bilimleri Alanında Güncel Araştırmalar ve Yaklaşımlar

Editörler

Prof. Dr. Mustafa ÖZKAN
Prof. Dr. Makbule ERDOĞDU

İmtiyaz Sahibi
Platanus Publishing®

Editör
Prof. Dr. Mustafa Özkan & Prof. Dr. Makbule Erdoğan

Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya
Platanus Yayın Grubu

Birinci Basım
Aralık, 2024

Yayımcı Sertifika No
45813

Matbaa Sertifika No
47381

ISBN
978-625-6637-60-3

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

Adres:Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B,
06480, Mamak, Ankara, Türkiye.
Telefon: +90 312 390 1 118
web: www.platanuskitap.com
e-mail: platanuskitap@gmail.com



PLATANUS PUBLISHING®

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1	5
Yenilebilir Çiçekler	
Zerrin Taş & Bahadır Altun	
BÖLÜM 2	21
<i>Legousia falcata</i> (Ten.) Fritsch ve <i>Legousia pentagonia</i> L. Türlerinin Morfolojik, Anatomik ve SEM Yüzey Analizlerinin Araştırılması	
Mustafa Özkan & Hakan Kendirli	
BÖLÜM 3	45
Türkiye'nin Orman Ekosistemleri ve Toprak Analizinin Önemi Üzerine Bir Değerlendirme	
Ahu Alev Abacı Bayar	
BÖLÜM 4	59
<i>Acer platanoides</i> L. (Akça Ağaç) ve <i>Hippophae rhamnoides</i> L. (Yabani İğde) Ekstraktlarının <i>Fusarium</i> Türlerine Karşı Biyolojik Mücadelede Kullanım Potansiyelinin Araştırılması	
Yusuf Bayar & Abdurrahman Onaran	
BÖLÜM 5	69
Meyve Yetiştiriciliğinde Yeni Bir Yaklaşım: Meyve Örtme (Bagging) Uygulaması	
Selma Boyacı	
BÖLÜM 6	80
Plastik Yiyen Bakteriler	
Belgin Erdem	
BÖLÜM 7	98
Bazı Meyve Türlerinde Meyve Örtme (Bagging) Uygulaması	
Selma Boyacı	
BÖLÜM 8	116
Üniversitelerin Toprak Laboratuvarlarında Kimyasal Maddelerle Çalışma Perspektifinin Değerlendirilmesi	
Ahu Alev Abacı Bayar	

BÖLÜM 9.....132

Akkaraman Koyununda DGAT1 Gen Polimorfizmi

Koray Kırıkçı

BÖLÜM 10.....140

Kitin ve Kitosanın Tarımsal Uygulamalar Açısından Önemi

Özgür Demirel & Tayfun Kaya

BÖLÜM 11.....154

Keçilerde Çoklu Doğum ve Büyüme Özellikleri ile İlişkilendirilen Bazı İndel Mutasyonlar

Koray Kırıkçı



BÖLÜM 1

Yenilebilir Çiçekler

Zerrin Taş¹ & Bahadır Altun²

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Kırşehir, Türkiye
ORCID ID: 0009-0006-8559-1058

² Doç. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-6503-7109

Giriş

İnsanlar yaşamlarını devam ettirebilmek için gerekli olan yiyecekleri bulma, hazırlama ve tüketme işlemleri ilk çağlardan beri önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle yüzyıllardır insanlar ihtiyaçlarını karşılayacak besinleri bulmak için birçok bitkiyi deneyimlemiştir. Bu bitkilerden bazılarını hiçbir işlem görmeden tüketirken bazılarını ise işleme tabi tutarak tüketilecek aşamaya getirmişlerdir. Doğanın insanlara sunmuş olduğu zenginliklerden bir tanesi de çiçeklerdir. Bu çiçekler yüzyıllardır insanlar tarafından farklı amaçlarla kullanılmışlardır. İlk başlarda güzel ve çekici olmalarından dolayı estetik amaçlı kullanılmaya başlanmıştır. Zamanla insanlar bu çiçeklerin renk, aroma, tat ve içerdikleri önemli besin değerleri sayesinde boya, ilaç ve gıda kaynağı olarak da kullanılabileceğini tespit etmişlerdir (Güneş ve Akcan, 2022).

Modernleşen ve küreselleşen dünya ile beraber insanoğlunun tüketim ihtiyaçları da değişime uğramıştır. İlk başlarda hayatta kalmak için yapılan gıda tüketimi, günümüzde özellikle insanların gelirinin artmasına paralel olarak insanları özel lezzetler aramaya da itmiştir. Üreticiler insanoğlunun bu arayışını modern üretim teknikleri kullanarak farklı ürünlerle karşılamaya çalışmaktadır (Metin, 2021).

Çiçekler, Antik Yunan, Roma ve Mısır'a kadar uzanan bir geçmişte, mutfak hazırlıklarında da kullanılmış olup, ilk kayıtların M.Ö. 140'tan itibaren olduğu bildirilmektedir (Fernandes ve ark. 2020). Her ne kadar gıda olarak çiçekler kullanılsa da bu sektörün günümüze kadar, kesme çiçekler veya dış mekan süs bitkileri gibi süs bitkileri sektörü içerisinde geliştiği ve büyüdüğü pek söylenemez.

Dünyada süs bitkileri üretimi 1900'lü yılların başlarında ABD, Hollanda, Japonya, Almanya, İngiltere, İtalya ve Fransa gibi gelişmiş ülkelerin ağırlıklı olarak kesme çiçek üretimine geçmesiyle birlikte ticari önem kazanmaya başlamış, sonraki yıllarda ise sırasıyla iç ve dış mekân süs bitkileri ile çiçek soğanları gelişme göstermiştir (Lawson, 1996). Bitkisel üretim içerisinde yer alan süs bitkileri sektörü, ülke ekonomisine oldukça yüksek oranda katma değer sağlayan bir üretim koludur. Kesme çiçekler, iç mekân bitkileri, dış mekan bitkileri ve soğanlı ve yumrulu çiçekler (geofit) olmak üzere gruplandırılmış olan süs bitkileri sektörü dünya çapında ihracat potansiyeli sebebiyle gün geçtikçe ilginin yoğunlaştığı bir tarımsal faaliyet alanı olmuştur. II. Dünya Savaşı nedeniyle duraksama yaşanan süs bitkileri sektörü 20. yy ortaları ile birlikte tekrar ivme kazanmış ve üretim, ekolojisi müsait olan diğer ülkelere de yayılmaya başlamıştır. Bu yıllarda ABD, Kanada, Hollanda, İngiltere, Fransa, İtalya, Almanya ve Japonya sektörün hem en gelişmiş hem de en önemli pazarları konumuna gelmişlerdir (Karagüzel ve

ark., 2010). 20. yy başlarında hızlanan süs bitkileri yetiştiriciliği bugün dünya üzerinde yaklaşık 145 ülkede toplam 735.500 ha alanda yapılmaktadır. Süs bitkileri üretim alanları bakımından Hindistan, Çin ve Amerika Birleşik Devletleri başı çeken ülkelerdir. Ancak bu ülkeler her ne kadar alan bakımından başı çekiyor olsalar da, üretim değeri bakımından tablo oldukça farklı bir hal almaktadır. Hollanda, süs bitkileri üretim alanları bakımından 2020 yılı verilerine göre 13. sırada yer almasına karşın en yüksek ihracatı yapan ülke konumundandır. Hollanda süs bitkileri ticaretinde Dünya' yı yönlendiren ülkelerin başında gelmektedir. 2019 yılında üretim alanı bakımından alt sıralarda bulunan Hollanda dünya süs bitkileri ihracatının %48'ini gerçekleştirmiştir. Kolombiya bu sıralamada ikinci sırada yer almakla birlikte en büyük ihracatını Amerika Birleşik Devletleri'ne yapmaktadır (Anonim, 2023a).

Süs bitkileri sektörü Türkiye için gelişmiş diğer ülkelere kıyasla yeni ve gelişmeye açık bir alandır. Bitkisel üretim içinde yer alan süs bitkileri sektörü yüksek katma değere sahip bir alt sektör olarak değerlendirilebilir. Ağırlıklı olarak örtü altı üretimin yapıldığı sektör, üretimde teknoloji kullanımı açısından önem arz etmektedir. Dolayısıyla kaliteli bir üretim için, sera konstrüksiyonları, otomatik havalandırma, gölgeleme, gübreleme, sulama, iklimlendirme, saksılama vb. çeşitli otomasyon sistemlerine olan ihtiyaç nedeniyle de farklı sanayilerin de müşterisi olarak ekonomiyi canlandırma noktasında da önemli bir görev üstlenmektedir (Anonim, 2023b).

Ülkemizde süs bitkileri yetiştiricilik açısından kesme çiçekler, iç mekân (saksılı) süs bitkileri, dış mekân süs bitkileri ve çiçek soğanları olmak üzere dört farklı alt gruba ayrılmaktadır. Mevsimlik çiçekler ise dış mekân süs bitkileri içerisinde değerlendirilmektedir. Ancak ülkemizde mevsimlik çiçeklerin üretim alanları, üretim miktarları ve ticaret hacmi konularında herhangi bir veri mevcut değildir. Dünyanın diğer ülkelerinde de olduğu gibi ülkemizde de yenilebilir çiçekler ayrı bir grup içerisinde değerlendirilmez. Dolayısıyla mevsimlik çiçeklerde olduğu gibi yenilebilir çiçeklerin de üretim alanları, üretim miktarları ve ticaret hacmi konularında herhangi bir veri mevcut değildir.

Yenilebilir Çiçek

İnsan beslenmesinde güvenilir bir şekilde tüketilebilecek, içeriğinde herhangi bir toksik madde içermeyen çiçekler “Yenilebilir çiçek” olarak tanımlanabilir (Alasalvar vd., 2013). Yenilebilir çiçeklerin görünümü hiçbir şekilde süs bitkisi olarak kullanılan türlerinden farklı değildir ve yenilebilirlikleri açısından ayırt edilebilmeleri için kimyasal ve biyolojik parametreler kutlanılmalıdır (Me-

tin,2021). Ayrıca tanımlaması yapılmış olan türlerin çiçeklerinin hangi kısımlarının tüketilmesi gerektiğinin bilinmesi de şarttır. Taze veya kurutulularak kullanım olanakları sunan yenilebilir çiçekler, raf ömürleri çok kısa olduğu için daha çok kurutulularak kullanılmaktadır. Geniş bir kullanım alanına sahip olan yenilebilir çiçekler daha çok süs bitkisi amacıyla yetiştiriliyor olsa da, insan sağlığı açısından önemli bileşenler bulundurmasından dolayı tıp ve alternatif tıp alanlarında da kullanımı oldukça yaygındır. Yiyecek ve içecek sektöründe yüz yıllardır tercih ediliyor olsa da hala kullanımı çok yaygın değildir. Ancak yenilebilir çiçekler gıdanın görünümünü, tadını ve estetik değerini güzelleştirmektedir. Bu yüzden bu çiçeklere talep her geçen gün artmaktadır.

Yenilebilir Çiçeklerin Tarihsel Gelişimi

İlk çağlardan günümüze kadar insanların tükettikleri ürünler ve tüketim şekilleri sürekli değişim içinde olmuştur. Yapılan arkeolojik kazılar bizlere bu dönemler hakkında bilgiler vermektedir. Taş devrinde insanların genellikle avcılıkla uğraştıkları bilinmektedir. Bu dönemde insanların bitkileri yeme alışkanlıkları hayvanların otları tüketmesi ile başlamıştır ve ilk tükettikleri ürünler orman bitkileri olmuştur. Tarıma geçişle birlikte insanoğlu birçok çiçeği farklı alanlarda kullanmaya başlamıştır. Bu çiçeklerden biri de yenilebilir çiçeklerdir, bu çiçekleri hem sofralarda hem de tıbbi amaçlı kullanmaya başlamışlardır (Çillioğlu, 2024).

İnsanoğlu orta çağda beslenme ihtiyaçlarını avcılık ve toplayıcılıkla gidermişlerdir. Zamanla buzulların erimesi iklim değişikliğine sebep olmuş bu durum da yeni bitki örtüsünü beraberinde getirmiştir. Değişen bitki örtüsü insanlara yeni yeni besinler sunmuştur. Sürekli yeni arayışlar içinde olan insanoğlu ateşi de keşfetmiştir. Ateşin keşfinden sonra yeni yeni kavimler oluşmuştur. Zamanla Türk kavimleri de meydana gelmiştir. Türkler uzun süre göçebe olarak yaşamışlardır. Türklerin göçebe bir yaşam tarzı sürdürmeleri onların zengin bir kültüre sahip olduğunun göstergesidir. Gittikleri yerlere avladıkları bitki ve hayvanları taşımışlar ve uygun buldukları bitkileri yetiştirmişlerdir. Yenilebilir çiçek gibi birçok bitkiyi ya hiçbir işleme tabi tutmadan ya da çeşitli teknikler uygulayarak tüketmişlerdir (Ertaş ve Karadağ, 2013).

İnsanlık tarihi boyunca yenilebilir çiçekler insan beslenmesinin ayrılmaz bir parçası olmuştur. Başlangıçta insan beslenmesi için kullanılan bu çiçeklerin zamanla tıbbi özellikleri keşfedilmiştir ve insan sağlığının korunması için de kullanılmaya başlanmıştır. Yenilebilir çiçeklerin güçlü bileşimleri ve besin değerleri tüketilmeleri için güçlü neden kabul edilirken tat, renk, koku, aroma özellikleri sayesinde geleneksel mutfaklarda da yerini almayı başarmıştır (Yıldırım, 2022). Günümüzde ise yenilebilir çiçekler, önceki yeme alışkanlıklarını değiştirme ve

yeni tatlar deneme arzusunun yanı sıra, içeriğindeki bileşenler sebebiyle de tüketicinin ilgisini çeker hale gelmiştir. Genellikle salatalarda, çorbalarda, yemeklerde, tatlılarda ve içeceklerde dekoratif amaçlı kullanılan yenilebilir çiçekler, yiyecekleri görsel açıdan güzelleştirerek hazırlanan yiyeceklere güçlü bir kimlik kazandırmaktadır. Giderek artan ilgiden ve mutfaklarda değerli bir bileşen olarak kullanılmasından dolayı yenilebilir çiçeklerin yer aldığı tarifler önem kazanmaktadır (Güneş ve Akcan, 2022).

Yenilebilir Çiçeklerin Sağlık Açısından Olumlu Etkileri

İnsanların beslenme alışkanlıkları bulundukları coğrafyaya göre farklılık gösterse de tüm dünyada insanlar sağlıklı beslenmek için tercih ettikleri gıdalarda daha seçici davranmaktadırlar. Bu durum insanları sürekli sağlıklı ve farklı ürünleri bulma arayışına itmektedir. Çiçekler uzun yıllardan beri görsel amaçlı kullanılıyor olsalar da içerdikleri kimyasal bileşenler sayesinde gıda olarak insan hayatında önemli bir yere sahip olduğu keşfedilmiştir (Vural, 2024). Yenilebilir çiçekler sağlık açısından en fazla tüketilen doğal kaynaklar arasında yer almaktadır. Ayrıca bu bitkiler çiğ olarak işlem görmeden tüketilme özelliğine sahip olduklarından dolayı besin değerlerindeki kayıp daha az olmaktadır. Böylece tüketiciler bu ürünlere daha çok yönelmektedir (Çillioğlu, 2024).

Yenilebilir çiçekler tıp ve alternatif tıp alanlarında ilaç üretimi için de kullanılmaktadır. Yenilebilir çiçeklerin insan sağlığı için birçok olumlu etkisi vardır. Bu olumlu etkilerin bazıları aşağıda sıralanmıştır (Metin, 2021). Yenilebilir çiçekler;

- Yüksek antioksidan kaynağıdır
- Kalori değerleri neredeyse yok denecek kadar azdır
- Karaciğer, kolon gibi bazı kanser türleri ile mücadelede kullanılabilirler
- Bazı türlerinin obeziteyi engelleyici ve HIV karşıtı etkisi olduğu bilinmektedir
- Bazı yenilebilir çiçekler mide koruyucu, yaraların iyileşmesi, saç büyümesi üzerine olumlu etkiler göstermiştir
- Bağışıklık sistemini güçlendirici etkiye sahiptirler
- Nöronal bozulma ve yaşlanmaya karşı kullanılabilir.

Yenilebilir Çiçekler Gıda Olarak Tüketilirken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Yenilebilir çiçeklerin gıda olarak tüketimi sırasında bazı kurallara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu kurallar şu şekilde sıralanabilir (Rindels, 1995);

- Sadece yenilebilir olduğundan emin olunan çiçekler tüketilmelidir. Yenilebilir olduğundan emin olunmayan çiçekler için araştırma yapılmalıdır.
- Çiçekleri kullanarak hazırlanan tabak sunumları ilgi çekicidir. Ancak sunumda kullanılan çiçeğin yenilebilir olması şarttır aksi halde tabakta kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Yenilebilir bitkilerin yetiştiriciliği yapılırken eğer ilaç, gübre vb. maddeler kullanılacaksa bu bitkilerin yetiştiriciliği için uygun olanların kullanıldığından emin olunması gerekir.
- Sadece yenilebilir çiçek üreten tesislerde üretilen çiçekler tüketilmelidir.
- Tüketilen çiçeğin tamamen mi yoksa sadece belli kısımlarının mı tüketildiği bilinmeli ona göre tüketilmelidir.
- Tüketilecek bitkinin bulunduğu arazinin etrafında insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler bırakabilecek çöp depolama tesisleri, işlek yollar, maden işletmeleri gibi alanlar yer almamalıdır
- Çiçeklerin az miktarlarda ve her seferinde değişik tür tüketilmesi sağlık açısından daha doğru bir kullanım olmaktadır.
- Alerji sorunu olan kişiler yenilebilir çiçekleri tüketirken dikkatli olması gerekmektedir.
- Çevresel faktörlere ve mevsimsel özelliklere göre çiçeklerin tatları farklılık gösterebilmektedir.

Dünyadaki Bazı Yenilebilir Çiçek Türleri ve Özellikleri

Yasemin (*Jasminum officinale* L.)

Oleaceae familyasında yer alan bir tür olup tropikal ve ılıman bölgelerde geniş yayılım gösteren türdür. Tırmanıcı ya da çalı formundadır. Güzel kokulu çiçekleri sayesinde kozmetikte ve çiçekçilikte değerlendirilmektedir. Kokulu çay

olarak da kullanımı yaygındır. Çiçeklerinden elde edilen uçucu yağlar aroma vermesi amacıyla dondurma, tatlı, sakız gibi bazı yiyeceklere katılmaktadır (Yaşar, 2021).



Şekil 1. Yasemin Çiçeğinin Görünümü (Anonim 2024c).

Aynısafa (*Calendula officinalis* L.)

Asteraceae familyasına ait bir tür olup tek yıllık veya çok yıllık otsu bir süs bitkisidir. Bitki boyu 25- 30 cm olabilmektedir. Çiçekleri genellikle sarı veya turuncu renktedir. Kozmetik, tıp, peyzaj ve gıda sanayisinde kullanılan aynısafanın kullanım alanları oldukça geniştir. Taze yaprakları salatalarda veya yemeklerde kullanılabilir. Yoğun bir tата sahip olan yaprakları genellikle çorbalara, salatalara, pişmiş bazı yiyeceklere aroma vermesi amacıyla baharat olarak tercih edilmektedir. Aynısafa bitkisi soğuk algınlığı, yara tedavileri, ateşli hastalıklar, böcek ısırıklar, mide krampları gibi durumlarda da kullanılmaktadır (Ayran ve Kan, 2023).



Şekil 2. Aynısafa Çiçeğinin Görünümü (Anonim 2024d).

Yumrulu Begonya (*Begonia x tuberhybrida* Voss)

Begoniaceae familyasına ait bir tür olup genellikle çok yıllık, rizomlu veya yumrulu süs bitkileridir. Yaprakları açık yeşil, hafif parçalı, üst yüzü tüylüdür. Çiçekleri büyük ve çeşitli renklerde olabilmektedir. Genellikle boyları kısa, çiçekleri çok gösterişli değildir. Yumrulu begonyanın çiçekleri lezzetli olup hafif limon tadı barındırmaktadır. Genellikle salatalarda, yaprakları kullanılmaktadır. Ayrıca renklerine bağlı olarak meze tabakları, balık yemekleri gibi yiyeceklerle kullanımı mevcuttur.



Şekil 3. Yumrulu Begonya Çiçeğinin Görünümü(Anonim 2024e).

Çin Karanfili (*Dianthus chinensis* L.)

Çin karanfili (*Dianthus chinensis* L.) Caryophyllaceae familyasına ait olup bodur yapılı ince, narin ve güzel bir veya çok yıllık bitkidir. Çiçeklerinin renkleri mordan kırmızıya, beyazdan pembeye kadar değişiklik gösterir. Kokusu ve çiçeklerinin renklerinin güzel olmasından dolayı çok fazla ilgi çekmektedir. Güzel çiçekler ince dallı saplarda taşınır ve mızrak şeklindeki yapraklar üzerinde gelişir. Avrupa ve Asya'da yaygın olarak yetiştirilen önemli bir süs, botanik, ekolojik ve tıbbi bir bitkidir. Renklerinin güzel ve çekici olmasından dolayı mutfaklarda tabak sunumlarında tercih edilmektedir.



Şekil 4. Çin Karanfil Çiçeğinin Görünümü (Anonim 2024f).

Hercai Menekşe (*Viola tricolor* L.)

Violaceae familyasından olan hercai menekşe, 10-20 cm boylanabilen tek veya çok yıllık bir bitkidir. Hercai menekşenin yaprakları, yeşil renkli ucuna doğru sivrilen oval biçimli ve kenarları dişlidir. Çiçekleri ise, mor, sarı, mavi, turuncu, beyaz, kırmızı renkte üzeri düz, çizgili ya da lekeli. Çiçeklerinin estetik olması sebebiyle peyzaj amaçlı kullanımı yaygındır. Güneşli veya yarı gölge alanlarda tercih eder ve toprak isteği bakımından hafif killi, kumlu, humuslu, iyi gübrelenmiş nemli bahçe toprağında yetişir. Genellikle süs bitkisi olarak yetiştirilmesine rağmen gıda ve tıp alanında da kullanımı mevcuttur. Tatlı bir tada sahip çiçekleri; meyve salatalarında ve kokteyllerde, pasta süslemelerinde tercih edilmektedir. Çiğ veya pişirilerek tüketilebilmektedir. Çiçekleri ve yaprakları antioksidan bakımından zengindir (Karakaya, 2022). Yüksek anthocyanin içerme-sinden dolayı öksürüğü kesme, idrar söktürme, kanı temizleme, damar sertliğini önleme ve deri hastalıklarına karşı koruma özellikleri de mevcuttur (Akgül, 2022).



Şekil 5. Hercai Menekşe Çiçeğinin Görünümü (Anonim 2024g).

Kasımpatı (*Chrysanthemum x morifolium* (Ramat.) Hemsl.)

Asteraceae familyasında yer alan kasımpatı 50-150 cm arasında boylanabilen tek veya çok yıllık formları olan otsu bir bitkidir. Kök sistemi saçak köktür. Yaprakları genellikle derin loblu bir yapıya sahiptir. Yaprak kenarları dişli, düz olabilir veya derin parçalı şekillerde olabilmektedir. Kasımpatı çiçekleri, genellikle gökkuşağının renklerinde çiçek açmaktadır. Kasımpatı kesme çiçek, iç ve dış mekân süs bitkisi olarak kullanımının yanı sıra, dünya genelinde ilaç, gıda ve kozmetik endüstrilerinde de kullanılan bitkilerdendir. Sadece yaprakları yenilebilen bu çiçeklerin aroması çeşidine göre farklılık gösterse de genellikle acı bir tada sahiptir. Yaprakları salata veya çorbaların üzerine serpilerek kullanılmaktadır. Ayrıca çay olarak tüketimi de mevcuttur (Emanetoğlu, 2023).



Şekil 5. Kasımpatı Çiçeğinin Görünümü (Anonim 2024h).

Lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.)

Lamiaceae familyasından olup 1 m'ye kadar boylanabilen yapraklı, özel kokulu, çalı şeklinde çok yıllık bir bitkidir. Lavanta bitkisinin kullanılan kısmı çiçekleridir. Bitkinin çiçek ve çiçek saplarından uçucu yağı elde edilmektedir. Lavanta bitkisi parfüm, kozmetik ve ilaç sektöründe kullanılmakta olup ağrı kesici, sakinleştirici özellikleri bulunmaktadır. Lavanta çiçekleri taze veya kurutularak kullanılabilir. Lavanta çiçekleri jöle, muhallebi, dondurma yapmak için de kullanılır. Ayrıca lavanta çiçeği yaprakları direkt olarak kek, pasta gibi tatlıları tatlandırmak için hiçbir işleme tutulmadan da kullanılabilir. Ayrıca lavanta çiçekleri bazı içecekler ve sirkelerde de kullanılmaktadır.



Şekil 7. Lavanta Çiçeğinin Görünümü (Anonim 2024i).

Hanımeli (*Lonicera japonica* Thunb.)

Caprifoliaceae familyasında yer alan bir bitkidir. Sarmalama özelliği olmasından dolayı büyüme esnasında ağaçların veya başka bitkilerin etrafında dolanarak tırmanmaktadır. Çiçeklenme dönemi yaz başlarında olmaktadır. Çok güzel bir kokuya sahip olan hanımeli beyaz ve sarı renklerde çiçekler açmaktadır. Antioksidan özelliği yüksektir. Bundan dolayı hem gıda alanında hem de kozmetik alanında kullanımı oldukça yaygındır. Çiçeğinin çay olarak tüketimi mevcuttur. Ayrıca bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve ağız sağlığını koruduğu da bilinmektedir (Coşkun, 2022).



Şekil 8. Hanımeli Çiçeğinin Görünümü (Anonim 2024i).

Aslanağzı (*Antirrhinum majus* L.)

Aslanağzı, süs bitkisi olarak kullanılan en yaygın çiçeklerden biridir. Scrophulariaceae familyasındandır. ieklerinin renk yelpazesinin geniş olması ve albenisinin yüksek olması nedeniyle çok fazla tercih edilmektedir. Aslanağzı bitkisi, genellikle Akdeniz havzasında yer alan ülkeler ile Türkiye’de sıklıkla yetiştirilmektedir. Çok uzun boylu ya da bodur kültür eitleri mevcuttur. Bitkinin bazı türleri tek yıllık olurken bazıları ise çok yllıktır. Çiçekleri tek olarak yaprak koltuklarında veya sürgün uçlarında salkımlar halindedir. Aslanağzının çiçeklerinin görüntüsü aslanın ağızına benzetilmektedir (Yücel, 2023). Aslanağzı çiçeğinden hazırlana çayın nefes açıcı etkisinin bulunmaktadır. Aslanağzı ieğı birçok yemek sunumu ile uyum sağlamaktadır. Pastalarda, tatlılarda, kokteyl bardaklarında, salatalarda kullanımına yer verilmektedir.



Şekil 9. Aslanağzı ieğinin Görünümü (Altun B.,2024).

Latin ieğı (*Tropaeolum majus* L.)

Tropaeolaceae familyasına ait bir süs bitkisidir. Latin ieğı tohumla üretilir ve tek yıllık bitkidir ancak şartlar uygunsa bitki uzun yıllar yaşıyabilir. Yaprak rengi parlak yeşil veya sarı-yeşil renklerde olabilmektedir. iek sapı 6-13 cm’dir. iek tablası bardak eklinindedir. Erselik iek yapısına sahiptir. Çiçekleri bitki üzerinde tek bulunur. Bitkinin vejetatif aksamı çok yoğun olmasına rağmen çiçeklenme az olur. Ancak bitkinin iekli kalma süresi uzundur. Yaprakları ve çiçekleri yenebilen bu bitkinin bulunduğu yeri hızlı kapatma özelliği mevcuttur. Süs bitkisi olarak kullanımının yanı sıra mutfaklarda peynir tabakları, salatalar, ana yemekler, tatlılar gibi birçok rnln sunumuna uyum sağlamaktadır. Ayrıca antioksidan, vitamin ve kimyasal bileşim zenginliğinden dolayı insan beslenmesinde de önemli rol oynamaktadır (Eryılmaz, 2018).



Şekil 10. Latin Çiçeğinin Görünümü (Anonim 2024j).

Sonuç

Güzelliğin sembolü olan çiçekler insan hayatında önemli bir yere sahiptir. Çiçeklerin rengi, aroması, görünüşü insanların psikolojileri üzerine olumlu etkiler yapmaktadır. Peyzaj düzenlemelerinde ve kesme çiçek olarak kullanılan çiçeklerin çoğu yenilebilir özelliktedir ve aynı zamanda da alternatif tıpta kullanılmaktadır. Yenilebilir çiçeklerin vitamin, aminoasit, mineral maddeler gibi besin değerlerinin yüksek olması bu çiçeklerin sağlık alanındaki önemini arttırmaktadır. Ayrıca, yemeklere, pastalara, tatlılara ve içeceklere estetik değer katmak amacıyla gastronomide sunumlarda da kullanımı mevcuttur. Öte yandan yenilebilir çiçekler günümüzde gıda ve sağlık alanında çok az tüketici kitlesine sahiptir. Bunun başlıca sebepleri arasında henüz yeterince tanınmamaları ve yeterince üretilmemeleri gösterilebilir. Geleceğe bakıldığında yenilebilir çiçeklere olan talebin artacağı ve bu duruma paralel olarak da üretim miktarlarının da artacağı öngörülebilir. Son yıllarda insanlar hem yeni tatlar aramakta hem de besinleri sadece karın doyurmak için değil, kaliteli ve sağlıklı beslenmek için de tüketmektedirler. Bu amaçla tükettikleri gıdaların besin içeriklerini de araştırarak bilinçli bir tüketim yapmaktadırlar. Dolayısıyla bu durum yenilebilir çiçeklerin geleceği açısından incelendiğinde yukarıdaki öngörüğü destekler niteliktedir. Tek başlarına tüketilme oranı oldukça düşük olan yenilebilir çiçekler, yemeklere, tatlılara, salatalara ve içeceklere dahil edilmekte ve böylece dahil edildiği ürünü daha estetik ve daha iştah açıcı göstermekte aynı zamanda da ürünün besin değerinin artırmaktadırlar.

Kaynaklar

- Akgül, Ş. (2022). Bentonit ve Tavuk Gübresinin Toprağın Biyolojik Özellikleri ile Hercai Menekşe Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Alasalvar, C., Pelvan, E., Özdemir, K.S., Kocadağlı, T., Mogol, B.A., Paslı, A.A., Özcan, N., Özçelik, B., Gökmen, V. (2013). Compostional, nirtionatal and functional characteristic of instant teas produced from low and high quality black teas. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61(31), 7529-36.
- Anonim (2024a). Süs Bitkileri Üreticileri Alt Birliği, Süs Bitkileri Sektörü Ulusal Strateji Raporu. Tübitak, Tüside, Türkiye Tohumcular Birliği, Berikan Matbaacılık Yayıncılık, Ankara, 160s.
- Anonim (2024b). <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin> (Erişim Tarihi: 15.02.2024).
- Anonim (2024c). <https://www.sukulentler.com/jasminum-officinaleortakyasemin/> (Erişim Tarihi: 06.11.2024).
- Anonim (2024d). https://en.wikipedia.org/wiki/Calendula_officinalis#/media/File:Calendula_officinalis_pot_marigold.JPG. (Erişim Tarihi: 07.11.2024).
- Anonim (2024e). https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Begonia_%C3%97_tuberhybrida (Erişim Tarihi: 06.11.2024).
- Anonim (2024f). <https://www.floramut.com/urun/beyaz-mor-bodur-cin-karanfili-ci-cegi-fidesi-3-adet> (Erişim Tarihi: 07.11.2024).
- Anonim (2024g). <https://cicektohumlari.com.tr/karisik-hercai-menekse-400-tohum-miracle/> (Erişim Tarihi: 06.11.2024).
- Anonim (2024h). <https://pixabay.com/tr/photos/krizantemler-%C3%A7i%C3%A7ekler-593664/> (Erişim Tarihi: 06.11.2024).
- Anonim (2024ı). <https://seedcorner.com/english-lavender-lavandula-angustifoliaseeds/> (Erişim Tarihi: 06.11.2024).
- Anonim (2024i). <https://www.aoc.gov.tr/Portal/BitkiselUretimler/hanimeli-/78> (Erişim Tarihi: 07.11.2024).
- Anonim (2024j). <https://www.gardenia.net/plant/tropaeolum-majus-nasturtium> (Erişim Tarihi: 07.11.2024).
- Ayran, İ., Kan, Y. (2023). Konya Ekolojik Şartlarında Kültürü Yapılan Aynısefa (*Calendula officinalis* L.) Bitkisinin Farklı Ekim Zamanlarının Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 12(1), 99-104.
- Coşkun, B., A. (2022). Bazı Yenilebilir Çiçeklerin Bitkisel Çay Olarak Kullanımı, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Çillioğlu, E. (2024). İnovatif Bir Yaklaşım Olarak Mikro Filizler ve Yenilebilir Çiçeklerin Türk Mutfağında Aşçılar Tarafından Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı, İstanbul.
- Emanetoğlu, E. (2023). Bazı Distilasyon Sularının Hüsnüyusuf ve Kasımpaşı Kesme Çiçeklerinde Vazo Suyu Olarak Kullanımının Hasat Sonrası Kalite ve Enzim Aktivitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Ertaş, Y., Karadağ, M. (2013). Sağlıklı beslenmede Türk mutfak kültürünün yeri. Sağlık Bilimleri Dergisi, 2(1), 117-136.
- Eryılmaz, F. A. (2018). Yenilebilir Çiçeklerden Latin Çiçeği (*Tropaeolum majus* L.) Bitkisi ve Biyokimyasal İçeriği Üzerine Bir İnceleme. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi 8(1), 50-58.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saraiva, J. A., Ramalhosa, E. (2020). An Overview on the Market of Edible Flowers. Food Reviews International, 36(3), 258–275. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1639727>.
- Güneş, Ş.N., Akcan, T. (2022). Yenilebilir Çiçek Olarak Gülün Önemi ve Osmanlı Mutfak Kültüründeki Yeri. Aydın Gasrtomy Dergisi, 6(2), 325-334.
- Karagüzel, O., Korkut, A.B., Özkan, B., Çelikel, F., Titiz, S. (2010). Süs Bitkileri Üretiminin Bugünkü Durumu, Geliştirilme Olanakları ve Hedefleri. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı, 539-558.
- Lawson, R.H. (1996). Economic importance and trends in ornamental horticulture. Acta Hort. 432:226-237.
- Karakaya, Y. (2022). Hercai Menekşenin (*Viola tricolor*) Gelişim ve Kalite Parametreleri Üzerine Farklı Konsantrasyonlardaki Akvaryum Suyunun Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı.
- Metin, E. (2021). İnovatif bir yaklaşım olarak yenilebilir çiçeklerin çikolatalarda kullanımı, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Rindels, S. (2015). Ten Rules Of Edible Flowers. Department Of Horticulture, Usa www.İpm.İastate.Edu/İpm/Hortnews/1995/7211995/Eatflow.Html. (Erişim Tarihi: 04.11.2024).
- Vural, G., Y. (2024). Bazı Yenilebilir Çiçeklerin Gelişimi Üzerine Biyoçar Uygulamasının ve Depo Performansları Üzerine Melatonin Uygulamasının Etkisi. Doktora Tezi, Tokat Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Yaşar, B. (2021). Çeşitli Yenilebilir Çiçeklerde Fenolik Ekstraksiyon Koşullarının Optimizasyonu ve Bazı Biyoaktif Özelliklerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldırım, O. (2022). Mutfak Şeflerinin Bakış Açısından Yenilebilir Çiçekler ve Konaklama İşletmelerinde Kullanılma Durumu. Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi, 6(2), 345-368.

Yücel, Ç. (2023). Humik Asit ve Azot Uygulamalarının Aslanagzı (*Antirrhinum majus* L.) Bitkisinin Büyüme ve Çiçek Üretimi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Osman Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.



BÖLÜM 2

Legousia falcata (Ten.) Fritsch ve *Legousia pentagonia* L. Türlerinin Morfolojik, Anatomik ve SEM Yüzey Analizlerinin Araştırılması

Mustafa Özkan¹ & Hakan Kendirli²

¹ Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Görükle Kampüsü, Bursa, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-4380-2279

² Hayriye Kımçak Anadolu Lisesi, Yenice Mahallesi, Mermerler Caddesi, Kırşehir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-6503-7109

GİRİŞ

Ülkemiz birçok bakımdan değerlendirildiğinde bitki çeşitliliği bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Türkiye coğrafik konumu, jeolojik yapısı ve iklim özellikleri yönünden zengin bir floraya ve çok fazla sayıda türe sahiptir. Ayrıca endemik bitkiler açısından da dünyanın en dikkat çeken ülkelerinden biridir. Ülkemizdeki 10754 çiçekli bitki türünden 3708 tanesi endemik olup, bu sayı bütün Avrupa ülkelerinin endemik türlerinin (2500) sayısından daha fazladır. Bu zengin floristik yapısının yanı sıra ülkemiz bazı kültür bitkilerinin gen merkezi olarak düşünülmektedir (Baytop, 1977, Baytop 1984, Davis, 1978).

Campanulaceae familyasının dünyada çok geniş alanlarda yayıldığını ve yaklaşık 90 cins ve 2200 türünün olduğunu belirtilmiştir (Judd ve diğ., 2002).

Campanulaceae familyasının 7 cinsi vardır (*Campanula* L., *Symphyandra* A. DC., *Asyneuma* Griseb. & Schenk, *Michauxia* L'Herit., *Legousia* Durande., *Jasione* L., *Trachelium* L.). Bu cinslere ait Türkiye'de 138 tür bulunmaktadır. Araştırma konumuzu teşkil eden *Legousia* cinsinin genellikle kuzey yarımkürede olmak üzere dünyada 10, Türkiye'de ise 4 türü doğal olarak yayılış göstermektedir (Alçıtepe, 2008).

Alçıtepe (2012) *Campanulaceae* familyasının polen yapıları ile ilgili bir çalışmada polen şekli, yapısı ve yüzey ornamentali bakımından türler arasında yakınlık olduğundan bahsetmiştir. Aynı araştırmacı farklı cinsler arasında farklılıktan da bahsetmiştir.

Gadella (1966) *Campanulaceae* familyası ile yaptığı I ve II nolu çalışmalarında *Campanulaceae* familyasıyla ilgili birçok detaydan bahsetmiştir. *Legousia* cinsinin *Campanula* cinsine yakın olduğu morfolojik benzerliklerinden bahsetmiştir.

Aynı araştırmacı her iki makalesinde *Legousia* türlerinden *Legousia falcata* (Ten.) Fritsch dışında diğerlerinin Avrupa'da geniş yayılış gösterdiğinden de söz etmiştir. Araştırmacı *Legousia hybrida* ve *Legousia pentagonia* L. türlerinin $2n=20$, *Legousia falcata*'nın ise $2n=26$ kromozom sayısına sahip olduğunu belirtmiştir.

Bu çalışma ile Ülkemizde 4 tür ile temsil edilen *Legousia* cinsinin ekonomik bakımdan değerli iki türü (*Legousia falcata* (Ten.) Fritsch ve *Legousia pentagonia* L.) kapsamlı olarak araştırılmıştır. Yapılan araştırmalarda *Legousia* cinsi hakkında detaylı bilgiler verilmiş ve Türkiye Florasındaki bilgilerle karşılaştırılmıştır. Araştırma konumuzu oluşturan *Legousia* cinsi hakkında kayıtlarda çok az çalışma mevcuttur. Literatür kayıtlarında cinse ait türler hakkında kapsamlı çalışmalara rastlanmamıştır.

Legousia falcata (Ten.) Fritsch türü halk arasında yöresel olarak eğri kadınaynası, *Legousia pentagonia* L. ise kadınaynası olarak bilinir. Cinsin Türkiye’de 4 türü doğal olarak yayılış gösterir. Diğer iki tür *Legousia hybrida* ve *Legousia speculum-veneris* türleridir. Cinsin türlerinin hiçbiri de endemik değildir (Davis, 1978).

Campanulaceae familyası özellikle Kuzey Yarıküre’de ve Akdeniz bölgesinde yayılış gösterir, Kısmen kozmopolit olan bu familya 50 kadar cins ve 1000 kadar tür içerir. Tropikal bölgelerde az bulunur, daha çok Akdeniz bölgesinde yaygındır. Türkiye’de 6 cins ve 138 kadar türü bulunur. En zengin cins *Campanula*’dır. Cinslerin tür sayıları: *Campanula* L. 68, *Asyneuma* Griseb et Shenk 12, *Michauxia* L. 4, *Legousia* 4, *Jasione* 2’dir. Türlerin fitocoğrafik bölgeler dağılımları ve oranları ise; Bilinmeyenler 16 (% 13), İran- Turan elementi 39 (% 32), Avrupa- Sibiry element 23 (% 19), Akdeniz elementi 43 (% 36) şeklindedir (Uysal 2007).

Khansaria (2012) *Campanula* cinsi üzerinde yaptığı polen çalışmasında polen yapısının bazı karakterlerinin farklı cinslerde benzerlik gösterdiğinden bahsetmiştir. Exin yüzey yapısının türler arasında sınırlama yapacağından bahsetmiştir. Bigazzi (1986) *Campanulaceae* familyasına dahil olan 16 cinse ait 45 türün yaprak yapılarını ve mezofil hücrelerinin intranükleer yapısı hakkında bilgiler vermiştir. Bu çalışmada araştırma konumuzu teşkil eden *Legousia falcata* ve *Legousia pentagonia* türleri de yer almaktadır.

Khansaria (2012) *Campanulaceae* familyasına ait çalışmada *Legousia falcata* türünün polen yüzey yapısını rugulate tipte olduğundan bahsetmiştir.

Özellikle morfolojik özellikleri, anatomik yapıları tohum ve polen yapı ve şekilleri ile ilgili yeterli araştırmalar bulunmamaktadır. Ülkemizde ise Flora of Turkey kayıtları dışında cins ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu araştırma sonucu *Legousia falcata* ve *Legousia pentagonia* türleri dış morfolojik özellikleri, İç anatomik özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Türlerin tohum ve polen yapıları, tipleri, yüzey ornamentalleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiş ve Türkiye Florasına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada, Türkiye’de yayılış gösteren *Legousia* cinsine ait *Legousia falcata* (Ten.) Fritsch ve *Legousia pentagonia* L. türleri morfolojik, anatomik, polen ve tohum yüzey ornamental yapısı taramalı elektron mikroskobu ile incelenerek birbiriyle karşılaştırılmıştır. Morfolojik incelemeler için toplanan taze ve kuru

bitki örnekleri üzerinde incelemeler yapılmış, teşhise yarayan karakterler belirlenerek örneklerde tespit edilen karakterler not edilmiştir. Ölçümler için 20 örnek üzerinde incelemeler yapılmış, karakterlerle ilgili doğru tespitler için maksimum ve minimum sınırlar verilmiştir.

Anatomik incelemeler için farklı lokalitelerden toplanan türlerin kök, gövde, yaprak, petiyol, kaliks, korolla ve tohumlarından alınan örnekler %70'lik alkolde tespit edilmiştir. Örneklerden parafin metodu uygulanarak mikrotom yardımıyla 10-15 µ kalınlığında enine kesitler alınmıştır. Sürekli preparatlardan Leica DMLB marka mikroskopta değişik büyütmelemlerde dijital fotoğrafları çekilmiştir. Anatomik incelemeler için Metcalfe ve Chalk (1972), İnce (1989) ve Vardar (1987)'dan yararlanılmıştır. Preparatlar mikroskopta incelenerek ölçümleri yapılmıştır. Türlerin çiçek ve tohum kısımlarına ait örnekler alınarak polen ve tohum yapılarının detaylı olarak incelenmesi için SEM'de çekimleri yapılmıştır. Türün olgun meyvelerinden en az 10 tohum örneği olacak şekilde numuneler seçilmiş ve binoküler mikroskop (Leica) altında tohum boyutları ve rengi belirlenmiştir. Bütün türlerin polen preparatları Wodehouse metoduna göre yapılmıştır. Polenler Binoküler Zeiss ışık mikroskobu ile incelenmiştir. Tohum yüzey ornamental yapısı ile ilgili incelemelerde William (1983), Vit ve Agata (2007)'den yararlanılmıştır. Her iki türe ait örnekler 2011-2013 yıllarında çiçekli ve tohum bağlama dönemlerinde yayılış gösterdiği lokalitelerden toplanmıştır. Farklı lokalitelerde toplanan bitki örneklerinin bir kısmı fikse edilerek alkol örneği halinde bir kısmı ise kurutularak herbaryum örnekleri halinde stoklanarak Ahi Evran Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde saklanmaktadır.

BULGULAR

***Legousia falcata* (Ten.) Fritsch**

Bitkinin kökü 1-25 cm uzunlukta ve 1-2,5 mm çapındadır. Primer kök üzerinden 1-15 cm uzunlukta çok sayıda sekonder kökler çıkmaktadır. Kökün dış kısmı kahverengi, bir kabukla örtülüdür. Gövde basit, sarımsı-yeşil renkte, beş belirgin köşeli ve 18-48 cm uzunlukta, 1-3 mm çapındadır. Gövde tüysüz (nadiren tüylü) ve dik konumludur. Yapraklar yeşil renkli, 1,2-3,5 x 0,4-1,2 cm boyutlarında, kenarı kör dişli yapıda (crenat)'dır. Yapraklar mızraksı-yumurtamsı (ovate-lanceolate) yapıda, ağsı damarlı ve petiol yok denecek kadar kısadır. Çiçekler aktinomorf, üstte tek altta gevşek başak (spika) biçimindedir. Kaliks yeşil renkli, uzun sivri uçlu (long-acuminate) şeklindedir. Korolla menekşe renkli beş dişlidir. Kaliks lopları mızraksı-uzun, uçları 18-24 x 1-2 mm boyutlarında, loblar 4-7 mm uzunluğunda, sert kıllı (hispid) tüylüdür. Korolla menekşe erguvani renginde ve 3-8 mm uzunluktadır. Stamenler 5 tane anterler filamentlerden büyük, 1-3 mm

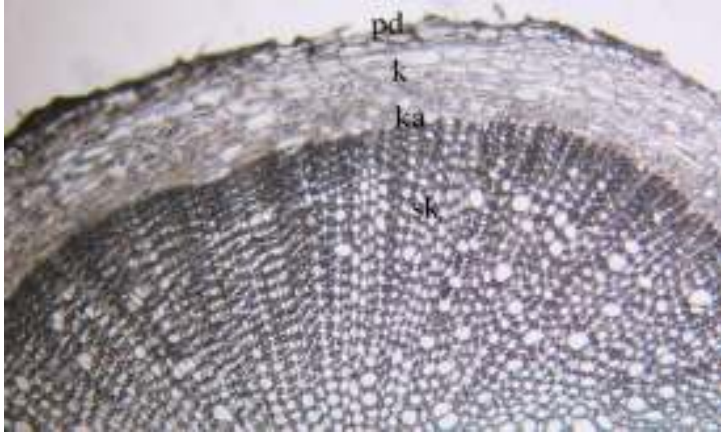
uzunlukta, filamentler tüylüdür. Pistil 1-8 mm uzunluğunda, tüysüzdür. Meyve kapsüldür. Tohumlar küçük, kahverengi renkli, yumurtamsı-yuvarlak (orbicular-ovoid) biçiminde, 1 x 1 mm ebatlarındadır.



Şekil 1. *Legousia falcata*'nın (Ten.) Fritsch genel görünümü ve çizimi

***Legousia pentagonia* L.**

Bitkinin kökü 1-20 cm uzunlukta ve 1-2 mm çapındadır. Primer kök üzerinden 1-10 cm uzunlukta çok sayıda sekonder kökler çıkmaktadır. Kökün dış kısmı kahverengi, bir kabukla örtülüdür. Gövde basit, sarımsı-yeşil renkte, beş köşeli ve 15-35 cm uzunlukta, 1-3 mm çapındadır. Gövde tüylü ve dik konumludur. Yapraklar yeşil renkli, 0,8-1,5 x 0,3-0,9 cm boyutlarında, kenarı kör dişli yapıda (crenat)'dır. Yapraklar mızraksı-dikdörtgensi (oblong-lanceolate) yapıda, ağsı damarlı ve petiol yok denecek kadar kısadır. Çiçekler aktinomorf, üstte tek altta gevşek panikula biçimindedir. Kaliks yeşil renkli, geniş çan biçiminde (broadly-campanulate) şeklindedir. Korolla menekşe renkli, beş dişlidir. Kaliks lopları mızraksı-uzun, uçları 6-10 x 1-2 mm boyutlarında, loblar 4-6 mm uzunluğunda, sert kıllı (hispid) tüylüdür. Korolla beyaz, mavi-menekşe rengine ve 5-15 mm uzunlukta. Stamenler 5 tane, anterler filamentlerden büyük, 1-3 mm uzunlukta, filamentler tüylüdür. Pistil 1-8 mm uzunluğunda, tüysüzdür. Meyva kapsül, 3 bölmelidir. Kapsül 18-32 mm boyutlarında, tohumlar küçük, kahverengi renkli, yuvarlak (orbicular) biçiminde, 1 x 1 mm ebatlarındadır.



Şekil 3. *Legousia falcata* 'nın kök enine kesiti (10 x 10) 90µ (pd: periderma, k: korteks, ka: kambyum, sk: sklerankima.)

Gövde

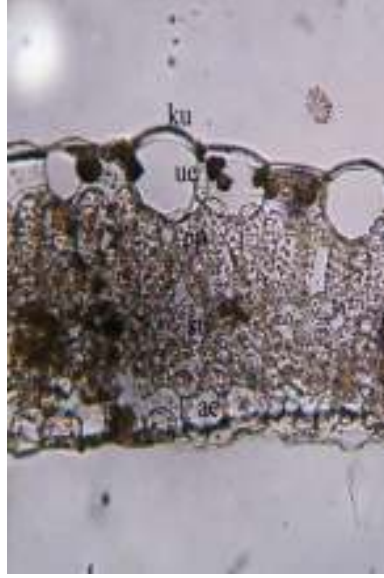
Gövde belirgin beş köşelidir. Köşeler bariz bir şekilde dışa doğru çıkıntı yapmıştır. Dış kısımda 1-2,5 µ kalınlığında kutikula, tek hücre sıralı, dikdörtgen veya kare biçimli bir epiderma tabakası bulunur. Epiderma altında tek sıralı epidermaya benzer düzenli bir tabaka mevcuttur. Epiderma hücrelerinin çapları 10-20 µ ebatlarındadır. Bu tabaka altında belirgin olan 35-75 µ kalınlığında parankimatik korteks yer alır. Gövdenin etrafını kuşatan 2-4 hücre sıralı sklerenkima halkası bulunmaktadır. Kambyum 1-2 sıralı ezilmiş hücre tabakasından ibarettir. Ksilem trake ve trakeid bakımından zengindir. Trake çapları 15-30 µ'dur. Merkezde 25-55 µ parankima çaplı geniş bir öz bulunur (Şekil 4).



Şekil 4. *Legousia falcata*'nın gövde enine kesiti (10x20). 65µ (E: epiderma, s: sklerankima, ö: öz)

Yaprak

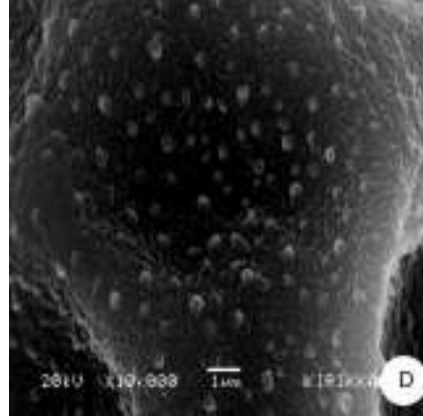
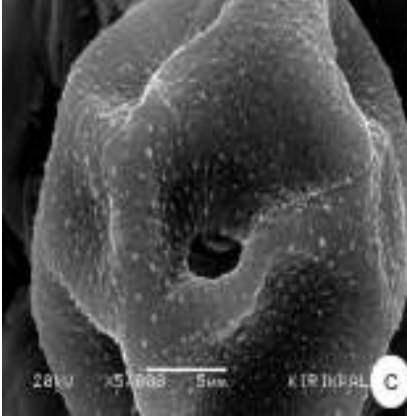
Yaprak bifasiyeldir. Yaprığın dış kısmını 3-5,5 µ çapında kalın bir kutikula tabakası sarmaktadır. Kutikula altında basit tüylü üst epiderma tabakası bulunur. Hücrelerinin boyutları değişkendir. Palizat parankiması hücreleri 1-3 sıralı, kalınlığı 40-75 µ arasında değişmektedir. Alt epiderma hücreleri, üst epiderma hücrelerinden daha küçüktür. Demetlerde ksilem ve floem elemanları belirgindir. Yaprak alt yüzeyindeki stoma sayısı üst yüzeyden daha fazladır. Yaprak yüzeysel kesitlerinde türün anomositik tip stomaya sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5A ve B).



Şekil 5. Legousia falcata'nın yaprak enine kesiti (10x20) , Alt yüzey kesiti A,B. (10x40). (Ku: Kutikula, ue: Üst Epiderma, pp: Palizat Parankiması, su: Sünger Parankiması, ae: Alt Epiderma)

Polen

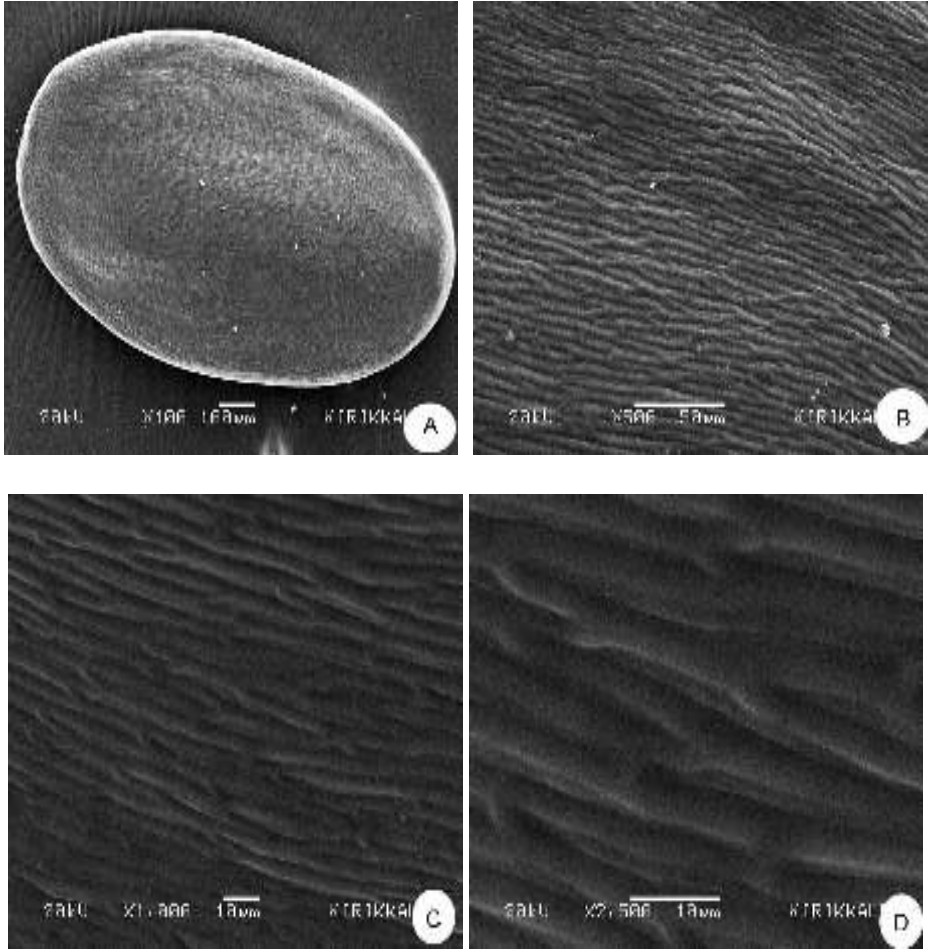
Türün polen incelemelerinde polen unit: monad, polen sınıfı: porat, polarite- nin izopolar, polen şekli: sferoidal, apertür durumu: porat, stephanoporate orna- mentasyonunu ise mikroekinat-rugulate olduğu tespit edilmiştir. Ekinül uzunluğu 0,61-0,84 μm ebatlarındadır.



Şekil 6. *Legousia falcata*'nın polen yüzeyi X1000, 2500, 5000, 10000 Büyütme.

Tohum

Tohum SEM kesitlerinde yüzeyin çıkıntılı olmadığı ve damarlı (ribbed) olduğu tespit edilmiştir.

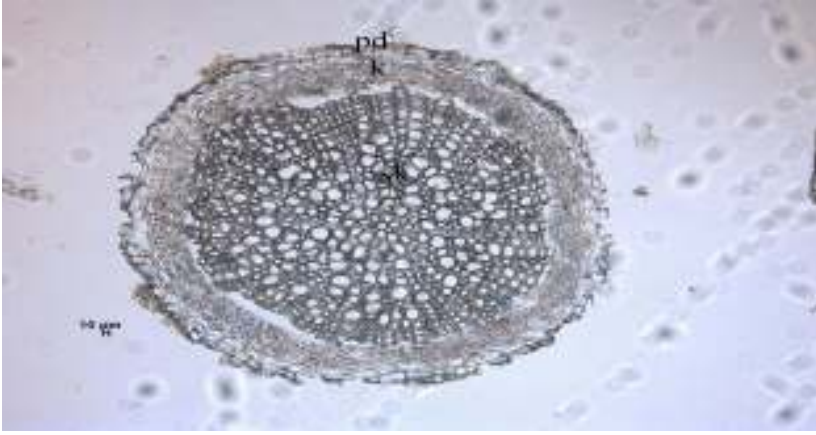


Şekil 7. *Legousia falcata*’nın tohum yüzeyi X 100, 500, 1000, 2500 büyütme.

Legousia pentagonia L.

Kök

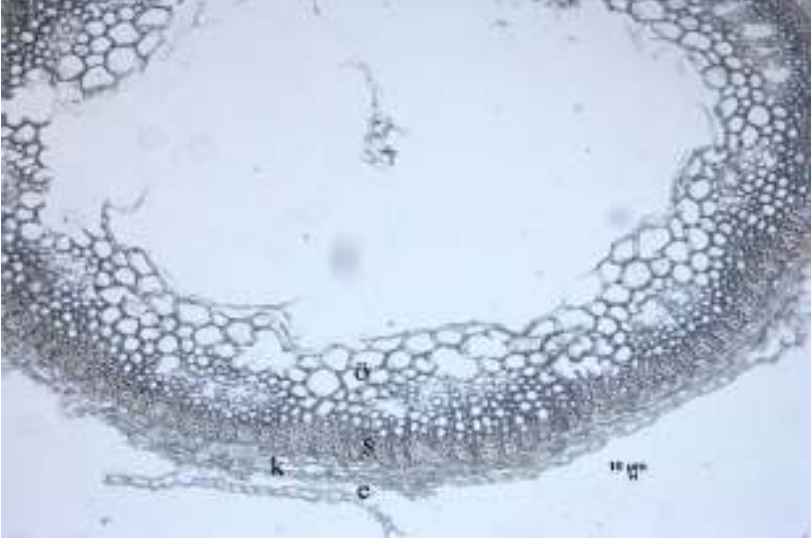
Türün kök enine kesitinde dış kısımda çeperleri mantarlaşmış, 2-3 sıralı ve dikdörtgen şeklinde periderm tabakası bulunmaktadır. Periderm altında 11-20 μ çapında parankimatik korteks hücreleri görülmektedir. Kambiyum birkaç sıralı, koyu bir tabaka halinde açık şekilde görülmektedir. Sekonder ksilem oldukça geniş alanı kaplar. Sekonder ksilem içerisinde göze çarpan trakeler çok sayıda ve çapları 6,5-22 μ arasında değişmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. *Legousia pentagonia* 'nın kök enine kesiti (10x10). (pd: periderma, k: korteks, ka: kambiyum, sk: sklerankima)

Gövde

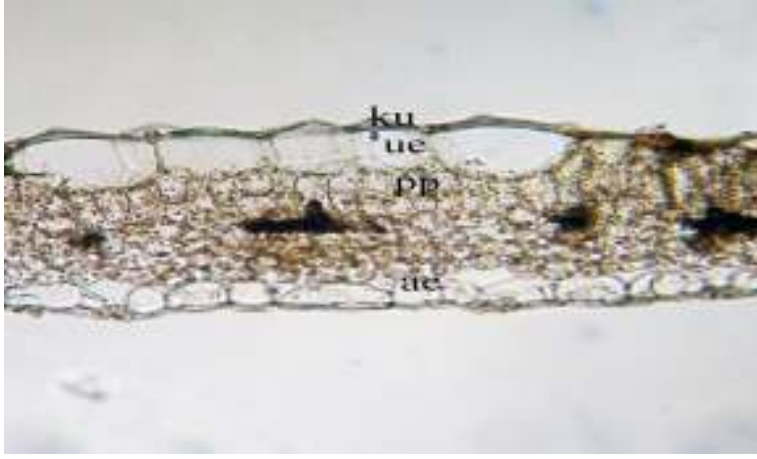
Gövde belirgin dört köşeli ve köşeler dışa doğru çıkıntı oluşturmuş, üzerinde çok sayıda örtü tüyü bulunmaktadır. Gövdenin dış kısmında epiderma üzerinde çapı 1-2 μ arısında değişebilen kutikula bulunmaktadır. Epiderma altında köşelerde 2-4 tabakalı levha tipte bir kollenkima tabakası bulunmaktadır. Kollenkima altında hücre sıralı, ince çeperli parankimatik korteks yer alır. Parankima altında 2-5 hücre tabakalı sklerenkima halkası bulunmaktadır. Ksilem içindeki trakelerin çapları 17,5-30 μ arısında değişmektedir. Orta kısımda büyük hücreli, izodiyametik şekilli ve ince çeperli parankima hücrelerinin bulunduğu öz yer alır. Öz bölgesindeki parankima hücreleri 30-50 μ çapındadır (Şekil 9).



Şekil 9. *Legousia pentagonia*'nın gövde enine kesiti (10x10). (e: epiderma, s: sklerenkima, ö: öz)

Yaprak

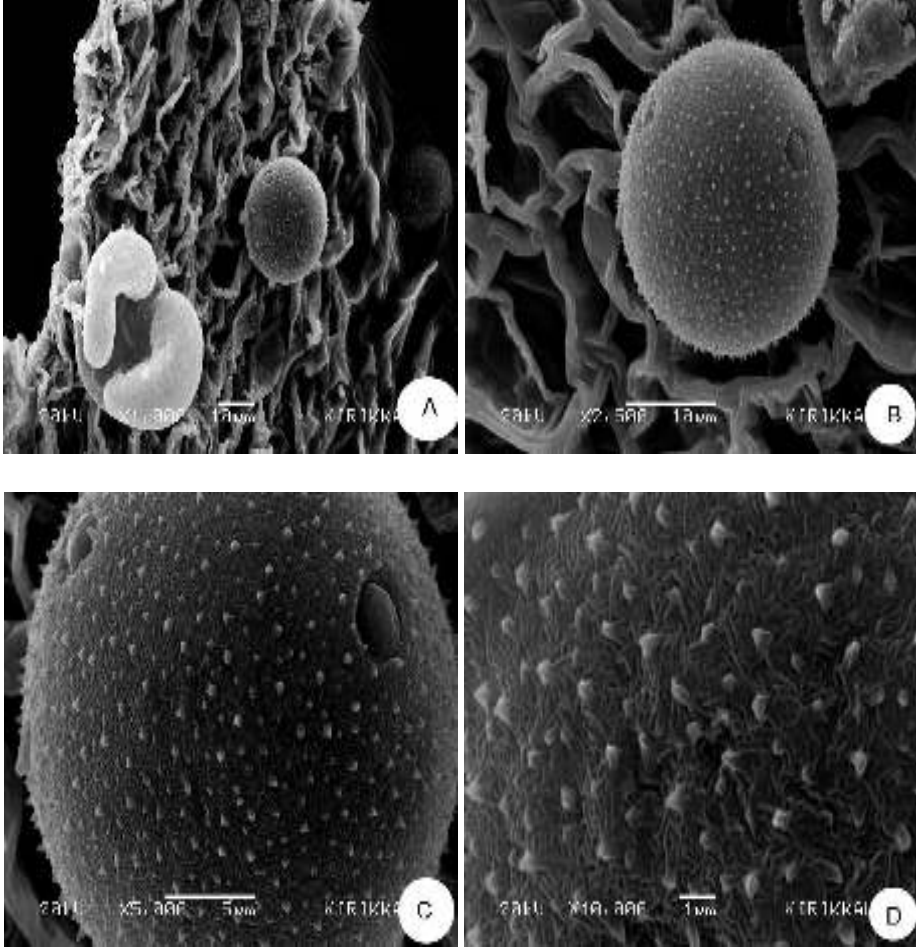
Yaprağın dış kısmını 2-3,5 μ ϕ apında bir kutikula tabakası kuşatmaktadır. Kutikula altında epiderma hücreleri ince ve uzun olup 10-25 μ boyunda, 10-25 μ genişliğindedir. Üst epiderma hücrelerinin boyutları değişkendir. Yaprak palizat ve sünger parankimasından oluşur. Palizat hücre tabakası 20-40 μ genişliğinde ve 2-3 sıralıdır. Alt epiderma hücreleri üst epiderma hücrelerinden daha küçüktür ve 15-35 μ boyunda 15-22,5 μ genişliğindedir. Yaprağın alt ve üst yüzeylerinde yer yer stoma ve stoma altı boşluklarına rastlanmıştır. Anomositik tipte stomalar yaprak alt yüzeyinde yoğun biçimde bulunmaktadır (Şekil 10, Şekil 11).



Şekil 10. *L. pentagonia*'nın yaprak enine kesiti (10x4) , yaprak yüzeysel kesiti A,B (10x40). (Ku: kutikula, ue: üst epiderma, pp: palizat parankiması, su: sünger parankiması, ae: alt epiderma)

Polen

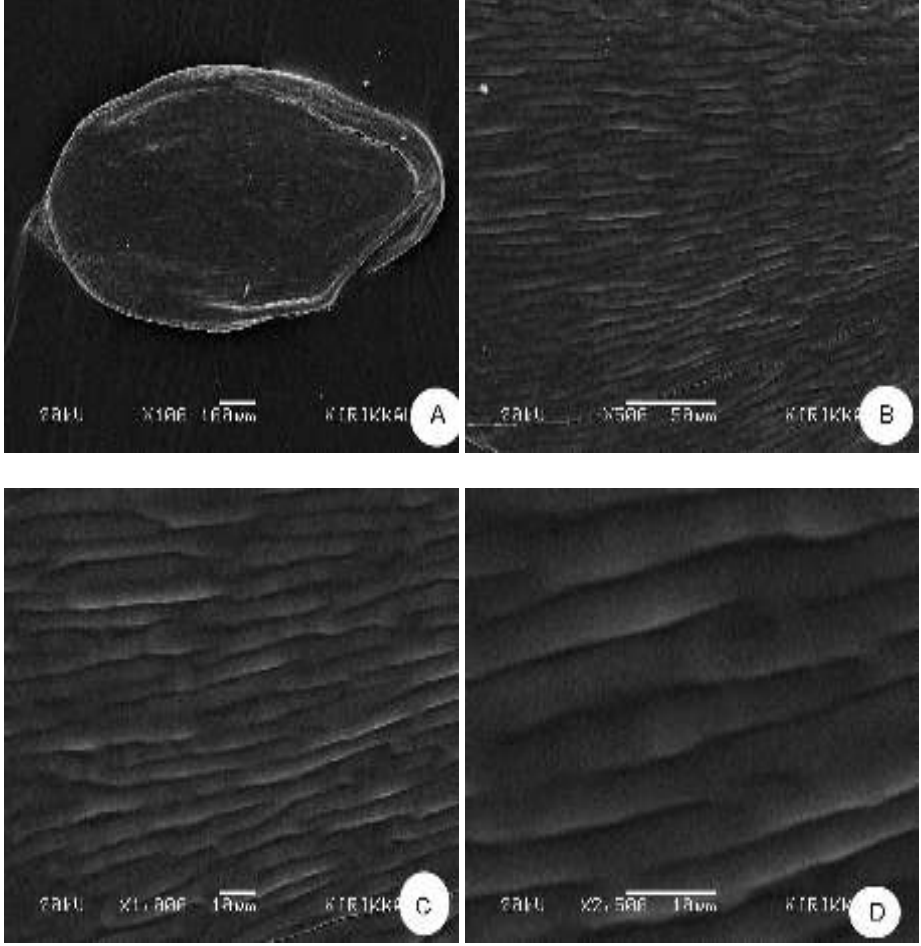
Türün polen incelemelerinde apertür tipinin tripontoporat, şeklinin sferoidal, ornamentasyonunda mikroekinat-rugulate olduğu tespit edilmiştir. Ekinül uzunluğu 0,46-0,59 μm ebatlarındadır.



Şekil 11. *Legousia pentagonia*'nın polen yüzeyi X1000, 2500, 5000, 10000 Büyütme.

Tohum

Tohum SEM kesitlerinde yüzeyin bariz çıkıntılı olmadığı ve damarlı (ribbed) olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 12. *Legousia pentagonia* tohum yüzeyi X 100,500, 1000, 2500 Büyütme.

Tablo 1. *Legousia falcata* (Ten.) Fritsch ve *Legousia pentagonia* L.'nin Anatomik Ölçümleri

		<i>Legousia falcata</i>				<i>Legousia pentagonia</i>			
		Ölçüm Sayısı	Min (μ)	Max (μ)	Ortalama (μ)	Ölçüm Sayısı	Min (μ)	Max (μ)	Ortalama (μ)
KÖK	Korteks hücre çapı	20	12,5	20	14	20	11	20	13
	Kalburlu boru çapı	20	2,5	7,5	6,5	20	2,5	6,5	5,75
	Trake çapı	20	7,5	25	12	20	6,5	22	8,5
GÖVDE	Kutikula kalınlığı	20	1	2,5	1,70	20	1	2	1,5
	Epiderma çapı	20	10	20	15	20	8	15	12,5
	Kollenkima genişliği	20	10	20	17,5	20	10	22	16
	Öz parankima çapı	20	25	55	45	20	30	50	38
	Trake çapı	20	15	30	22	20	17,5	30	24
	Sklerenkima çapı	20	7,5	15	11,25	20	5	15,5	8,6
YAPRAK	Kutikula kalınlığı	20	3	5,5	3,25	20	2	3,5	2,5
	Üst epiderma boy	20	25	60	42,5	20	15	30	24,2
	Üst epidema en	20	10	30	22,5	20	10	25	20
	Alt epiderma boy	20	10	27,5	16,75	20	10	25	20,75
	Alt epidema en	20	5	8	6,5	20	4	7,5	6,5
	Palizat genişliği	20	40	75	88	20	40	50	45
ÇİÇEK	Kutikula kalınlığı	20	3	5	3,5	20	2	3	2,25
	Adaksiyal epidermis boy	20	22	28	24,5	20	15	35	21,6
	Abaksiyal epidermis boy	20	10	20	15	20	15	22	14

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada *Campanulaceae* familyasına ait *Legousia* cinsinin Türkiye’de yayılış gösterdiği *Legousia falcata* ve *Legousia pentagonia* türleri morfolojik ve anatomik bakımdan incelenmiş, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile polen ve tohum şekli, yapısı, rengi ve yüzey ornamentasyon özellikleri belirlenmiştir.

Morfolojik incelemelerde *Legousia* cinsine ait üyelerin tayin edilmesinde kaliks ve korolla şekli, tohum yapısı, tüylerinin durumu, yaprak şekli gibi karakterlerin önemli olduğu tespit edilmiştir. Bu incelemeler sonucunda *Legousia falcata*’nın gövdesinin genellikle tüysüz, *Legousia pentagonia*’nın ise tüylü yapıda olduğu gözlenmiştir. *Legousia falcata*’nın çiçek durumu spika iken *Legousia pentagonia*’nın panikula çiçek durumuna sahip olduğu korolla renkleri arasında da farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Legousia falcata ve *Legousia pentagonia*’da yaprak kenarlarının kör dişli (crenat), olması gibi özellikler tohum ve polen yapısı ile şekli yüzey (structure) ornamentali ilk olarak araştırmamızda tespit edilmiştir. Morfolojik ölçümlerdeki belirlenen bazı farklılıklar varyasyonlar sonucu meydana gelen değişimlerdir.

Anatomik incelemelerde türün gövde yapısının her iki türde de beş köşeli olduğu ve köşelerden dışa doğru çıkıntılar olduğu görülmüştür. Yine gövde kesitlerinde epiderma altında birkaç sıralı parankima tabakasından sonra muntazam dizilmiş tek sıralı epiderma hücrelerinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Araştırmamızda her iki türün yapraklarının bifasiyel tipte palizat ve sünger parankima hücresinden oluştuğu belirlenmiştir. Yaprak yüzeysel kesitlerinde türlerin anomositik tip stomaya sahip oldukları belirlenmiştir. Stomalar yaprağın hem alt hem de üst yüzeyinde bulunur. Yaprak alt yüzeyinde stoma sayısı üst yüzeye göre oldukça fazla olduğu görülmüştür. Türlerin kaliks yüzeysel kesitlerinde ise epiderma hücrelerinin dalgalı bir biçimde olduğu tespit edilmiştir. Tablo 1 de görüleceği gibi her iki türün kök, gövde, yaprak ve çiçek kısımlarına ait değişik hücre tipleri üzerinde ölçümler yapılarak birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Tohum yüzeyi incelemelerinde 100, 500, 1000 ve 2500 büyütmelede *Legousia falcata* ve *Legousia pentagonia* türlerinin büyük benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. *Legousia falcata* türünün tohum rengi kahverenginde *Legousia pentagonia* türünün tohumlarının ise koyu kahverengi renkte olduğu ve her iki türe ait tohum yüzey yapısının damarlı (ribbed) tohum yüzeyine sahip olduğu belirlenmiştir. Tohum yüzey yapıları hakkında Akçin ve Binzet (2011)’nin *Onosma* cinsi ile Özkan ve ark. (2009), (2015) ise *Salvia* ve *Onobrychis* cinslerine ait bazı türler hakkında tohum yüzey çalışmaları bulunmaktadır.

Türlerin polen yapıları ile yaptığımız çalışmalarda polen incelemelerinde *Legousia falcata*'nın polen incelemelerinin monad, polen sınıfı: porat, polaritenin izopolar, polen şekli: sferoidal, apertür durumu: porat, stephanoporate ve ornamentasyonunun ise mikroekinat-rugulate olduğu tespit edilmiştir. Ekinül uzunluğu 0,61-0,84 µm ebatlarındadır.

Legousia pentagonia'da ise apertür tipinin tripontoporat, şeklinin sferoidal, ornamentasyonunda mikroekinat-rugulate olduğu tespit edilmiştir. Ekinül uzunluğu 0,46-0,59 µm ebatlarındadır.

Khansaria (2012), *Campanula* cinsi üzerinde yaptığı polen çalışmasında polen yapılarının bazı karakterlerinin *Legousia*, *Asyneuma*, *Mixchanta* gibi cinslerde benzerlik gösterdiğini ve çalışmasında *Legousia falcata* türünün polen yüzey yapısının rugulate tipte olduğundan söz etmiştir. Bizim çalışmalarımızda da hem *Legousia falcata* ve hem de *Legousia pentagonia* türünün elektron mikroskobu incelemelerinde ornamentasyonunun ise mikroekinat-rugulate olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma konumuzu teşkil eden türler hakkında tohum yüzey yapıları hakkında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bizim çalışmalarımız sonucu *Legousia falcata* ve *Legousia pentagonia* türünün elektron mikroskobu incelemelerinde türün koyu kahverengi ve yüzey yapısının çıkıntılı olmadığı ve damarlı ribbed olduğu tespit edilmiştir.

Literatür kayıtlarına göre araştırma konumuzu teşkil eden *Legousia* cinsi ve türlerine ait yapılan çalışmalar oldukça az ve sınırlı sayıdadır. Cinsin üzerinde yapılan çalışmalar az olduğu için araştırma konumuzu teşkil eden *Legousia falcata* ve *Legousia pentagonia* türleri üzerinde de detaylı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada Türkiye'de doğal olarak yetişen *Legousia* cinsine ait iki tür *Legousia falcata* ve *Legousia pentagonia* türü morfolojik özellikleri bakımından incelenmiş ve Flora of Turkey and the East Aegean Island'daki verilerle karşılaştırılmıştır. Anatomik incelemelerde her iki türün kök, gövde, yaprak ve çiçek anatomileri incelenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Her iki türün polen ve tohum yapıları elektron mikroskobunda incelenerek tipleri, şekilleri ve yüzey yapıları ayrıntılı olarak incelenmiştir ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak bu çalışma ile *Campanulaceae* familyasına dahil olan *Legousia* cinsine ait *Legousia falcata* (Ten.) Fritsch ve *Legousia pentagonia* L. türlerinin ayrıntılı özellikleri ortaya konulmuştur. Bu araştırma sonucunda sunulan veriler

Legousia cinsinin bilinirliğini artıracak ve Türkiye Florasına katkılar sağlayacaktır.

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma Hakan KENDİRLİ' nin yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FBA-11-07 nolu proje) tarafından desteklenmiştir. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine finansal desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akcin, Ö. E., Binzet, R. (2011). Micromorphological studies on nutlets of some *Onosma* L. (*Boraginaceae*) species from Turkey. *Pak J Bot.*, 43(2): 743-752.
- Alçıtepe, E. 2008, Morphological, anatomical and palynological studies on *Asyneuma michauxioides* (*Campanulaceae*). *Biologia*, 63(3): 338-342.
- Alçıtepe, E. (2012). Comparative pollen morphology of sect. Quinqueloculares (*Campanulaceae*) in Turkey. *Biologia*, 67(5): 875-882.
- Avcı, M. (2005). Çesitlilik ve Endemizm açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü. İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Dergisi, 13: 27-55.
- Baytop, A. (1977) Farmasotik Botanik, İstanbul Üniv. Yayınları, İstanbul.
- Baytop, T. (1984). Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, İstanbul Üniv. Yayınları, İstanbul.
- Brawn, C.A. (1960). Palynological Techniques. Baton Rouge, La.
- Bigazzi, M. (1986). Ultrastructural and cytochemical observations on fibrillar intranuclear inclusions in the family *Campanulaceae*. *Caryologia*, 39(2): 199-210.
- Davis, P. H. (1978). Flora of Turkey and the East Aegean Island 6th, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., Mill, R.R., Tan, K. (edlr.), (1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, suppl. 1, Edinburgh Univ. Press, UK.
- Duman, H. (1999). Two new species of *Campanula* L. (*Campanulaceae*) from SW Turkey, *Edinburgh Journal of Botany*, 56 (3): 355-360.
- Eddie, W. M. M. (1984). A systematic study of the genus *Musschia* Dumortier, with reference to character diversity and evolution in the *Campanulaceae* - *Campanuloideae*.
- Erkara, I.P., Ocak, A., Pehlivan, S. (2008). Polen morphology of some Turkish *Campanula* spp, and their taxonomic value, *Bangladesh Journal of Botany*, 37(1): 33-42.
- Gadella, Th.W. J., 1966, *Some notes on the delimitation of genera in the Campanulaceae I*, 509-523, 26,3.
- Gostin, I. N. (2012). Micromorphological And Palynological Investigations Regarding The Endemic Species *Campanula carpatica* Jacq, *Analele Stiintifice ale Universității, Alexandru Ioan Cuza din Iași (serie nouă)*. Sectiunea II a. Biologie vegetală, 58(2): 47-50.
- İnce, H. (1989). Bitki Preparasyon Teknikleri, Ege Üniv. Basımevi, Bornova-İzmir.
- Judd, W.S., Campbell, Ch. S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F., Donoghue M.J. (2002). Plant systematic – a phylogenetic approach. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, USA.

- Khansaria, E., Zarrea, S., Alizadehb, K., Attara, F., Aghabeigic, F., Salmakia, Y. (1972). Pollen morphology of *Campanula* (*Campanulaceae*) and allied genera in Iran with special focus on its systematic implication. *Flora*, 207: 203-211.
- Kovacic, S. (2004). The penus *Campanula* L. (*Campanulaceae*) in Croatia, circum-Adriatic and west Balkan region, *Acta. Bot. Croat.*, 63(2): 171-202.
- Metcalf, C.R., Chalk, L. (1972). *Anatomy of Dicotyledon* Vol: 1, Clarendon , Press, Oxford, 502-535.
- Mutlu, B., Karakuş, S. (2015). A new species of *Campanula* (*Campanulaceae*) from Turkey, *Phytotaxa*, 234(3): 287-293.
- Özkan, M., Aktaş, K., Özdemir, C., Guerin, G. (2009). Nutlet Morphology and Its Taxonomic Utility In *Salvia* (*Lamiaceae: Mentheae*) from Turkey. *Acta Botanica Croatica*, 68(1): 105-115.
- Özkan, M., Aktoklu, E., Özdemir, C. (2015). Seed Morphology of Genus *Hedysarum* L. (*Fabaceae: Subfamily Papilionoideae: Hedysareae*) From Turkey. *Plantha Daninha*, 33(4): 699-705.
- Shetler, S.G., Morin, N.R. (1986). Seed Morphology in North American *Campanulaceae*, *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 73(4): 653-688.
- Shulkina, T.V., Gaskin, J.F., Eddie, V.M.M. (2003). Morphological Studie, toward an Improved Classification of *Campanulaceae*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 90(4): 576-591.
- Speta F. (1977). Proteinkörper in Zellkernen: neue Ergebnisse und deren Bedeutung für die Gefäßpflanzensystematik nebst einer Literaturübersicht für die Jahre 1966-1976. *Candollea*, 32: 133-163.
- William, T.S. (1983). *Botanical Latin*, Third Edition Revised, David&Charles. ISBN: 9780881926279.
- Wodehouse, R.P. (1935). *Pollen grains*. Mcgraw-Hill Book Company, Inc. New York-London.
- Uysal, V. (2007). Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryumundaki *Campanulaceae* Familyasının Revizyonu, 89 sayfa.
- Vardar, Y. (1987). *Botanikte preparasyon teknikleri*, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- Vit, B., Agata, F. (2007). *Atlas of seeds and fruits of central and east-European Flora*. Springer Science & Business Media.
- Yıldırım, H., Şenol, S.G. (2014). *Campanula alisan-kilincii* (*Campanulaceae*), a new species from eastern Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 38: 22-30.



BÖLÜM 3

Türkiye'nin Orman Ekosistemleri ve Toprak Analizinin Önemi Üzerine Bir Değerlendirme

Ahu Alev Abacı Bayar¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kırşehir, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-4467-7676

GİRİŞ

Türkiye üç kıtanın birleşme noktasında yer almaktadır. Ilıman kuşakta bulunan biyolojik çeşitlilik açısından en zengin ülkelerden biri olarak kabul edilmektedir. Coğrafi konumu ve ekolojik özellikleri nedeniyle birçok farklı türde bitki yetiştirmede oldukça elverişli konumda yer almaktadır. Orman ekosistemi ve doğal bitki örtüsü uzun yıllar boyunca bulunduğu yerde oluşturduğu denge ile su rejimini düzenleyen ve erozyona karşı toprağı en iyi koruyan unsur olarak kabul edilmektedir (Karagöl, 1999). Orman, optimum yaşam koşulları olduğu sürece kendini yenileyebilen bir sistemdir. Ağaç, ağaççık, çalı, otsu bitkiler, mantarlar, irili ufaklı hayvanlar, mikroorganizmalar, hava, toprak ve suyun uzun süreli doğal etkileşimi sonucunda ortaya çıkan ekolojik sistem ‘orman’ olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda çok yönlü işleve sahip olup sosyal, ekonomik, ruhsal, bilimsel, çevresel ve estetik değerleri ile yeryüzünde yaşamın temel taşlarını oluşturmaktadır (Anonim, 2012).

Ormanların, özellikle toprağı koruma, iklim ve su rejimini düzenleme, hava kirliliğini önleme, yaban hayatının sürekliliğini sağlama, gen kaynaklarını ve biyolojik çeşitliliğı muhafaza etme gibi önemli işlevlere sahip olduğu bilinmektedir. Dünyadaki oksijenin yüzde 40’ı ormanlardan üretilmekte ve ormanlar, havadaki karbon, oksijen ve nem dengesine katkıda bulunmaktadır (Anonim, 2012).

Geçmişten günümüze Türkiye'deki orman varlığı değerlendirildiğinde 1973 yılında 20.2 milyon ha orman alanının var olduğu bilinirken, bunu 2020 yılı için 22.9 milyon ha orman alanı, 2021 yılı için 23.1 milyon ha orman alanı ve 2022 yılı 23.2 milyon ha orman alanının varlığı, 2023 yılında ise 23.4 milyon ha orman alanının varlığı takip etmektedir (Anonim, 2024). Bir ülkede toplumun ormandan beklentilerinin sağlıklı bir şekilde karşılanabilmesi için, o ülkenin en az % 30'unun verimli ormanlarla kaplı olması gerekmektedir (Genç, 1992).

Orman durumu değerlendirmelerinin amaçları arasında ormanların sağlık durumunun izlenmesi, zaman eğilimlerinin ve mekânsal kalıpların tespiti yer almaktadır. Ağaçların beslenme durumları genellikle ekosistem düzeyindeki süreçlerin bir göstergesidir. Yetersiz besin tedariki, düşük ağaç canlılığının doğrudan bir nedeni veya olumsuz hava kirliliğı etkilerini artıran bir faktör olmaktadır. Yaprak veya iğne dokularındaki belirli elementlerin yüksek konsantrasyonları, zehirlenmenin veya yüksek hava kirliliğı seviyelerinin etkisi olabilir. Toprağın köklenme bölgesindeki elverişsiz kimyasal koşullar da besin tedarikinde dengesizliklere ve ardından ağaçların dengesiz beslenmesine yol açabilir. Bu nedenle, iğne ve yapraklı ağaçların örneklenmesinin ve analizinin yapılması esastır (Rautio ve Fürst,2010).

Toprak bilimi devamlı güncelleme gerektiren, araştırmaya ve teknolojik gelişmelere açık olan bir bilim dalıdır. Toprağın doğal yapısının, özelliklerinin ve işlevlerinin en iyi şekilde bilinmesi toprak biliminin temel amacını oluşturmaktadır. Toprak, arazi üzerinde morfolojisi ve diğer özellikleriyle incelenerek güvenilir bilgiler ışığında tanımlanmaktadır. Bundan dolayı, toprağın tanımının iyi bir şekilde yapılması, arazide yapılacak toprak örneklemelerindeki hata oranını azaltmaktadır (Şenyurt ve Türkmen, 2020).

Toprak analizlerinden istenilen faydanın sağlanabilmesi için, analizi yapılacak toprak numunelerinin usulüne göre uygun şekilde alınmış, ait olduğu arazi parçasını gerçek anlamıyla temsil eden örnekler olması ve gerekli tamamlayıcı bilgilerle birlikte eksiksiz olarak laboratuvara ulaştırılması gerekmektedir. Aksi durumda, elde edilen sonuçlar yanlış ve bu sonuçlara göre yapılacak tüm öneriler ise doğru olmamaktadır. Uygun ve usulüne yöntemlerle gerçekleştirilen toprakların analiz sonuçları binlerce yılda oluşmuş toprakların verim değerini arttırmaktadır. Toprakların üretkenliklerinin devamlılığını ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlamak, toprakları korumak için mutlak surette toprağın sahip olduğu besin maddesi içeriklerini belirlemek gerekmektedir (Anonim, 2019).

Toprak analizlerinin yapılmasındaki esas amaç, araziden toplanan toprak numunelerinin kimyasal ve fiziksel analizleri ile çeşitli besin maddelerinin konsantrasyonunun belirlenip yetiştirilen türler ile toprak özellikleri arasında ilişki kurulmasıdır. Böylece ıslah yöntemleri ve gübreleme tavsiyeleri ile gerçekleştirilecek olan daha kaliteli fidan üretimi sağlanmaktadır. Kısacası, toprak analizi, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değerlendirmek, besin maddesi içeriğini ve pH değerini belirlemek, verimlilik, kirlilik veya yapı sorunlarını tespit etmek, gübreleme ve ormancılık uygulamaları için tavsiyeler geliştirmek amacıyla yapılmaktadır.

1. ORMAN TOPRAĞI NEDİR?

Genellikle orman altında gelişmiş olan topraklar orman toprağı olarak bilinmektedir (Çepel, 1988). Orman kavramının sadece ağaçlardan oluşmadığı bilindiğinden birçok çalı türü (örneğin makiler) altında da önemli miktarda orman toprağı oluşmaktadır. Orman toprakları üzerinde bulunan bitki örtüsünün devamlılığı ve sürekli olarak toprağa dökülen yaprak ve diğer bitki kısımları sayesinde diğer ekosistem türlerine nazaran daha fazla organik madde birikimi olmaktadır. Bununla birlikte orman alanlarının tamamında aynı miktarda organik madde üretilmemektedir. Orman ekosistemlerinin bulunduğu iklim koşulları, meşcere özellikleri, toprak özellikleri ve ekosistemin canlı türlerinin değişimine göre farklı miktarlarda organik madde oluşmaktadır. Bilindiği üzere toprak üç boyutlu (x, y,

z) ve belirli bir hacim kaplayan karmaşık bir maddedir. X ve y eksenleri toprak örnekleme alanının büyüklüğünü, z eksenini ise toprak örnekleme derinliğini ifade etmektedir. Ayrıca zaman faktörü de önem teşkil etmektedir (Çepel, 1988).

2. ORMAN FİDANLIKLARINDA TOPRAK ÖZELLİĞİNİN BİLİNMESİ NEDEN ÖNEMLİDİR?

Ülkemizde bilindiği üzere fidanlıklarda sayıca fazla ve çeşitçe çok olan bitki türleri yetiştirilmektedir. Fidanlık, “belirli amaç doğrultusunda başka bir yere dikilmek üzere ihtiyaç halindeki fidanların yetiştirildiği arazi” olarak tanımlanmaktadır (Çiçek ve ark., 2022). Fidanlıklarda başarının sağlanmasında ilk basamağı yetiştirilmesi planlanan bitki ya da bitkiler ile ekolojik şartların birbiriyle uyumu oldukça önemlidir. Bu nedenle başta toprak olmak üzere iklim, su kaynağı, topografya gibi faktörlerin özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir (Ürgenç, 1992). Fidan yetiştiriciliği için yer seçiminde bitki besin elementlerinin belirlenmesi, toprak özellikleri, iklim faktörleri ve ekolojik koşullar önemli bir rol oynamaktadır (Acem, 2022). Fakat çoğu fidanlıklarda toprağın özelliklerinin bilinmediği ve mekanizasyondan yoksun işletmeciliğin olduğu çeşitli üretme ve yetiştirme yöntemleri uygulanmaktadır (Ürgenç, 1992). Milyonlarca hektarlık alanlarda kullanılan fidanların başarılı şekilde tutması kaliteli fidan olmasından kaynaklanmaktadır.

Fidanlık yetiştiriciliğinin ve bitkisel üretimin amacı verimli, nitelikli, kaliteli ve bol ürün elde etmektir. Bu durum tüm bitkilerin doğal yetişme ortamı olan toprağın verim gücünün korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması ile gerçekleşmektedir (Çiçek ve ark., 2022). Kaliteli ve verimli fidan yetiştirilmesinde esas faktör, toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerinin analizlerle belirlenip yetiştirilen fidanlar arasında bağlantı kurarak, gübreden en yüksek faydalanmayı sağlamak ve daha kaliteli fidan üretimini gerçekleştirmektir. Bunun için fidanlık topraklarının belli yıllarda, belli zaman aralığında toprak parametre (toprak reaksiyonu, tuzluluk, organik madde, değişebilir katyonlar gibi...) analizlerinin yapılması ile var olan eksikliklerinin erken dönemde yani fidan aşamasında tespitiyle mümkün olacaktır.

Bir bitkinin büyümesi ve gelişmesi için güneşe, karbondioksit ve suya ihtiyacı bulunmaktadır. Bitkiler mutlak ihtiyaç duyduğu karbonu, hidrojeni ve oksijeni sudan ve havadan alırken diğer gerekli besin elementlerini topraktan temin etmektedir. Toprak, bitkilerin büyümesi ve sağlıklı gelişimi için gerekli olan besin elementlerini sağlar. Bu besin elementleri, bitkilerin çeşitli metabolik süreç-

lerinde rol oynar ve toprakta yeterli miktarda bulunması gerekir. Bitkilerin, toprak üstü (yaprak, dal ve gövdeleri) ve toprak altı (kökleri) unsurları ile yetiştikleri ortamdan 74 adet bitki besin elementi almaktadır (Kaçar ve ark., 2006, Kaçar 2012). Bu elementlerden bazıları bitkiler için hayati önem taşımaktadır ve bu elementlere “mutlak gerekli besin elementi” denilmektedir (Kaçar, 2012). Genel olarak bitki besin elementleri makro ve mikro besin elementleri olarak iki ana grupta incelenmektedir. Toprakta alınan makro bitki besin elementleri arasında yer alan azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt, mikro besin elementleri ise sodyum, demir, bakır, mangan, çinko, bor, klor, molibden olarak sıralanmaktadır.

3. TOPRAK ÖRNEKLEME AŞAMALARI NELERDİR?

3.1. Orman alanından toprak örneğinin alınması

Toprak örneği alma amacı ve alan büyüklüğüne bağlı olarak örnek sayısı değişmekle birlikte derinliğe bağlı alınacak örnek sayısı ise toplam örnek sayısını arttırmaktadır. Arazi; ürün çeşidi, eğim, toprak yapısı ve drenaj gibi özelliklere göre homojen bölgelere ayrılır. Eğimli ve düz bölgeler gibi heterojen alanlar ayrı ayrı incelenmelidir.

Toprak kesitine göre toprak örneklemesinin yapılması: Toprak kesitinde düşey yönde örnek alınması ilki derinlik basamağı, ikincisi ise horizonlara yani katmanlara göre yapılmaktadır. Profil derinliği anakaya veya anamateryale göre değişmektedir. Homojen yapıya sahip alanlarda 1 ha (100m x 100m) için 1 adet toprak profili açılarak anakaya ulaşılmalıdır. Anakaya 120 cm’den derinde ise 120 cm’ye kadar kazılır ama anakaya 120 cm’den daha sığ ise anakaya kadar kazılır. Homojenlik yok ise her bir değişken parametresine göre (toprak rengi, taşlılık, bitki örtüsü farklılığı) profil açılmalıdır. Amaca uygun şekilde açılan toprak profilinde horizon ayrımı yapılacaksa her bir horizon katmanının belirlendiği aralıklardan toprak örneği alınmalıdır. Eğer horizon ayrımı yapılmasına gerek duyulmuyorsa 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm’ lik derinlik kademelerinden toprak örneği alınmalıdır. Ayrıca bozulmuş toprak örneği alt derinlikten üst derinliğe kadar yani alttan yukarıya doğru alınmalıdır.

Yüzeyden kürekle örnekleme yapılması: Çalışmanın amacına uygun olacak şekilde 0-30 cm derinliğinde yüzeyden kürekle örnekleme yapmak suretiyle toprak örneği alınmaktadır. Yüzeyden kürekle örnekleme hem hızlı hem ekonomik bir toprak örnek alımı olarak görülmektedir. Bazı durumlarda toprak kesit boyunca da çeşitli derinlik basamaklarında kürekle alım yapılmaktadır. Her bir toprak örneğinin konulduğu poşetin üzerindeki etikete profil numarası, horizon adı,

derinlik mesafesi gibi alanı tanımlayıcı bilgiler yazılır ve aynı bilgiler yine etikete yazılarak poşetin içerisine konulur.

3.1.1. Gerekli malzemeler

Bozulmuş toprak örneği alınırken 1 veya 2 kg'lık poşet, kazma, kürek, numune kovası, kurşun kalem, metre, kağıt ve etiket kullanılan malzemeler arasındadır. Toprak numunelerinin kontaminasyonunu önlemek için temiz ve paslanmaz araçlar tercih edilmelidir.

3.2. Toprak örneğinin alınmadığı yerler

- Ahır gübresi ve kompost olan alanlardan,
- Kireç, kum, fabrika atıklarının yığılması yapıldığı yerlerden,
- Yabani ot, sap, kök gibi materyallerin yakıldığı yerlerden,
- Gübrelemenin yeni yapıldığı alanlardan,
- Hayvan barınaklarına yakın yerlerden,
- Karınca, yılan, fare, köstebek yuvalarına yakın yerlerden,
- Orman, çit, yol ve kanal kenarlarına isabet eden yerlerden,
- Donmuş topraklardan,
- Bozuk drenajlı, kumlu, taşlı, çakıllı olan küçük alanlardan,
- Dere kenarları, su basmış ve birikmiş noktalardan toprak profili açılmamalı ve toprak örneği alınmamalıdır.

3.3. Toprak örneği alınma zamanı

- Toprak örneği alma zamanı, yaz ve sonbahar aylarıdır. Gerekğinde ise diğer mevsimlerde de örnekleme yapılmasında bir sakınca görülmemektedir.
- Toprağın tav halinde yani orta nemli halinde bulunması gerekmektedir. Ele, ayağa, burguya ve küreğe yapışacak kadar ıslak olmaması ya da çok kuru olmaması gerekmektedir. Toprak çok kuru olduğunda; hafif toprak ise örnek alırken dağılır, ağır killi toprak ise örnek alırken sertleşir ve gerektiği gibi toprak örneği alınmaz. Toprak fazla ıslak ise bulaşma olur, kuruyunca topaklaşır ve böylece münferit örnekleri karma örnek oluşturmak için karıştırmak zor olmaktadır. Toprak olarak kurumuş ağır bir toprağın laboratuvarında analize hazırlanması oldukça zor olmaktadır.

- Donmuş olan topraklardan örnekleme yapılamaz.
- En ideal örnekleme, gübrelenmeden önce ve kültür sökümünden sonra yapılan örneklemedir. Alanda bitki varken örnek almak gerektiğinde, vejetasyon döneminin tamamlanmasının ardına örnek alınmalıdır. Bitki, yastıklarda sıralar halinde ise kök sahalarından mümkün olduğu kadar kaçınılarak, sıralar arasından toprak örneği alınır.
- Gübrelemenin yeni yapıldığı alanlardan toprak örneği alınmaz. Gübre henüz yığınlar veya şeritler halinde alana dökülmüş ise, bu kısımların dışında kalan ve gübre bulaşmamış yerlerden örnek alınmalıdır.

3.4. Orman fidanlığından toprak örneğinin alınması

Orman fidanlıkları 1 ha (100m X 100m) büyüklüğünde parselasyon sonucu oluşan küçük alanlar olduğu için karma toprak örneği şeklinde 15-20 farklı noktadan 2.2.'de belirtilen toprak örneğinin alınmadığı noktalar dikkate alınmak suretiyle sistematik olarak veya yılan şeklinde, zikzaklı gidişlerle, tüm alana dağılacak koşuluyla toprak örneği alımı gerçekleştirilmektedir. Arazinin aynı derinlikteki özellikle üst toprak tabakasından alınan birkaç örneğin karıştırılmasından elde edilmektedir (Karataş, 2013).

Dikkat edilecek hususlar:

- Karma örnek alınacak alanların homojen yapıda olmasına ve aynı kültür çalışmasında olmasına dikkat edilmelidir. Aksi durum söz konusu olduğunda toprağın rengi, alanın eğimi, yüksekliği, strüktürü, drenajı ve fidan türü gibi farklılıklar olduğunda ayrı ayrı karma toprak örneği alınmalıdır.
- Toprak derinliği, toprağın her zaman işlendiği pulluk derinliğidir. Yetiştirilen ibreli ya da yapraklı türlerin köklerinin büyüdüğü ve beslendiği derinliktir. Fidanların kök yapıları, yaşları ve toprak işleme derinliğine dikkat edilerek toprak örneğinin alım derinliği 0-30 cm olarak kabul edilmektedir.
- Alt tabaka toprakları yada yapı olarak farklı olan topraklar birbiriyle karıştırılmamalıdır.
- İlkbahar sonu, yaz başı ve sonbahar aylarını kapsayan zaman aralığında toprak örneği alımı daha sağlıklı olmaktadır. Ayrıca toprak örneği gerektiği zaman alınabilmekte ve gübre kullanılmamış yerlerden, fidan sırası arasından ve yastık üzerinden köklere zarar vermeden toprak örnekleri alınmaktadır.

- Toprağın fiziki durumuna göre bel, kürek ya da toprak burgusu ile toprak örneği alınmaktadır.
- Karma örnekleme için alandan alınan toprak örneği sayısı ne kadar fazla olursa analizlerdeki hassasiyette o kadar yüksek olmaktadır. Karışımı yapılan 15-20 adet topraktan ortalama 1 kg gelecek şekilde toprak örneği poşete konulur. Poşetin üzerindeki etikete örnek alınan alanla ilgili fidanlığın adı, parsel numarası, alanın derinliği, yetiştirilen bitki ve örnek alım tarihinin olduğu detaylı bilgiler yazılır ve aynı bilgiler yine etikete yazılarak poşetin içerisine konulmaktadır.

3.4.1. Gerekli araç ve gereçler

Bozulmuş toprak örneği alınırken 1 veya 2 kg'lık poşet, kürek, numune kovası, kurşun kalem, kâğıt ve etiket kullanılan malzemeler arasındadır. Toprak numunelerinin kontaminasyonunu önlemek için temiz ve paslanmaz araçlar tercih edilmelidir.

3.5. Toprak analiz çeşitleri

Toprakla ilgili analizler toprak özelliklerinin belirlenmesi üzerine odaklanmıştır. Bitki merkezli toprak analizlerinde ise bitkinin yetiştirme ortamı ve yetiştirme ortamı özelliklerinin belirlenmesi gibi daha dar bir alanı kapsar. Analiz türleri bitkiyi merkeze alan ve yaşamını doğrudan etkileyen toprak özelliklerinin belirlenmesini hedefleyen analizlerdir. Ana hatlarıyla toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenir. Topraklarda yapılacak analiz hangisi olursa olsun ilk yapılacak faaliyet araziden alınıp laboratuvara getirilen toprakların hava kurusu hale getirilmesidir. İkinci ise toprağı tahta tokmak ile dövülerek ya da mekanik toprak öğütücüsü ile ufalanarak 2 mm'lik elekten geçirmektir. Toprak analiz sonuçları 2 mm'lik eleğin altındaki tane çaplarında ve fırın kurusu değerleri üzerinden belirlenir ve raporlanır (Sevgi ve ark., 2024).

Çizelge 1. Toprak analiz çeşitleri ve kullanıldığı alanlar		
	Analiz Türü	Toprakla ilgili kullanılacağı alanlar
Fiziksel Analizler	Hacim ağırlığı İnce toprak ağırlığı Taş miktarı	Toprakların su tutma sığası, besin maddesi miktarı ve havalanma koşulları hakkında bilgi verir. Sulama miktarı ve sıklığı konusunda genel bilgiler vermektedir.
	Tane çapları sınıfları	Toprağın kum, toz ve kil tane çapları sınıflarını verdiği için yukarıda belirtilen su tutma kapasitesi, besin maddesi miktarı ve havalanma koşulları konularında doğrudan bilgiler vermektedir.
	Toprak türü	Su ve besin maddesi miktarı ile havalanma koşulları hakkında bilgi vermektedir.
	Toprak bünyesi	Toprağın havalanma koşullarını içeren özel durumlarıyla ilgili bilgiler vermektedir.
Kimyasal Analizler	Toprak tepkimesi	Topraktan bitkilerin besin maddelerinin alımı ve beslenmeye yönelik bilgiler vermektedir.
	Kireç miktarı	Besin maddelerinin yayılabilirliği konusunda toprak tepkimesini destekleyici bilgiler vermektedir. Ayrıca havalanma koşullarına yönelik özel bilgiler vermektedir.
	Organik madde	Besin maddesi miktarı ile su bütçesi hakkında doğrudan bilgiler verdiği gibi havalanma koşullarıyla ilgili destekleyici bilgiler vermektedir.
	Tuzluluk	Besin maddelerinin yayılabilirliği konusunda toprak tepkimesini destekleyici bilgiler vermektedir.
	Kasyon değişim kapasitesi	Toprakların besin maddesi tutumunu ve gübreleme miktarı ve sıklığı konusunda bilgi vermektedir.
	Toplam besin maddeleri	Besin maddesi miktarları ilgili bilgiler vermektedir.
	Yararlanabilir besin maddeleri	Toprağın mevcut besin düzeyini vermektedir.
Biyolojik Analizler	Bakteri, aktinomiset, mantar gibi mikroorganizmalar	Mikroorganizma çeşitleri ve oranları ilgili bilgiler vermektedir.

4. BİTKİ ÖRNEKLERİNİN ALINMASI

Bitki analizleri beslenme sorunlarını teşhis etmek ve gübreleme programlarını izlemek için faydalı olmaktadır. Bitki analizleri bitkilerin beslenme ve büyüme ilişkilerinde önemli yer tutmaktadır. Yapılan bitki analizleri aracılığıyla toprak-taki bitki besin maddelerinin alınmasında rol oynayan etkenler belirlenmektedir. Besin konsantrasyonları bitkiler büyüdükçe değişmekte ve ayrıca bitki parçaları arasında farklılık göstermektedir. Bu nedenle belirli bir büyüme aşamasında belirli bitki parçalarını örneklemek önemlidir (Jones, 1998).

4.1. Yaprak ve ibre örneklerinin genel numune alma talimatları

Alanda farklı bitki gelişimi olduğunda, saha benzer özelliklere sahip farklı yönetim alanlarına bölünmeli ve her alandan bir örnekleme yapılmalıdır. Ölü, hastalıklı, böcek hasarlı veya mekanik olarak yaralanmış bitkilerin numune alınmamalıdır (Jones, 1998; Schwab ve ark., 2007). Ayrıca sınır bölgeleri ve bitkilerin su stresi altında olduğu ya da besin bulunabilirliğinin atipik olduğu yerler dahil olmak üzere alandaki alışılmadık yerlerden bitki numunesi alınımından kaçınılmalıdır (Jones, 1998). Özellikle örnekler mikro besin elementi analizi için kullanıldığında toz veya toprakla kaplı bitki örneklerinden kaçınılmalıdır (Jones, 1998). Örneklerdeki toz miktarı az ise yumuşak bir fırçayla çıkarılabilir (Schwab ve ark., 2007).

4.2. Örnek alınan ağaçların seçimi

En az 5 ağaç olacak şekilde örnekleme yapılmalı ve ağaç popülasyonunu temsil edecek şekilde rastgele seçilmelidir (Rautio ve Fürst, 2010). Örnekleme alanı karışık bir meşçere ise alanı temsil etmesi durumunda en yaygın ağaç türü yani en baskın tür hangisi ise onun örnekleme yapılmalıdır (Rautio ve Fürst, 2010). Sorunlu saha çalışmalarında ise bir probleme ilişkin yapılan örnekleme; hastalıklı ağaç yapraklarının yanı sıra sağlıklı ağaç yapraklarından da örnekler alınarak karşılaştırma sağlanmaktadır.

4.3. İbrelili türler için örneklerin alınma yeri ve zamanı

Yaprak örnekleri, besin elementleri konsantrasyonlarının bir vejetasyon devresinde yapraklarda değişmeden kaldıkları süreler arasında alınmaktadır. Özellikle yaz mevsiminde günün en sıcak saatlerinde örnekleme yapılmamalıdır (Thom ve ark., 1991). Buna göre rutin analizlerde; ibrelili ağaçlarda eylül ayı sonu ile aralık ayı sonu arasında tepeye yakın kısımlarından ve o yıla ait sürgünlerden ibreler toplanmaktadır. Genel olarak herdem yeşil türlerin mevcut yıl ibreleri ya da yaprakları gerçek beslenme durumunu değerlendirmek için en uygun olanları-

dır. Örneklenen yapraklar veya iğne yapraklılar tepenin üst üçte birinden alınmalıdır, ancak iğne yapraklılardaki ilk halkalardan alınmamalıdır. Farklı halkaların açıkça tanımlanabildiği alanlarda 7. ve 15. halka arasında örnek alınması tavsiye edilmektedir (Rautio ve Fürst,2010). Herdem yeşil türler için hem cari yıl iğnelerinin veya yapraklarının hem de ikinci yıl iğnelerinin veya yapraklarının örnekleme yapılmalıdır. Yani örnekleme uykuda kalma döneminde yapılmalıdır. Uykuda kalma döneminin uzunluğu bölgeye göre değişim göstermektedir. Yılın başında toplanan örnekler yılın koşullarını temsil ettiği düşünülmektedir. Ayrıca her bölge için, her bölgedeki ovaları ve dağları ayrı ayrı ele alarak, farklı türlerin örnekleme analizi için en uygun dönemi tanımlamaları ve bu döneme uymaları talep edilmektedir (Rautio ve Fürst, 2010).

4.4. Yaprak döken türler için örneklerin alınma yeri ve zamanı

Büyüme mevsiminin ikinci yarısında ve sonbahar sararması ve yaşlanmasının başlangıcından önce örnekleme yapılmalıdır (Rautio ve Fürst,2010). Sonbahar sararmasının başlamasından en az 2 veya 3 hafta önce ağaçların tepe kısmından en fazla ışık gören yapraklardan alınmaktadır. Çünkü bu devrelerde ağaçların bünyesindeki besin maddelerinin geri taşınması henüz başlamamıştır. Kısacası yapraklı ağaçlarda örnekleme yaklaşık 2-3 metre yükseklikteki ağaçların tepe kısmının her tarafından yaprak örnekleme alınarak yapılmaktadır. Yaprak döken türlerde mevcut yılın yaprakları üzerinden örnekleme yapılmaktadır (Rautio ve Fürst,2010).

4.5. İbre ve yaprak örneklerinin ambalajı ve laboratuvara taşınması

Toplanan bitki örnekleri hava geçiren bez veya delikli plastik torbalara konmaktadır. Örneklerin çürümesini önlemek için plastik poşetler kullanılmamalıdır. Ayrıca metal kaplar da örneklerin mikro besin element sonuçlarını etkileyebileceğinden dolayı kullanımı tercih edilmemelidir (Flynn ve ark., 1999; Thom ve ark., 1991). Torbalar yaklaşık 20x30 cm ölçülerinde olmalıdır. Torbaların üzerine alındığı yer, alındığı tarih, alan ve gönderen kişi adları gibi bilgileri içeren etiketleme yapılmalıdır. Örnekler sıkı bir şekilde paketlenmemelidir. Aynı gün içinde laboratuvara gönderilmeli aksi takdirde kısa süreli gecikmelerde buzlu (0-4 °C) taşınabilir bir soğutmalı kaba yerleştirilerek götürülmelidir.

SONUÇ

Topraktaki gerek fiziksel gerekse kimyasal analiz sonuçlarının ve bitkideki besin konsantrasyonunun bilinmesi organik düzenleyicilerin etkili kullanımıyla gübre uygulamalarının dengelenmesini sağlamaktadır. Meşçerelerin iyileştirilmesi, yeniden ağaçlandırma ve ormancılık uygulamalarının bitki su kullanım etkinliğini öne çıkarmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak bölge ormancılığında ve ağaçlandırma çalışmalarında toprak hazırlığının yapılması ve dikilecek türlerin belirlenmesinde toprakların özelliklerinin bilinmesinin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Fidanların kaliteli olması için yetiştirme ortamında ya da fidanlık toprağında bitki besin elementlerinin yeterli ve dengeli miktarda bulunması gerekmektedir. Aksi durumda bitki besin elementlerinin azlığı, noksanlığı, fazlalığı ve toksisitesi takip edilmeli, bunlara ilişkin morfolojik belirtiler gözlenmelidir. Bunlara karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Ayrıca bitkinin ihtiyaç duyduğu elementlerin laboratuvar analizleriyle tespit edilmesi gerekmektedir. Elde edilen verilere göre, bir gübreleme planı zaman ve miktar olarak yapılmalıdır. Zamanında ve doğru bir şekilde yapılan gübreleme, bitki besleme açısından son derece önem taşımaktadır. Bundan dolayı yetiştirme ortamı bileşenleri ve fidanlık toprakları düzenli aralıklarla analiz edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Acem, A., 2022. Çankırı Necmettin Erbakan parkının toprak özellikleri ve bitki gelişim parametreleri bakımından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı
- Anonim, 2012. Orman hayattır. <https://www.wwf.org.tr/?1241/ormanhayattir>
- Anonim, 2019. Küresel toprak paydaşlığı ve Türkiye toprak bilgi sistemi, Tarım Ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü. ISBN: 978-605-7599-04-9
- Anonim, 2024. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz/Turkiye-Orman-Varligi> Erişim tarihi 21.11.2024
- Çepel, N., 1988. Toprak İlmi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın Nu: 3416/389, 288 sayfa, İstanbul.
- Çiçek, N., Cengil, B., Yücedağ, C., 2022. Bitki besin elementlerinin önemi ve orman fidanlıklarında gübrelemenin rolü. Teorik ve Uygulamalı Ormancılık (2022) 1: 26-32 | Derleme makale
- Flynn, R., Ball, S.T., Baker, R.D., 1999. Sampling for plant tissue analysis. New Mexico State University Cooperative Extension Service. Available online at: http://aces.nmsu.edu/pubs/_a/A123.pdf
- Genç, M., 1992. Ağaçlandırma Potansiyelimiz, AGM'yi Bekleyen Sorunlar, Fidanlık ve Ağaçlandırma Çalışmalarına İlişkin Bazı Öneriler, Orman Mühendisliği Dergisi, 10, (1992), s. 29-31.
- Jones Jr., J.B., 1998. Field sampling procedures for conducting a plant analysis. In: Kalra, Y.P. (Ed.). Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press, Boca Raton. pp. 25-35.
- Kaçar, B. 2012. Temel bitki besleme. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kaçar, B., Katkat, A.V., Öztürk, Ş., 2006. Bitki fizyolojisi. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlmi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın Nu: 4261/462, İstanbul.
- Karagül, R., 1999. Doğu Karadeniz Bölgesinde Tarıma Uygun Arazi Yetersizliğinin Meydana Getirdiği Sorunlar, Doğu Karadeniz Bölgesinde Orman Mülkiyet Sorunları Sempozyumu, 8-10 Ekim 1999, Trabzon, 437-452.
- Karataş, R., 2013. Toprak, Bitki Ve Su Örneklerinin Alımı Ve Laboratuvara Taşınma Teknikleri. Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Isparta – 2013, 23 ss.
- Mengel, K., 1984. Bitki Beslenmesi ve Metabolizması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları: 162, Ders Kitabı: 12, Çeviren; Hüseyin Özbek, Zülküf Kaya ve Metin Tamcı, yıl:1984, 590 sayfa, Adana.

- Rautio, P., Fürst, A., 2010. Sampling and Analysis of Needles and Leaves. See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/232250642>
- Schwab, G.J., Lee, C.D., Pearce, R., 2007 Sampling plant tissue for nutrient analysis. University of Kentucky Cooperative Extension Service. Available online at: <http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/agr/agr92/agr92.pdf>
- Sevgi, O., Ekşi, M., Tecimen, H.B., 2024. Kent Yeşil Alanları Toprak Bilgisi. İstanbul: İÜC Üniversite Yayınevi. E-ISBN: 978-605-7880-77-2 DOI: 10.5152/7500 İstanbul Üniversitesi–Cerrahpaşa İÜC Üniversite Yayınevi Seri No: 59
- Şenyurt, S., Türkmen, F., 2020. Orman ve mera alanlarında oluşan toprakların sınıflandırılması: Kabadüz/Ordu Akademik Ziraat Dergisi 9(2): 317-326 (2020) ISSN: 2147-6403 e-ISSN: 2618-5881 DOI: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.807653>
- Thom, W.O., Brown, J.R., Plank, C.O., 1991. Sampling for corn plant tissue analysis. Iowa State University Extension. Available online at: <http://www.extension.iastate.edu/Publications/NCH15.pdf>
- Ürgenç, S. 1992. Ağaç ve Süs Bitkileri Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği. Yayın No: 3676. İstanbul.



BÖLÜM 4

Acer platanoides L. (Akça Ağaç) ve
Hippophae rhamnoides L. (Yabani İğde)
Ekstraktlarının *Fusarium* Türlerine
Karşı Biyolojik Mücadelede Kullanım
Potansiyelinin Araştırılması

Yusuf Bayar¹ & Abdurrahman Onaran²

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 40200, Kırşehir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-8393-7218

² Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Kumluca Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü,
07350, Antalya, Türkiye, ORCID ID: 0000-0003-0665-8535

GİRİŞ

Tarımsal üretim yapılan alanlarında üretimi sınırlayan bir çok biyotik (hastalık, zararlı ve yabancı ot) ve abiyotik (dolu, sel.vb) etken bulunmaktadır. Üretimi sınırlayan bu etkenler içerisinde hastalıkların önemli bir yeri vardır.

Fusarium oxysporum, vasküler solgunluk hastalıklarına neden olan, çok büyük bir konukçu çeşitliliğine sahip toprak kökenli ve kompleks bir fungus türüdür (Gordon, 2017). Bu hastalık etmeni tarımsal üretim yapılan alanlarda büyük miktarda ürün kayıplarına neden olmaktadır. Bu kompleks hastalık etmenlerinden en önemlileri arasında *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC), *Fusarium oxysporum* f. s. *lycopersici* (FOL) ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (FOM) bulunmaktadır. Bu hastalık etmenlerinden FOC bitkinin köklerini enfekte ederek iletim demetlerine ulaşır bitkinin yaprallarda saramalara neden olur. FOC ile bulaşık alanlarda şiddetli enfeksiyonlarında ise bitkide kurumalar ve ölüm meydana gelir(Ünlü ve ark., 2009). Kavunu en yıkıcı hastalıklarından biri olan FOM, toprakta klamidosporeler olarak yaşayan ve kavunla rotasyon halinde yetiştirilen çoğu ürünün bitki artıklarını ve köklerini kolonize olan bir hastalık etmenidir (Gordon ve ark., 1989). Diğer bir hastalık etmeni olan FOL ise bitkide genel solgunlukla birlikte iletim demetlerinde renk değişimi sebep olmaktadır (Can ve ark., 2004. Altınok ve ark., 2023)

Dünya’da ve Ülkemizde hastalıklara karşı yoğun şekilde kimyasal mücadele yapılmaktadır. Kimyasal mücadelede kullanılan pestisitlerden dolayı üretim maliyetleri artmasının yanı sıra ayrıca kalıntı problemleri ortaya çıkmaktadır. Ayrıca kullanılan pestisitlerin insan ve çevre üzerine olan olumsuz etkileri gün geçtikçe artmaktadır. Sentetik kimyasalların bu olumsuzluklarına karşı alternatif mücadele yöntemleri üzerine yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Bu mücadele yöntemlerinden biri de bitki ekstraları oluşturmaktadır (Howell, 2003; Barrera- Necha ve ark., 2009; Bayhan, 2019; Yılar et al., 2020a). Doğal olarak bitkilerden elde edilen bileşiklerin pestisitlerle kıyaslandığını kalıntı sorunun ve çevreye olan etkisinin az olması bitki hastalıkları ile mücadelede önemli yere sahiptir (Bayhan 2019, Yılar et al., 2020b).

Akçaağaç (*Acer platanoides* L.) Aceraceae familyasına ait ve Dünya üzerinde 200 kadar türü bulunmaktadır. En geniş dağılımı Asya kıtası olmasına rağmen, Kuzey yarım kürede yayılış göstermektedir (Öztürk 2016).

Yabani iğde (*Hippophae rhamnoides* L.) ülkemizde, sincan çalısı, cıcılık ve çığırkan gibi farklı isimlerde adlandırılmaktadır. Bu bitki halk arasında, doku rejenerasyonun teşviki, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi, anti-inflamatuvar, anti-mikrobiyal, ağrı kesici, olarak bilinmektedir (Li ve Beveridge, 2003). Ayrıca

Yabani İğde bitkisinin meyvelerinden elde edilen ekstraların toplam fenolik bileşik, total antioksidan aktivite, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikal giderme aktivitesi, Fe^{+3} - Fe^{+2} indirgeme kapasitesi, FRAP metoduna göre Fe^{+3} TPTZ indirgenme kapasitesi, ABTS (2,2'azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonikası)) radikal giderme aktivitesi, ve CUPRAC metoduna göre Cu^{+2} - Cu^{+} indirgeme kapasitesi rapor edilmiştir (Hayta ve ark 2021). Fakat akçaağaç ve yabani iğde bitkilerin bitki patojeni funguslar üzerine detaylı bir çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışma toprak kökenli önemli bitki patojenlerinden olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, *Fusarium oxysporum* f. s. *lycopersici*) ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* bitki patojenlerine karşı, Yabani iğde (*Hippophae rhamnoides*) ve akçaağaç (*Acer platanoides*) yapraklarının metanol ekstralarının antifungal aktivitesi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bitki materyali

Yabani iğde ve akçaağaç bitki materyali 2019-2020 vejetasyon döneminde Antalya'taki doğal alandan toplanmıştır. Toplanan bitki materyali laboratuvarda gölgede kurutuldu ve elektrikli öğütücü kullanılarak öğütüldü, ardından ekstraksiyon yapıncaya kadar kâğıt torbalarda saklandı.

Bitki ekstralarının elde edilmesi

Yabani iğde (Gövde) ve akçaağaç (Yaprak)'ın öğütülmüş bitki materyallerinden 100'er gr tartılarak 1 litrelik erlenmayerlere içerisine ilave edilmiştir. Daha sonra bitki kısımlarının üzerlerine örtecek şekilde çözücü ilavesi yapılmıştır. Ekstraksiyon işlemi için orbital çalkalayıcıda 120 rpm'de 72 saat boyunca çalkalanmıştır. Çalkalama işlemi bittikten sonra ekstralar filtre kâğıdından geçirilmiştir. Daha sonra organik çözücü ratory evaporator yardımı ile uzaklaştırılmıştır. Elde edilen kuru ekstralar kazınarak %50 asetonlu su ile farklı konsantrasyonlar (0 (%50 sulu aseton), 1, 2, 4 mg/mL)) elde edilmiştir.

Fungus kültürlerinin elde edilmesi

Denemede kullanılan funguslar (FOC, FOM ve FOL) Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, laboratuvarlarında bulunan stok kültürlerden elde edilmişlerdir. Çalışmada içerisinde 20 mL potato dextrose agar (PDA) bulunan 90 mm çapında petrielerde 25 ± 2 °C'de 7 gün boyunca geliştirilen genç kültürler kullanılmıştır.

Bitki ekstraktının in vitro koşullarda antifungal aktivitesi

Yabani iğde ve akçaağaçtan elde edilen methanol ekstraktları aseton-su karışımıyla çözülerek stok çözelti elde edilmiştir. Daha sonra son konsantrasyonlar 0 (%50 sulu aseton), 1, 2, 4 mg/mL PDA ortamlarına ilave edilmiştir. Bu PDA'lar 60 mm çaplı petri kaplarına 10 ml olacak şekilde dökülmüştür. Pozitif kontrol olarak Thiram etkili maddeli fungusit kullanılmıştır. Negatif kontrol olarak, içerde aseton bulunan PDA'lara kullanılmıştır. Denemede 8-10 günlük genç funguslardan alınan 5 mm çaplı miselyum diskleri, daha önceden farklı dozlarda ekstrakt ilave edilmiş olan petri kaplarına ekilmiştir. Ekilen funguslar iklim kabiniinde 25±2 °C'de 7 gün boyunca inkubasyona bırakılmıştır. Çalışma 3 tekerürlü ve 2 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Daha sonra fungusların gelişen miselyum çapları dijital kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Ekstraktların miselyum gelişmesi engelleme yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$I: 100 \times (dc - dt) / dc$$

I: Yüzde miselyum gelişimi engelleme oranı

dc: Kontroldeki miselyum gelişimi

dt: Uygulamadaki miselyum gelişimi

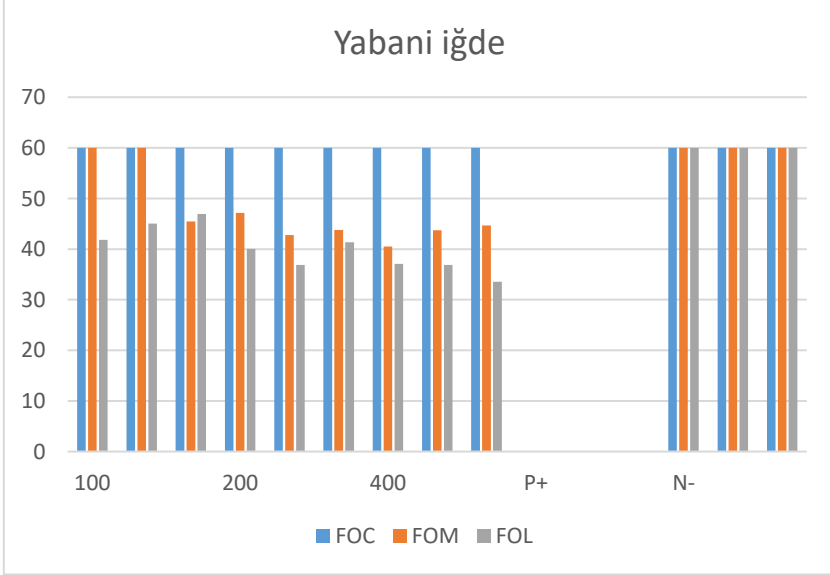
Verilerin değerlendirilmesi

Denemelerde muameleler muameleler arasındaki farklılıkların önem dereceleri varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiş, DUNCAN testi kullanılarak ortalamalar karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yabani iğde ve akçaağaçtan elde edilen bitki ekstraktlarının in vitro toprak kökenli patojenler olan FOC, FOM ve FOL funguslarına karşı etkinliği araştırılmıştır. Çalışma sonucunda bitki ekstraktlarının miselyum gelişimi ve miselyum gelişim engelleme sonuçları tablo1,2 ve şekil1, 2 de verilmiştir. Kullanılan dozlar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar ortaya çıkmıştır. Çalışma bulgularına göre Yabani iğdenin ekstraktının farklı dozlarının bitki patojeni FOC üzerine herhangi bir etkisi görülmemiştir. Ekstrakt FOM miselyum gelişimi üzerine etkisi doza bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Bitki ekstraktının FOM'in miselyum gelişimini 1 mg/mL dozunda %8.06 oranında engellemiştir (Tablo 1). Yabani iğde ekstraktının 2 ve 4 mg/mL dozunda ise FOM'un miselyal gelişimini sırasıyla %25,72 ve %28,42 oranında engellediği saptanmıştır. Yabani iğde ekstraktının FOL'nin miselyal gelişimi üzerine doza bağlı olarak etkisinin arttığı görülmüştür.

Dozlara bağı olarak 1, 2, ve 4 mg/mL dozda patojenin miselyum gelişimini sırasıyla %25,68, %34,31 ve %40,31 oranında engellediği belirlenmiştir (tablo1 ve şekil 1). Hastalıklar üzerine yabancı iğde ekstraktının etkisi birlikte düşünül- düğünde ekstrakta karşı en dayanıklı olan hastalığın FOC olduğu bunu sırasıyla FOM ve FOL izlediği görülmüştür.



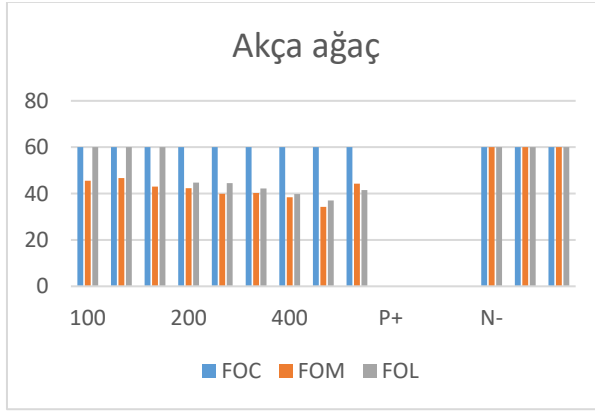
Şekil 1. Yabancı iğde bitki ekstraktının bitki patojeni fungusların miselyum gelişimi üzerine etkisi

Tablo 1. Yabancı iğde bitki ekstraktının bitki patojeni fungusların miselyum gelişimi üzerine & % etkisi

Doz (mg/mL)	Yabancı iğde		
	FOC	FOM	FOL
1	0.00±0.00 b*	8.06±8.06c	25,68±2.5d
2	0.00±0.00 b	25.72±2.20b	34.31±2.19c
4	0.00±0.00 b	28,42±2.09b	40.31±1.89b
N-	0.00±0.00 b	0.00±0.00d	0.00±0.00e
P+	100±0.00 a	100±0.00a	100±0.00a

N-: Negatif kontrol; P+: Pozitif kontrol; FOC: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, FOM: *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, FOL: *Fusarium oxysporum* f. s. *lycopersici* Ortalamaları karşılaştırmak için Duncan çoklu aralık testi kullanıldı ve $P < 0.05$ olduğunda farklılıklar anlamlı kabul edildi.

Akçaağaç bitki ekstraktı bitki patojeni funguslar üzerine antifungal aktivitesi ise fungus türüne göre farklılıklar göstermiştir. Fungusların miselyum gelişimi ve miselyum gelişim engelleme oranları sırasıyla şekil 2 ve tablo 2 de verilmiştir. Akçaağaç ekstraktının FOC üzerine herhangi bir etkisi gözlemlenmemiştir. Ekst-rak bitki patojeni FOM'in miselyal gelişimi doza bağlı olarak değişiklik göster-miştir (şekil 2). FOM'in miselyal gelişimini 1 mg/mL dozda % 24,21 oranında engellemiştir. Diğer dozlar olan 2 ve 4 mg/mL PDA da ise sırasıyla %31,94 ve %34,97 gibi bir engelleme göstermiştir (Tablo 2). Akç ağaç ekstraktı FOL'nin miselyal gelişimini ise 1 mg/mL PDA engellemek, 2 ve 4 mg/mL PDA da ise sırasıyla %26,94 ve %34,26 oranında engellediği belirlenmiştir. Akçaağaç ekst-raktına en tolerant bitki patojenin FOC olduğu bunu sırasıyla FOM ve FOL'nin izlediği belirlenmiştir.



Şekil 2. Akçaağaç bitki ekstraktının bitki patojeni fungusların miselyum gelişimi üzerine etkisi

Tablo 2. Akçaağaç bitki ekstraktının bitki patojeni fungusların miselyum gelişimi üzerine & % etkisi

Doz (mg/mL)	Akçaağaç		
	FOC	FOM	FOL
1	0.00±0.00 b	24.91±1.26c	0.00±0.00d
2	0.00±0.00 b	31.94±1.81bc	26.97±1.32c
4	0.00±0.00 b	34.97±4.86b	34.26±2.18b
N-	0.00±0.00 b	0.00±0.00d	0.00±0.00d
P+	100±0.00 a	100±0.00a	100±0.00a

N-: Negatif kontrol; P+: Pozitif kontrol; FOC: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, FOM: *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, FOL: *Fusarium oxysporum* f. s. *lycopersici* Ortalamaları karşılaştırmak için Duncan çoklu aralık testi kullanıldı ve P<0.05 olduğunda farklılıklar anlamlı kabul edildi.

Yapılan araştırmalar sonucunda, yabani iğde ve akęaaęaę bitkilerinin bitki patojeni funguslar üzerine antifungal aktivite çalışmalarına rastlanılmamıştır. Ancak bitki ekstraktların bitki patojeni olan FOM, FOL ve FOC zerine yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Onaran ve ark., tarafından yapılan bir çalışmada dallı darının (*Panicum virgatum* L.) farklı organik çözücü (aseton, etil asetat, kloroform ve metanol) ekstraktlarının *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicislycopersici* (Forl) miselyum gelişimini PV1 eşidi ve PV2 hattı aseton özütünün 2 mg/ml dozunun sırasıyla %73 ve %100 oranında engellediği diğer çözücülerin olan etil asetat, kloroform ve metonal özütlerinin miselyal büyümesini farklı oranlarda engellediğini bildirmişleridir (Onaran ve ark., 2022). Yapılan başka bir çalışmada, *Morina persica* L. bitkisinin metanol ekstraktının bitki patojeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL) karşı antifungal aktivitesi belirlenmiş, çalışma sonucunda 20 mg/mL dozunda %60 oranında hastalığın miselyal gelişimi engellediği rapor edilmiştir (Sağlamve Onaran 2018). Başka bir çalışanda ise *Aronia melanocarpa* bitki ekstraktlarının (yaprak, gövde, meyve ve hidrosol) *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* zerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma %1, %5 ve %10'luk dozlar kullanılmışlardır. Kullandıkları en yüksek doz olan %10'luk dozda yaprak ekstraktının bitki patojenin fungusun miselyal gelişimini %100 engellediğini bildirmişlerdir(Gökmen ve ark., 2022). Yürütülen başka bir çalışmada ise *Pteridium aquilinum* metanol ve hekzan ekstraktlarının *Fusarium oxsproum* f.sp *lycopersici* (FOL) zerine antifungal aktivitesi araştırılmış, çalışma sonucunda En yüksek doz olan 5mg/ml dozda patojenin miselyal gelişimini metanol ekstrakt %73.58, hekzan ekstraktı %83.92 oranında egellediğini bildirmişlerdir (Yılar ve ark., 2019). *Liquidambar orientalis* Mill. bitkisinden elde edilen reğine ve yaprak metanol ekstraktının *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* (FOC) zerine farklı konsantrasyonlarının antifungal etkinliği araştırılmış, çalışma sonucunda en yüksek doz olan 20 mg/ml dozda patojenin miselyal gelişimini yaprak ve reğine ekstraktı sırasıyla %66 ve %100 oranında engellediği bildirilmiştir (Onaran, 2018). *Hypericum scabrum* ethanol ekstraktı ile yapılan çalışmada en yüksek doz olan 300 ppm de *F. oxysporum* miselyum gelişimini %87.4 oranında engellediği rapor edilmiştir(Bektaş ve ark., 2023).

SONUÇ

Yapılan çalışma sonucunda, akçaağaç ve yabani iğde bitkilerinden elde edilen metanol ekstraktının bitki patojeni FOM ve FOL funguslarına karşı aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Ancak FOC fungusuna karşı bitki ekstraktının herhangi bir etkisinin olmadığı ve fungusun bu ekstraktlara karşı toleranslı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak FOM ve FOC fungusların mücadelesinde kullanılabilir bir potansiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak, bunu belirlemek için daha çok çalışmanın yapılması ve arazi koşullarında bu ekstraktların denenmesi gerekmekte olup, bu sonuçların geçerliliği bakımından daha anlamlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Altınok, H. H., Can, C., Demirel, Ö., Yüksel, G. (2023). Akdeniz iklimindeki Domates Seralarında *Fusarium* Solgunluk ve *Fusarium* Kök & Kök Boğazı Çürüklüğü Hastalık Etmenlerinin Moleküler Tanısı ve Virülenslikleri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9 (1), 36- 49. doi: 10.24180/ijaws. 1216366
- Barrera-Necha, L. L., Garduno-Pizana, C., Garcia-Barrera, L. J. (2009). In vitro antifungal activity of essential oils and their compounds on mycelial growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* (Massey) Snyder and Hansen. Plant Pathology Journal, 8(1), 17-21.
- Bayhan, Ş. (2019). İn Vitro ve İn Vivo Koşullarda Bazı Bitki Ekstraktlarının Hıyarlarda Sorun Olan *Fusarium oxysporum* F. Sp. *Cucumerinum* Patojenine Karşı Alternatif Mücadele Olanaklarının Araştırılması. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Sayfa 1.
- Bektaş, İ., Seyrekoğlu, F., Küsek, M., Ceyhan Başaran, C. (2023). Determination of Antifungal Activity of Leaf Extracts from *Hypericum* ssp. Against Plant Pathogenic Fungi *Fusarium oxysporum* and *Alternaria alternata*. Journal of the Institute of Science and Technology, 13(4), 2364-2372. <https://doi.org/10.21597/jist.1254969>
- Can, C., Yucel, S., Korolev, N., Katan, T. (2004). First report of *Fusarium* crown and root rot of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in Turkey. Plant Pathology, 53, 814. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2004.01087.x>
- Gordon, T.R., Okamoto, D., Jacobson, D.J. (1989). Colonization of muskmelon and non-susceptible crops by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* and other species of *Fusarium*. Phytopathology 79, 1095–100.
- Gordon, T.R: *Fusarium oxysporum* and the *Fusarium* wilt syndrome. Annu Rev Phytopathol 2017, 55:23–39
- Gökmen, M. K., Ercan, F., Kaya, M. (2022). *Aronia melanocarpa* Bitki Özütünün *Galleria mellonella* ve *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Üzerine Öldürücü ve Engelleyici Etkisi. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(1), 24-31.
- Hayta, B, Gülaboğlu, M, Kutlu, Z., (2021). *Hippophae rhamnoides* L. (Yabani İğde) Bitkisinin Meyve Ekstraktlarının İn Vitro Antioksidan Özelliklerinin Araştırılması. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(4): 2992-3002.
- Howell, C. R. (2003). Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. Plant disease, 87(1), 4-10.
- Li, T.S., Beveridge, T.H. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) production and utilization. Baskı. NRC Research Press, 2003.

- Onaran, A. (2018). Endemik Anadolu Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) Bitki Ekstraktlarının Bazı Bitki Patojeni Funguslara Karşı Antifungal Etkilerinin Belirlenmesi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(2), 202-208. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.318796>
- Onaran, A., Yavuz, T., Bayar, Y. (2022). Antifungal Activities of Different Organic Solvent Extracts of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) Against Some Plant Pathogenic Fungi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 11(2), 93-101.
- Öztürk, S. (2016). Türkiye’de doğal yayılış gösteren akçaağaç (*Acer*) türlerinin bazı botanik özellikleri, Orman Genel Müdürlüğü, Ormancılık Araştırma Dergisi, 4(1):80-99 DOI: <http://dx.doi.org/10.17568/oad.32261>
- Saglam, D., Onaran, A. (2017). *Morina persica* L. Ekstraktının *Ditylenchus dipsaci* ve Bazı Bitki Patojenlerine Karşı Biyolojik Mücadelede Kullanım Potansiyelinin Belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2), 63-68.
- Ünlü, M., Ünlü, A. ve Kabaş, A., (2009). Bazı Yerel Kavun Genotiplerinin *Fusarium oxysporum f. sp. melonis*’ e Reaksiyonlarının Tespiti. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya.
- Yılar M, Bayar Y, Onaran, A (2019). Sebzelerde Önemli Verim Kayıplarına Neden Olan Bitki Patojenlerine Karşı *Pteridium aquilinum* L. (Eğrelti Otu) Bitkisinin Fungusidal Aktivitesi. II. Uluslararası Tarım Kongresi. 21-24 Kasım, Ankara
- Yılar M, Bayar Y, Bayar AAA, Genç N (2020a) Chemical composition of the essential oil of *Salvia bracteata* banks and the biological activity of its extracts: antioxidant, total phenolic, total flavonoid, antifungal and allelopathic effects. Bot Serbica 44:71– 79. <https://doi.org/10.2298/BOTSERB2001071Y>
- Yılar, M., Bayar, Y., Bayar Abacı, A.A. (2020b). Allelopathic and antifungal potentials of endemic *Salvia absconditiflora* Greuter & Burdet collected from different locations in Turkey. Allelopathy Journal, 49(2), 243-256.



BÖLÜM 5

Meyve Yetiştiriciliğinde Yeni Bir Yaklaşım: Meyve Örtme (Bagging) Uygulaması

Selma Boyacı¹

¹ Doç. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-3349-839X

GİRİŞ

Günümüzde insanlar meyveyi sadece meyve gereksinimlerini karşılamak için değil daha sağlıklı bir beslenme programı oluşturmak için tüketmektedirler. Satın aldıkları meyvelerde meyve kalite özelliklerinin (renk, şekil, irilik vs.) iyi olması ve üzerinde kimyasal ilaç kalıntısının olmaması genel istekleridir. Sentetik kimyasallara daha az bağımlı olan yüksek kaliteli meyve üretimi için çeşitli iyi tarım uygulamaları dünya çapında popüler hale gelmektedir. Bu tür uygulamalar arasında, hasat öncesi meyve örtme uygulaması etkili bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır. Meyve örtme uygulaması, torbalama, meyve kaplama veya meyveyi sarma olarak da bilinen, meyveleri çeşitli çevresel faktörlerden ve zararlılardan korumak için kullanılan kültürel bir işlemdir. Bir bitki üzerindeki tek tek meyvelerin veya meyve salkımlarının üzerine bir torba veya örtü yerleştirmeyi içermektedir. Meyve örtmede kullanılan örtüler kağıt, plastik film veya file kumaş vb. malzemeden yapılabilir. Bu malzemeler havanın ve ışığın meyveye ulaşmasını sağlarken böceklere, kuşlara, hastalıklara ve olumsuz hava koşullarına karşı koruyucu bir kalkan sağlamaktadır (Jat ve ark., 2024). Meyve örtme, sadece meyve kabuğunun rengini artırarak ve lekeleri azaltarak meyvenin görsel kalitesini iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda meyve gelişimi için mikro ortamı değiştirebilen ve iç meyve kalitesi üzerinde birçok yararlı etkiye sahip olabilen bir fiziksel koruma yöntemidir. Meyvenin hasat öncesi örtülmesi aynı zamanda hastalık, böcek zararlısı ve / veya mekanik hasar, meyve kabuğunda güneş yanığı, meyve çatlaması, meyve üzerinde tarım kimyasalları kalıntıları ve kuşlardan zarar görme sıklığını da azaltabilmektedir. Pek çok faydalı etkisinden dolayı meyve örtme uygulaması şeftali, elma, armut, üzümün ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Hasat öncesi meyve örtmenin kabuk rengi gelişimi ve kalitesi üzerindeki arzu edilen etkilerini belirlemek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır, ancak çelişkili sonuçlar bildirilmiştir. Bunlar, kullanılan torba tipindeki farklılıklar, örtme işleminde meyve gelişme aşaması, torbanın çıkarılmasını takiben meyvenin doğal ışığa maruz kalma süresi ve / veya meyveye ve kültürel uygulamalara özgü tepkilerden kaynaklanıyor olabileceği, meyve örtme uygulamasının zahmetli bir iş olduğu ve dünyanın birçok yerinde yöntemin benimsenmesini teşvik etmek için maliyet: fayda oranının araştırılması gerektiğini vurgulamışlardır (Sharma ve ark., 2014).

“Bilinçli tüketiciler” satın aldıkları meyvelerin kalite özelliklerinin (renk, şekil, irilik vb.) iyi olması kadar meyve üzerinde tarımsal ilaç kalıntısının olmamasına da dikkate etmeye başlamışlardır. Hastalık ve zararlılarla savaşım için geleneksel elma yetiştiriciliğinde ağaçlara her yıl 3-10 kez sentetik kimyasal kökenli tarımsal ilaç püskürtülürken organik yetiştiricilikte de ağaçlar sentetik kökenli

olmayan kimyasal maddelerle ilaçlanmaktadır. Sonuçta her iki yetiştiricilik yönteminde de elma ağaçları ilaçlanırken meyve kabuğunda veya meyve etinde kimyasal madde kalıntı riski bulunmaktadır. Meyve örtme uygulama zamanı, genellikle, erken gelişim aşamasındayken uygulanmaktadır. Örneğin elmada iklim koşullarına göre meyveler 10-12 mm büyüklüğe ulaştığı zaman ağaçlar hüzme başına 1 meyve düşecek şekilde seyreltme yapılarak (Şekil 1), seyreltme yapılan meyvelere örtüler yerleştirilmelidir. Torbayı meyve sapının etrafına gevşek bir şekilde bağlayarak veya zımbalayarak, torbanın alt köşelerinden yaklaşık ¼ cm'lik bir parça keserek torbada su birikmesini engellemek gerekmektedir. Meyve türüne ve büyüme hızına bağlı olarak, torbalar hasattan 4 ila 6 hafta önce çıkarılabilir veya korumayı en üst düzeye çıkarmak için hasada kadar tutulabilmektedir (Arakawa, 1998).



Şekil 1. Seyreltme yapılan elmaların görünümü (a) önce (b) sonra (orijinal: s.boyacı)

2. Meyve örtme uygulamalarında yaygın olarak kullanılan bazı malzemeler

Meyve örtme uygulamasında kullanılan materyal, belirli gereksinimlere ve istenen sonuçlara bağlı olarak çeşitli malzemeler kullanılabilir. Meyve örtme için yaygın olarak kullanılan bazı malzemeler (Jat ve ark. 2024):

Kağıt: Genellikle kahverengi veya beyaz kağıttan yapılan ve biyolojik olarak parçalanabilme özelliği gösteren malzemedir (Şekil 2). Kağıt torbalar, hava sirkülasyonuna izin vermek için keselerin alt iki uç kısımları su buharının birikmeyecek şekilde hafifçe çapraz kısaltılarak, zararlıların araya girmesini önlemek için meyvenin etrafına dikkatlice sabitlenmelidir. Böylece nem birikimini azaltırken zararlılara ve güneş yanıklarına karşı koruma sağlamaktadır.



Şekil 2. Kese kağıdı geçirilerek örtme uygulaması yapılmış meyvenin görünümü (orijinal: s.boyacı)

Plastik: Neme dayanıklılıkları nedeniyle plastik torbalar örtme işleminde kullanılmaktadır. Polietilen torbalar genellikle farklı kalınlıklarda kullanılırken şeffaf plastik torbalar güneş ışığının meyveye ulaşmasını sağlayarak olgunlaşmaya yardımcı olmaktadır. Opak torbalar ise zararlılara karşı ek koruma sağlamaktadır.



Şekil 3. Plastik poşet geçirilmiş meyve (orijinal: s. boyacı)

Kumaş: Naylon veya muslin gibi hafif kumaş malzemeleri hava ve ışık penetrasyonuna izin vererek meyveleri zararlılardan korumaktadır. Ayrıca bez çantalar yeniden kullanılabilir ve organik tarım uygulamalarında tercih edilmektedir.

File (Örgü): File çantalar, hava sirkülasyonuna izin veren ve böcek ve kuş saldırılarından koruyan küçük boşluklara sahip dokunmuş bir malzemeden yapılmaktadır. Genellikle turuncgiller, üzüm, elmalar veya armutlar gibi meyveleri örtmek için kullanılmaktadır.



Şekil 4. File çanta geçirilmiş üzüm meyvesi (Anonim, 2024)

Ağ: Ağ çantalara benzer şekilde, kuşlara ve daha büyük böceklerle karşı koruma sağlarken hava akışına da izin vermektedir. Naylon veya polietilen gibi malzemelerden yapılabilmektedir.

Biyolojik Olarak Parçalanabilir Filmler: Geleneksel plastik poşetlere çevre dostu alternatifler, polilaktik asit, nişasta veya selüloz bazlı filmler gibi malzemelerden yapılan biyolojik olarak parçalanabilir filmlerdir. Bu filmler koruma sağlar ve sonunda doğal olarak parçalanarak çevresel etkiyi azaltmaktadır.

Ayrıca, son yıllarda bazı üreticiler meyve bahçelerinde plastik film ve dokusuz kumaştan yapılmış kompozit torbaların yeni versiyonlarını kullanmaktadır. Bu torbalar meyve büyümesinin gerçek zamanlı gözlemlenmesine olanak tanıyarak koruma sağlamaktadır. Ancak, maliyetlidirler ve nispeten az sayıda örnekte kullanılmışlardır (Anonim, 2024) (Şekil 5)



Şekil 5. Kompozit örtü geçirilmiş üzüm meyvesi (Anonim, 2024).

3. Meyve örtme uygulamalarında yaygın olarak kullanılan örtü malzemesinin renkleri

Bu bölümde, meyve örtme uygulamalarında yaygın olarak kullanılan örtü malzemesi renklerinin bazı özellikleri ve etkileri (Jat ve ark. 2024) verilmiştir;

Beyaz renkli torbalar: Bu renkte torbalar genellikle elma, armut, şeftali ve nektarin gibi çeşitli meyveler için kullanılmaktadır. Beyaz torbalar güneş ışığını yansıtarak ısı birikimini azaltır ve meyvenin yüzeyinde güneş yanıklığı zararını önlemektedir.

Kahverengi renkli torbalar: Bu tür torbalar portakal, greyfurt ve limon gibi meyve türleri için kullanılmaktadır. Kahverengi torbalar turuncgilleri güneş yanığından korumaya ve zararlı istilası riskini azaltmaya yardımcı olmaktadır.

Kırmızı renkli torbalar: Bu renk torbalar genellikle kiraz ve erik gibi meyveler için kullanılmaktadır. Kırmızı renk, zararlıları kontrol etmeye yardımcı olabilecek faydalı böcekleri çekmeye yardımcı olurken, aynı zamanda kuşlara karşı bir miktar koruma sağlamaktadır.

Mavi renkli torbalar: Bu torbalar bazen üzüm gibi meyveler için kullanılmaktadır. Mavi renk, meyve sinekleri gibi belirli böcek saldırılarını engelleyebilmektedir.

Siyah renkli torbalar: Bu tür torbalar incir gibi belirli meyveler için kullanılmaktadır. Siyah renk güneş ışığını emmeye yardımcı olur, meyvenin yüzeyini sıcak tutar ve olgunlaşmayı desteklemektedir.

Yeşil renkli torbalar: Bunlar genellikle hurma ve avokado gibi meyveler için kullanılmaktadır. Yeşil renk kamuflaj sağlar, ağacın yeşil aksamıyla uyum sağlar, zararlılar ve kuşlar için daha az görünür hale getirmektedir.

Meyveleri tek tek kilitli poşetler veya kese kâğıtları içine alarak yapılan yetiştirme yöntemi meyvecilikte ileri olan bazı ülkelerde kabuk rengini iyileştirmek (Kubo et ve ark. 1988; Noro ve ark. 1989; Saure 1990; Kitagawa ve ark. 1992; Arakawa 1998, Fan ve Mattheis 1998; Tyas ve ark. 1998), mekanik zararları azaltmak (Joyce ve ark. 1997; Tyas ve ark. 1998; Amarante ve ark. 2002a), meyve yüzeyinde oluşabilecek güneş yanıklığını önlemek (Bentley ve Viveros 1992), kuş zararından korumak (Berrill 1956; VanDyk ve Saayman 1989) ve meyve yüzeyinde kimyasal kalıntı olmamasını sağlamak (Kitagawa ve ark. 1992; Amarante ve ark. 2002a) gibi amaçlarla bazı ürünlerde (elma, armut, şeftali, üzüm, mango, ananas vb.) yapılmaya başlanan bir uygulamadır.

Meyve örtme uygulaması verim ve kaliteyi artırma ya da meyve gelişme süresini kısaltmadan ziyade, meyvelerin görsel, çekici, temiz kalması ya da bazı hastalık ve zararlıların kontrolü, meyvelerde güneş yanıklıklarının önlenmesi ve hasat sonrası raf ömrünün artırılması amacıyla kullanılmaktadır (Amarante ve ark., 2002b; Kader, 2002; Elamine, 2006; Robinson ve Galán Saúco, 2010).

Türkiye’de ise meyve örtme uygulaması sadece açıkta muz yetiştiriciliğinde uygulanmakta ve örtü altında ise kullanılmamaktadır. Türkiye’de kullanılan koruyucu torbalarda ise renk ve özellik yönünden bir standart bulunmamaktadır. Balkıç ve ark. (2017) Alanya yöresinde ağırlıklı olarak sarı ambalaj kağıdı üzerine ince plastik geçirilmiş ve halk arasında “Alanya Kesesi” olarak bilinen torbalar ve Gazipaşa yöresinde ise mavi ve yeşil renkli plastik torbalar kullanıldığını bildirmişlerdir.

Meyve örtme tekniği özellikle Asya’da meyve görünümünü ve kalitesini artırmak için özel olarak kullanılmaktadır. Farklı tiplerde torba/ örtme malzemeleri vardır. Başlangıçta, Kore’de meyvelerin hastalık ve zararlılardan zarar görmesini önlemek amacıyla meyveleri sarmak için gazete kâğıtları kullanılmıştır, ancak 1985 yılında yapay olarak üretilen poşetler piyasaya sürülmüştür. Meyve örtme uygulaması üretim maliyeti yüksek ve uygulaması yoğun emek istemesine rağmen, yeni malzemelerle mükemmel sonuçlar göstermiştir. Meyvenin etrafındaki torba güneş ışığını, sıcaklığı, nemi, buharlaşmayı ve mekanik hasarı kontrol etmektedir. Meyve örtme uygulaması meyve sinekleri başta olmak üzere zararlı

saldırılarını kontrol etmeyi, özellikle yağmur mevsiminde pestisit kalıntılarını en aza indirmeyi sağlamaktadır. Bu nedenle ‘bagging’ çok düşük pestisit girdisi veya kalıntıları olan meyveler elde etmek için mükemmel bir yöntemdir (Ali ve ark., 2021).

4. SONUÇ

Göz alıcı görünümüleriyle iştah üzerine yaptıkları etki nedeniyle severek tükettiğimiz meyveler, içerdikleri besin maddeleri ve vitaminler ile sağlığınıza da katkı yaparak yaşam kalitemizi iyileştirmektedir. Bu meyvelerin kaliteli, sağlıklı ve ilaç kalıntısı olmadan yetiştirilmesi için yeni bir yaklaşım olan meyve örtme uygulaması yapılmaktadır. Meyve örtme uygulaması meyvelerin çeşitli hastalık ve zararlılardan korunması için güvenli bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, Japonya, Çin ve Amerika Birleşik Devletleri gibi gelişmiş ülkelerde meyve üretiminin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Ancak ülkemiz ve diğer gelişmekte olan ülkelerde de yaygınlaşması gereken bir uygulamadır. Meyve örtme uygulamasının en büyük sorunu yoğun emek isteyen ve maliyetli bir uygulama olmasıdır. Bu nedenle meyve üreticileri bu işleme biraz mesafeli durmaktadır. Özellikle hem kimyasal girdilerin azaltılması hem de daha karlı bir tedarik zincirinde bu yaklaşımın sürdürülebilirliği açısından organik ürünlerin satışının geliştirildiği pazarlarda özellikle “niş” pazarlarda geniş uygulama alanları bulabilir. Bu bağlamda, bu tekniklerin ekonomik değerlendirmesini amaçlayan araştırmaların geliştirilmesi de beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Ali, M.M., Anwar, R., Yousef, A.F., Li, B., Luvisi, A., De Bellis, L., Aprile, A. and Chen, F. (2021). Influence of Bagging on the Development and Quality of Fruits, *Plants*, 10(2), 358.
- Amarante, C., Banks, N. H. and Max, S. (2002a). Preharvest bagging improve spackout and fruit quality of pears (*Pyrus communis*), *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30(2), 93-98.
- Amarante, C., Banks, N. H. and Max, S. (2002b). Effect of preharvest bagging on fruit quality and postharvest physiology of pears (*Pyrus communis*), *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30(2), 99-107.
- Anonim, (2024). The differences between paper fruit bags, non-woven bags and plastic film bags (erişim adresi: <https://www.agrow-tek.com/blog/the-differences-between-paper-fruit-bags-non-woven-bags-and-plastic-film-bags/> Erişim tarihi: 23.09.2024)
- Arakawa, O., (1998). Coloring of Fuji Apples by Bagging, IDFTA, *Compact FruitTree*, Vol 31, No2.
- Balkıç, R., Gubbuk, H. ve Altinkaya, L. (2017). Muz Hevenklerinde Farklı Tip ve Renkte Koruyucu Torba Uygulamalarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 29-33.
- Bentley, W. J., Viveros, M. (1992). Brown-bagging Granny Smith apples on trees stops codling moth damage, *California Agriculture*, 46, 30-32.
- Berrill, F. W. (1956) Bunch covers for bananas. *Queensland Agricultural Journal*, 82, 435-439.
- Boyacı, S. (2019). Effect of “Bagging” treatment on some pomological and quality features of Red Chief species. *Fresenius Environmental Bulletin* 28 (1)150-155
- Elamine M.A. (2006). Effect of polyethylene film lining and potassium permanganate on quality and shelf-life of banana fruits. *M.Sc. thesis. University of Khartoum, Sudan*.
- Fan, X., Mattheis J.P. (1998). Bagging “Fuji” Apples during Fruit Development Affects Color Development and Storage Quality, *Hortscience*, 33(7), 1235-1238
- Jat, M.L., Jat, R.K., Shivran, J.S. (2024). Fruit Bagging: An Innovative Approach to Enhance Physico-chemical Quality of Fruit Crops. *Agricultural Engineering Today* 48(1)
- Joyce, D.C., Beasley, D. R., Shorter, A. J. (1997). Effect of preharvestbagging on fruitcalciumlevels, andstorageandripeningcharacteristics of 'Sensation' mangoes, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 37, 383-389.
- Kader, A.A. (2002). *Postharvest Technology of Horticultural Crop*, UCANR Publications, California.

- Kitagawa, H., Manabe, K., Esguerra, E. B. (1992). Bagging of fruit on the tree to control disease, *ActaHorticulturae*, 321, 871-875.
- Kubo, Y., Taira, S., Ishio, S., Sugiura, A., Tomana, T. (1988). Color development of 4 apple cultivars grown in the South west of Japan, with special reference to fruit bagging, *Journal of theJapanese Society for Horticultural Science*, 57, 191-199.
- Noro, S., Kudo, N., Kitsuwa, T. (1989). Differences in sugar and organicacid contents between bagged and unbagged fruits of the yellow apple cultivars, and the effect on development on anthocyanin, *Journal of theJapaneseSocietyforHorticulturalScience*, 58, 17-24.
- Robinson J.C., Galán Saúco, V. (2010). *Bananas and Plantains*, No. 19, CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
- Saure, M. C. (1990). Externalcontrol of anthocyaninformation in apple, *ScientiaHorticulturae*, 42, 181-218.
- Sharma, R. R., Pal, R. K., Sagar, V. R., Parmanick, K. K., Paul, V., Gupta, V. K., Rana, M. R. (2014).Impact of pre-harvest fruit-bagging with different coloured bags on peel colour and the incidence of insect pests, disease and storage disorders in “Royal Delicious” apple, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 89(6), 613–618.
- Tyas, J. A., Hofman, P. J., Underhill, S. J. R., Bell, K. L. (1998). Fruit canopy position and panicle bagging affects yield and quality of 'TaiSo' lychee, *Scientia Horticulturae*, 72, 203-213.
- VanDyk, B. W. and Saayman, D. (1989). The effect of different bunch covers on colour development, ripening and damage of Barlinka and Muscat Hamburg bunches, *DeciduousFruitGrower*, 39, 276-279.



BÖLÜM 6

Plastik Yiyen Bakteriler

Belgin Erdem¹

¹ Prof. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Kırşehir, Türkiye, ORCID ID: 0000-0001-9108-5561

1. Giriş

Plastik yiyen bakteriler, polietilen ve poliüretan gibi plastikleri daha basit, daha az zararlı maddelere parçalayan mikroorganizmalardır. Polimerleri daha küçük bileşenlere parçalayarak plastik kirliliğiyle mücadelede önemli bir rol oynarlar. Bu bakterilerin keşfi, biyoremediasyon çabalarına yardımcı olabildikleri için plastik kirliliğinin çevresel sorununa potansiyel çözümler sunmaktadırlar.

Mikrobiyoloji ve çevre bilimi arasındaki ilişki, antropojenik atıkların etkilerini anlamakta çok önemli olmuştur. Sentetik malzemelerin mikrobiyal bozunumu kavramı, araştırmacıların bakterilerin plastikle kirlenmiş ortamlarda gelişebileceğini keşfetmeleri 1970'lerde ve 1980'lerde başlamıştır. Plastikler faydalı olsa da çevre kirliliğine neden olabilir ve yüzlerce yıl varlığını sürdürebilir (Magalhães ve ark., 2020). Küresel plastik üretimi 1950'de 1,3 milyon tondan 2018'de 359 milyon tona çıkarak yaygın kirliliğe neden oldu (Zhang ve ark., 2021).

Plastik atıkların yalnızca %10'u geri dönüştürülüyor, %14'ü yakılıyor ve geri kalanı çöplüklerde son bulmaktadır (Lear ve ark., 2021). Plastikler hava ve su akımları yoluyla taşınarak derin deniz tortularında ve kutup bölgelerinde olumsuz ekolojik etkilere neden olmaktadır (Urbanek ve ark., 2018).

Plastikler ve mikroplastikler, yüksek moleküler ağırlıklı polimerler, dünya çapında tatlı su, atmosfer ve toprak ortamlarında yaygın olarak bulunurlar. Önemli çevre kirliliğine ve ekolojik hasara neden olurlar. Polietilen (PE), polipropilen (PP), polietilen tereftalat (PET), polistiren (PS) ve polivinil klorür (PVC) en yaygın kullanılan plastiklerdir (Amobonye ve ark., 2021).

Mikroorganizmalar, uzun zincirli polimerleri mikrobiyal hücreler tarafından kullanılan oligomerlere ve monomerlere dönüştüren hücre içi veya hücre dışı enzimler üreterek mikroplastikleri parçalayabilirler. Küresel plastik üretimi artmaya devam ettikçe, bu bol atığı yönetmek için yenilikçi çözümlere olan ihtiyaç daha acil hale gelmiştir. Plastik yiyen bakteriler onlarca yıldır incelendi ve araştırıldı; Japon araştırmacılar 2016 yılında polietilen tereftalatı (PET) parçalayan bir bakteri olan *Ideonella sakaiensis*'i tanımladığında çığır açan keşifler yapılmıştır (Zhang ve ark., 2021).

Artan çevresel zorlukları olan bir çağda, plastik kirliliği zamanımızın en acil endişelerinden biri olarak ortaya çıkmıştır. Küresel plastik üretimi artmaya devam ederken (yılda ortalama 300 milyon tonun üzerinde) bu bol atığı yönetmek için yenilikçi çözümlere olan ihtiyaç hiç bu kadar acil olmamıştı.

Mikroplastikler balık, istiridye, midye, istiridye ve insan tüketimine yönelik yengeçlerde (Waite ve ark., 2018), sofraya ve deniz tuzunun yanı sıra (Zarus ve

ark., 2021), deniz yosunu (Baini ve ark., 2017), bal (Liebezeit ve Liebezeit, 2015), çay (Hernandez ve ark., 2019), bira (Kosuth ve ark., 2018) ve musluk ve şişelenmiş su (Zuccarello ve ark., 2019, Kankanige ve Babil, 2020) bulunmuştur. Mikroplastikler ayrıca insan vücudunda, örneğin akciğer dokularında (Amato-Lourenço ve ark., 2021), dışkıda (Schwabl ve ark., 2019, Ibrahim ve ark., 2020), kan (Leslie ve ark., 2022) ve hatta plasentalar (Ragusa ve ark., 2021) da belirlenmiştir. Plastiğin aşırı üretimi ve tüketimi, çevre ve insan sağlığı üzerinde ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Bu nedenle plastiğin azaltılması büyük bir küresel zorluk haline gelmiştir. Sorunu çözmek için teknik çözümler yetersiz kalabileceğinden, insan davranışının etkisini vurgulayan bir bakış açısına ihtiyaç vardır.

Bu nedenle, teknik çözümlere kesin olarak ihtiyaç duyulsa da plastik sorununu multidisipliner bir yaklaşımla ele almak için insan davranışına odaklanmak gerekmektedir. Etkili çözümler geliştirmek için plastikle ilgili algı, tutum ve davranışlara ilişkin içgörülere ihtiyaç vardır. Bu makale, mikroorganizmaların ve enzimlerinin sentetik plastiklerin biyolojik bozunmasındaki işlevlerini açıklamaktadır.

2. PLASTİK YİYEN BAKTERİLERİN ÖZELLİKLERİ

Plastik yiyen bakterilerin özellikleri arasında PET ve polietilen gibi çeşitli plastik türlerini parçalama yeteneği bulunur. Bu bakteriler, plastiği daha küçük moleküllere parçalayabilen enzimler üretirler, bu da onları çevredeki plastik atıkları azaltmak için potansiyel bir çözüm olarak belirlenmiştir. Ayrıca, bazı plastik yiyen bakterilerin, çöplükler veya kirlenmiş su kaynakları gibi zorlu ortamlarda geliştiği bulunmuştur. Bu bakteriler, plastik kirliliğiyle başa çıkmada doğal ve sürdürülebilir bir yaklaşım sunarak biyoremediasyon çabalarında umut vaat etmektedir. Daha geniş ölçeklerde verimlilikleri ve uygulamaları artırmak için ek araştırmalar yapılmaktadır (Liu ve ark., 2021).

Genel olarak, plastik yiyen bakteriler plastik kirliliğiyle mücadelede ve çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmede önemli bir rol oynama potansiyeline sahiptirler. Bu mikroorganizmaların gücünden yararlanarak, gelecekteki nesiller için daha temiz ve sağlıklı bir gezegen yolunda ilerleme kaydedebiliriz.

Plastik yiyen bakterilerin yeteneklerini keşfetmeye devam ederken, bu organizmaları çeşitli ekosistemlere tanıtmamanın uzun vadeli etkilerini ve sonuçlarını dikkate almak önemlidir. Ayrıca, bilim insanları, politika yapıcılar ve sanayi liderleri arasındaki iş birliği, bu bakterileri tam potansiyellerine ulaşmaları için etkili stratejiler kullanmaktadır. Her yıl, küresel olarak yüz milyonlarca tondan fazla plastik atık biriktiriyoruz ve bunların çoğu okyanusa gitmektedir. İlerleyen

süreçte plastik üretiminin artacağı öngörülmüyor, bu nedenle bilim insanları dünyanın dört bir yanında biriken zehirli çöp yığınlarıyla mücadele etmek için, denizlerden Arktik'e kadar her yerde yaşayan plastik yiyen mikroorganizmaları kadrolu işe almak gerekmektedir. Şimdiye kadar bilim insanları, plastiğin kimyasal bağlarını zayıflatma potansiyeline sahip 400'den fazla türü belirlemişlerdir (Gambarini ve ark., 2021).

Şimdiye bilim insanları tanımlanan yüzlerce minik plastik yiyen türleri belirlemişlerdir. Bu plastik yiyen mikroorganizmalar arasında *Rhodococcus*, *Bacillus*, *Streptomyces* ve *Penicillium* yer alıyor. (Kirstein ve ark., 2019). *Ideonella sakaiensis*; Japon araştırmacılar 2016 yılında bir PET şişe geri dönüşüm tesisinde *Ideonella sakaiensis* bakterisini bulduklarını duyurdular (Yoshida ve ark., 2016).

Plastik yiyen bakteri, birincil karbon ve enerji kaynağı olarak ambalaj ve tekstilde yaygın olarak kullanılan bu malzemeye güveniyor gibi görünmektedirler.

Rhodococcus ruber; Plastik yemeye evrilen bakterileri keşfetme yolu uzun ve zordur, ancak başarısızlıkla sonuçlanmamıştır. Ocak 2023'te, Niemann'ın laboratuvarındaki biyokimyacılar, bakterilerin plastiği sindirebileceğini ve onu karbondioksit gibi ürünlere dönüştürebileceğini gösteren ilk kişiler olarak tarihe geçmişlerdir (Goudriaan ve ark., 2023). Ekip, deniz suyu koşullarını taklit etmek için bir deney kurdu ve son yıllarda plastik yeme yetenekleriyle ilgi odağı haline gelen bir bakteri olan *Rhodococcus ruber*'in toprak ve suda yılda yaklaşık %1 oranında plastiği parçalayabileceğini göstermişlerdir (Zampolli ve ark., 2022).

3. BİYOREMEDİASYONDA PLASTİK PARÇALAYICI MİKROORGANİZMALAR

Bakteriler ve mantarlar gibi mikroorganizmalar, enzimler kullanarak plastikleri daha basit besin maddelerine parçalayarak çeşitli plastik türlerini parçalama yeteneğine sahiptirler. *Rhodococcus ruber* gibi bazı bakteri türlerinin, PE ve PET gibi plastikleri parçalama potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, filamentli mantarlar da PE ve PET gibi plastiklerin parçalanmasında rol oynamaktadırlar. İşlem, mikroplar tarafından üretilen hücre dışı enzimler ve serbest radikaller yoluyla plastikleri daha küçük elementlere depolimerize etmeyi içermektedir. Daha sonra da küçük elementler enerji üretimi için CO₂, H₂O ve CH₄'e mineralize edilmektedirler. Kutinazlar gibi farklı enzim türlerinin, PET gibi belirli plastik türlerini parçalamada etkili olduğu bulunmuştur. Halofiller ve psikrofiller gibi aşırı çevresel koşullarda yaşayan mikroorganizmalar sentetik plastikleri parçalama potansiyeli göstermektedirler. Genel olarak, mikroorganizmalar plastikleri parçalama yeteneğine sahip olacak şekilde evrimleşmiştir ve bu da plastik kirliliğine potansiyel bir çözüm sunmaktadır.

Begum ve ark., (2015), *Pseudomonas alcaligenes* ve *Desulfotom aculumnig-rificans*'ın plastikle kirlenmiş bir ortamda polietilen poşetleri biyolojik olarak parçalayabildiğini bulmuşlardır. Çalışmada, bu mikroorganizmaların doğal ortamda bulunan polietilen poşet miktarını önemli ölçüde azaltabileceğini, böylece onları uygun maliyetli ve çevre dostu hale getirebileceğini öne sürmektedir. Jumaah (2017), 'da *Bacillus subtilis*, *Bacillus amylolyticus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus firmus* ve *Pseudomonas putida* gibi belirli bakterilerin plastik malzemeleri biyolojik olarak parçalayabildiğini bulmuştur. *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis*'in aylık %22'lik ağırlık kaybına kıyasla, ayda ortalama %30'luk bir ağırlık kaybıyla plastiğin en yüksek biyolojik parçalanma potansiyelini göstermiştir. Mikroorganizmalar, plastiği biyolojik olarak parçalamak için sürdürülebilir araçlar olarak tanımlanmıştır. Danso ve ark., (2019), poliüretan ve polietilen tereftalat gibi yüksek molekül ağırlıklı polimerleri inceleyerek mikroorganizmaların ve enzimlerin biyolojik parçalanma potansiyelini vurguladılar. Munir ve ark., (2018), düşük yoğunluklu polietilen plastiği parçalayabilen bakterileri izole ettiler. Bakterinin yüzeyi değiştirildi ve Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi düşük yoğunluklu polietilenin biyolojik olarak parçalandığını doğrulamışlardır. Bu bulgular, çöplüklerden izole edilen bakterilerin plastiklerin biyolojik parçalanması için kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Vignesh ve ark., (2016), Hindistan'daki Chennai'deki liman ve Pallikarainai'den dökülen toprak örneklerindeki plastiğin biyolojik bozunmasını araştırmışlardır. Yüksek biyolojik bozunma potansiyeline sahip mantar ve bakteri türlerini tanımlamışlardır: *Streptococcus* sp., *Aspergillus* sp., *Bacillus* sp., *Fusarium* sp. ve *Pseudomonas* sp. Test edilen bakterilerden, *Bacillus* sp.'nin plastiği %23'e kadar parçalayabildiğini, *Fusarium* spp.'nin ise plastiği %44'e kadar biyolojik olarak parçalayabildiğini belirlemişlerdir. Bakterilerin plastiği biyolojik olarak parçalanması 120 gün sürerken, mantarların parçalanması 75 gün sürdüğü bildirilmiştir.

Poli (etilen tereftalat), istenmeyen ambalaj ve tekstiller olarak çevrede biriken önemli bir sentetik polimerdir. Austina ve ark. (2018), poliyi (etilen tereftalat) enerji ve karbon kaynağı olarak kullanabilen yeni bir bakteri olan ve PETaz (PET sindiren enzim) salgılama potansiyeline sahip *Ideonella sakaiensis* 201-F6'yı izole etmişlerdir.

Son çalışmalar, nişasta ve pro-oksitanlar gibi özütlerin plastik bozunmasında kullanımını araştırmışlardır. Bununla birlikte, poliolefinlerden türetilen termoplastikler, kimyasal ve foto/ışık bozunmasına karşı dirençleri nedeniyle biyoremediasyona da dirençlidirler. *Thermomonosporaceae*, *Streptosporangiaceae*, *Streptomycetaceae*, *Micromonosporaceae* ve *Psuedonocardiaceae* ailesinde bulunan aktinobakteriler, biyoplastik için polilaktik asidin biyolojik olarak parçalanması

potansiyeline sahiptirler. Ekonomik değerleri arttığı için, biyoplastığı parçalamak için en iyi adaylar olarak *Actinomadura* ve *Amycolatopsis*'i önermektedirler.

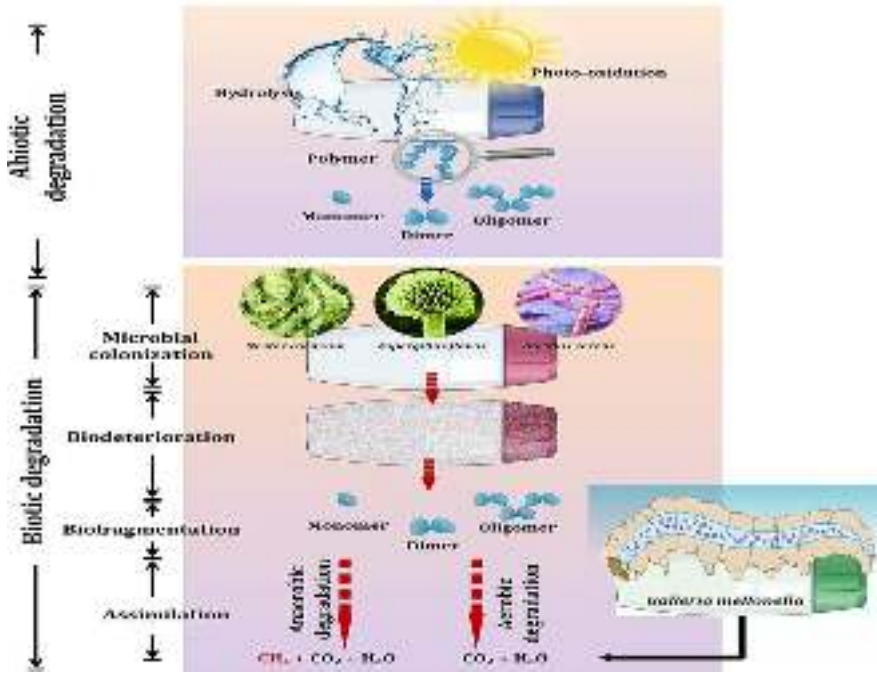
4. PLASTİK ATIKLARIN BOZUNUMU

Plastik atıklar fizikokimyasal (abiyotik) süreçler veya biyolojik bozunma (biyotik) yoluyla parçalanabilir. İlk adım, polimerik materyali mekanik kuvvetler yoluyla parçalamaktır. Çevresel bozunma dört ana mekanizma yoluyla meydana gelebilir: fotobozunma, hidroliz, termooksidatif bozunma ve biyolojik bozunma. Deniz ortamları gibi doğal koşullarda, Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE) ve Düşük Yoğunluklu Polietilen (LDPE) ve Polipropilen (PP) gibi yaygın plastikler (UV) radyasyon-B ile fotobozunmaya başlar, ardından termooksidasyon ve hidroliz gelmektedir.

Bozunma sürecinde, plastik parçalanmasına ve mikroplar tarafından metabolize edilebilen moleküler ağırlıkta bir azalmaya görülmektedir. Ancak süreç yavaştır ve plastik polimerlerin tamamen bozunması 50 yıldan fazla sürebilir (Ali ve ark., 2021). Sentetik plastik polimerlerin bozunması, Şekil 1'de gösterildiği gibi plastik polimerin karakteristik özellikleri ve çeşitli abiyotik ve biyotik faktörlere maruz kalmasıyla kontrol edilmektedir (Artham ve Doble, 2008).

4.1. Plastiklerin Parçalanmasında Mantar ve Bakterilerin Roller

Mantarlar, polimerik malzemelerin bozulmasında önemli bir rol oynar. Mantar miselleri, polimerik malzemenin yüzeyine etkili bir şekilde nüfuz edebilirler (Sánchez, 2020). Ayrıca, mantar miselleri ekzoenzimler (örneğin, depolimerazlar) salgılayabilir ve polimerik substratı oligomerler, dimerler ve monomerler olarak parçalayabilir. Bu monomerler daha sonra asimilasyon veya mineralizasyon için mantarlar tarafından alınır. Manganez peroksidaz (MnP), lignin peroksidaz (LiP), çok yönlü peroksidaz ve lakkaz (Lac) gibi mantar enzimleri lignini parçalayabilir ve mineralize edebilirler. *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp. ve *Streptomyces* spp. gibi bakteri suşları çeşitli plastik polimerlere karşı yüksek bozunma verimliliği göstermiştir. Bu monomerler daha sonra mantarlar tarafından hücre içi enzimatik sistemleri aracılığıyla ya asimile edilir ya da mineralize edilir. Fungusların ürettiği ve salgıladığı enzim miktarı, bakteriyel enzimlerden önemli ölçüde daha yüksektir. Bu bağlamda, beyaz ve kahverengi çürük mantarlarının polimerik maddelerin verimli bozucuları olarak sıkça rapor edildiği görülmektedir. Fungusların polimerler karşısındaki bozma yeteneği, enzimatik sistemlerine atfedilmektedir. Her durumda, mantarların plastikleri bozma oranları, bakteriyel suşların başardıklarından daha yüksektir. (Muhonja ve ark., 2018). Bununla birlikte, Amobonye ve ark. (2021), bakterilerin polimerik malzemeleri yetiştirmenin ve parçalamanın mantarlara göre daha kolay olduğunu bildirmiştir.



Şekil 1. Plastiklerin Abiyotik ve Biyotik Bozunumu (Ali ve ark., 2021)

Plastik kirliliği, ekolojik ve sağlık riskleri nedeniyle dikkat çekmektedir. Shovitri ve ark., (2017), *Pseudomonas* ve *Bacillus* mikroplarıyla toprak gömme tekniklerini kullanarak plastik bozunumu üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. *Bacillus* sp.'nin plastik bozunumu üzerinde *Pseudomonas* sp.'den daha önemli bir etkiye sahip olduğunu ve şeffaf plastiğin diğer renklerden daha hızlı bozulduğunu belirlenmiştir. Pathak ve Navneet (2017), farklı bakteri ve mantar suşları kullanarak mevcut polimer bozunma seviyesini inceleyerek, su ve karada yapay polimerlerin ayırım gözetmeksizin kullanılmasıyla ilişkili ekolojik riskleri vurgulamışlardır. Plastiklerin biyolojik olarak parçalanmadığını ve bu nedenle de potansiyel bir tehdit olabileceği belirtilmiştir. Ancak, bakteri ve mantar gibi mikroorganizmalar şu anda plastikler gibi ksenobiyotik ve dirençli kirleticilerin biyolojik olarak parçalanmasında kullanılmaktadır (Şekil 1). Bunların belirli örnekleri şunlardır: bakteriler (*Butyrivibrio fibrisolvens*, *Clostridium thermocellum*, *Comamonas acidovorans*, *Rhodococcus ruber*, *Streptomyces setonii*, *Streptomyces badius*, *Pseudomonas stutzeri* ve *Pseudomonas aeruginosa*) ve mantarlar (*Mucor rouxii*, *Pycnoporus cinnabarinus*, *Fusarium lini*, *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus niger*). Biyofilm de gelişimi, mineralizasyonu izleyen plastik kirleticilerin parçalanma etkinliğini artırır (Adetunji ve Anani 2021, Chakraborty ve ark., 2022). (Tablo 1).

Tablo 1. Plastikleri biyolojik olarak parçalayan mikroorganizmalar (Chakraborty ve ark., 2022)

Mikroorganizmalar	Bozulmuş plastik	Referans
<i>Phormidium</i> , <i>Lewinella</i>	Polietilen tereftalat (PET)	(Oberbeckmann ve ark., 2016)
<i>Arcobacter</i> , <i>Colwellia</i>	Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE)	(Harrison ve ark., 2011)
<i>Pseudophormidium</i> sp., <i>Phormidium</i> sp.	Polietilen (PE), Polipropilen (PP)	(Oberbeckmann ve ark., 2014)
<i>Proteobakteriler</i> , <i>Bacteroides</i>	Mikroplastik	(De Tender ve ark., 2015)
<i>Stanieria</i> , <i>Pseudophormidium</i>	Polietilen tereftalat (PET)	(Oberbeckmann ve ark., 2014)
<i>Streptomyces scabie</i> (patateslerden izole edilmiştir)	Polietilen tereftalat (PET)	(Jabloune ve ark.,2020)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Rhodococcus ruber</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i>	Polistiren (PS), Polikarbonat (PC)	(Arefian ve ark., 2020), (Ho ve ark., 2018)
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Poliüretan (PU)	(Osman ve ark., 2018)
<i>Phormidium</i> sp., <i>Rivularia</i>	Polietilen (PE), Polipropilen (PP)	(Zettler ve ark., 2019)
<i>Aspergillus niger</i>	Polipropilen (PP)	(Usman ve ark., 2020)
<i>Nocardiopsis</i> sp. <i>Hibiscus</i> 'dan izole edilmiştir	Polietilen'den (PE)	(Singh ve Sedhuraman 2015)

Streptomyces setonii ve *Streptomyces badius*'un da hidrolize edici enzimler ve biyofilm oluşturarak polietileni bozduğu ve kolonize ettiği bulunmuştur. Bir mantar türü olan *Aspergillus niger*, polietilen-polyesterin yetkin bir şekilde parçalanması için endo-ksilanaz ile sinerji içinde çalışan bir enzim üretir. *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus niger*, ortalama uzunluktaki monomer zincirlerinin hızlı mineralizasyonu için en iyisi olduğu düşünülmektedir.

Plastikler, ucuz, güçlü ve hafif malzemelerdir ve ekosistemler üzerinde uzun süreli olumsuz etkilere sahiptir. Raziya-fathima ve ark., (2016), mikroplar tarafından plastik atıkların bozunmasını inceleyerek, UV ışığıyla ısıtılan plastik atıkların oluşturduğu ekolojik ve sağlık risklerini vurgulamışlardır.

Bilim insanları, çevre dostu ve oda sıcaklığında bile zararlı olmayan biyolojik olarak parçalanabilir plastikler geliştirmişlerdir. Urbanek ve ark., (2018), buzlu deniz ekosisteminde plastik yiyen mikroorganizmalar tarafından plastiğin bozunmasını inceleyerek, kalıcı iyileştirme yapılmayan plastik kirliliğinin geri döndürülemez ve ekosistem hasarına yol açabileceğini belirtmişlerdir. Biyolojik bozunma, özellikle soğuk ortamlarda atıkları parçalamak için mikroorganizmaların kullanıldığı bir işlemdir. *Rhodococcus*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Corynebacteria*, *Streptomyces*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Cryobacterium*, *Leifsonia*, *Agreia*, *Subtercola*, *Micrococcus*, *Polaromonas*, *Shewanella*, *Pseudoalteromonas*, *Marinomonas* ve *Colwellia* gibi bazı bakteriler soğuk ortamlarda plastikleri parçalayabilirler. Ancak, biyolojik kirlenmeye neden olan bakterilerin etkisi ve plastikler arasındaki ilişki iyi anlaşılmamıştır. Bakterilerin daha soğuk bölgelerde doğal olarak uyum sağlaması zaman alabilir, bu da parçalanma hızını yavaşlatır ve plastik kirliliğini artırır.

Odusanya ve ark., 2013 tarihli çalışmasında, Nijerya'daki bakteriler tarafından plastik şişelerin bozunmasını araştırdı. Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) içilebilir plastik şişeler kullandılar ve karbon kaynaklarına parçalayabilen sekiz bakteri kolonisi izole etmişlerdir. En üretken organizma *Serratia marcescens*'di. Çalışmada, bozunmanın *Serratia marcescens* bakterisi ile bağlantılı olduğunu bulunmuştur.

Muhonja ve ark., (2018), Kenya'daki bir çöplükten gelen mantar ve bakterilerin bozunma potansiyelini polietilenin bozunmasında değerlendirdiğinde, FTIR spektroskopisi analizine göre, mantarların hidrokarbon bozunmasına atfedilen yeni kümeleroluşturduklarını bildirmişlerdir. Mantarların, özellikle *Aspergillus*'un, daha iyi bozundurucular olduğu, bakterilerden ise, *Lysinibacillus*, *Cellulosimicrobium*, *Brevibacillus*, *Bacillus* ve *Pseudomonas*'ın ise zayıf bozundurucular olduğu bulunmuştur.

5. PLASTİK YİYEN BAKTERİLERİN ÇEVREYE ETKİSİ

Plastik yiyen bakterilerin etkisi, çevre bilimi ve atık yönetimi için geniş kapsamlı etkilere sahiptir ve yakma veya çöplük gibi geleneksel yöntemlere güçlü bir alternatif sunmaktadır. Bazı bakterilerin plastik tüketme yeteneği, atık yönetimine daha sürdürülebilir ve plastik kirliliğini etkiyi hızlandırabilir. Her yıl mil-

yonlarca ton plastiğin çöplüklerde ve okyanuslarda birikmesiyle, plastikleri parçalamak için biyolojik bazı çözümler ile çevresel zorlukları olan yakma veya çöplük gibi geleneksel yöntemlere güçlü bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır.

Bazı bakterilerin plastikleri tüketme yeteneği, atık yönetimini kolaylaştırabilir ve plastik kirliliğini etkili bir şekilde azaltabilir.

Ancak, plastik yiyen bakterilerin potansiyeli, bilim camiası içinde bir dizi endişe ve eleştiriye yol açmaktadır. Birincisi, bu mikroorganizmaların doğal ortamlarda konuşlandırılmasında yer alan süreçlerin ölçeklendirilmesi önemli lojistik ve ekolojik zorluklar sunmaktadır. Genetiği değiştirilmiş veya laboratuvarında geliştirilen türlerin çevreye sokulması, yerel ekosistemlerin bozulması veya antibiyotik dirençli bakterilerin ortaya çıkması gibi istenmeyen sonuçlara yol açabilir. Ayrıca, bu bakteriler bazı plastikleri parçalayabilse de, genellikle bu malzemeleri zararsız yan ürünlere tam olarak mineralize etmezler ve bu da çevresel risk ve fayda arasında karmaşık bir etkileşime yol açar. Örneğin, çalışmalarda, hidrokarbon bozunumuyla bilinen, plastik bozunma gösteren *Pseudomonas putida* ve *Alcanivorax borkumensis* gibi türler plastik atıklarla başa çıkmada önemli olduğu belirlenmiştir. Bu tür araştırmalar yalnızca mikrobiyal dayanıklılık anlayışını geliştirmekle kalmıyor, aynı zamanda çeşitli mikrobiyal toplulukları daha fazla keşfetme gerekliliğini de vurgulamaktadır.

Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar, *Pseudomonas* sp., *Ideonella sakaiensis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus* sp., *Paenibacillus* sp., *Bacillus siamensis*, *Desulfotomaculum nigrificans*, *Alcaligenes* sp.'nin plastikleri parçalayabilen baskın bakteri türlerinden bazıları olduğu belirlenmiştir (Mohan ve ark., 2024). Çevreciler, plastik yiyen bakterileri büyüyen krizin ortasında bir umut ışığı olarak görerek daha temiz ekosistemlerin oluşabileceğini düşünmektedirler.

Plastik kirliliğiyle etkili bir şekilde mücadele etmek için, sürdürülebilir uygulamaları benimsemek, biyolojik olarak parçalanabilir alternatifler tasarlamak ve küresel geri dönüşüm girişimlerini artırırken bu büyüleyici mikroorganizmaların yeteneklerinden de yararlanmak gerekmektedir.

İleriye bakıldığında, plastik yiyen bakteriler alanındaki gelecekteki gelişmeler umut verici ancak belirsiz görünmektedir. Genetik mühendisliği ve sentetik biyolojideki gelişmeler, gelişmiş plastik bozunma yeteneklerine sahip özel olarak tasarlanmış organizmaların yaratılmasına olanak sağladıkça, bu araçların daha geniş çevresel stratejilere entegre edilmesi düşünülmelidir. Araştırmacılar şu anda mevcut bakteri türlerini değiştirmek için CRISPR (Düzenli aralıklarla bölünmüş palindromik tekrar kümeleri) teknolojisinden yararlanarak, çeşitli plastik

türlerini bozacak şekilde optimize edilmiş süper bakterileri izole etmeye çalışmaktadırlar (Cai ve ark., 2023).

Sonuç olarak, plastik yiyen bakteriler, mikrobiyolojinin çevresel aktivizmle bulunduğu bir sınırı temsil eder ve zamanımızın zorluklarından birini ele alma potansiyeline sahiptirler. Bu alanda önemli bir vaat mevcut olsa da bu mikroorganizmaları kullanmanın etkileri, riskleri ve etik sonuçları üzerinde dikkatli bir şekilde düşünmek son derece önemlidir. Küresel plastik kirliliği üzerinde kalıcı bir etki yaratmak için, bilimsel disiplinler, düzenleyici kurumlar ve topluluklar arasında sürekli iş birliği gerekli olup, yaklaşımımızın hem kapsamlı hem de sürdürülebilir olmasını sağlamamız gerekmektedir.

5.1. Plastik Yiyen Bakterilerin Okyanuslar için Önemi

Bazı araştırmacılar plastiklerin kara ve deniz ekosistemlerinde artması ile bakterilerin, plastik yemek üzere özel olarak evrimleştiğini düşünmektedirler. Bilim insanları, 2021 tarihli bir çalışmaya göre, 10 tür plastiği parçalama potansiyeline sahip 30.000'den fazla plastik yiyen enzimi belirleyerek, daha fazla plastik kirliliği olan okyanus derinliklerinde bu enzimleri daha yüksek konsantrasyonlarda bulmuşlardır (Zrimec ve ark., 2021). Okyanustaki bu plastikleri yiyen plastiğin yanı sıra, alglerin de plastiği parçalamak için enzimlerini kullanabildiğini belirlemişlerdir (Chia ve ark., 2020). Ancak bakteriler, algler ve benzerlerinin plastikleri parçalaması haftalar hatta on yıllar alabilir (Ru ve ark., 2020).

Plastik kirliliğini önemli ölçüde azaltmak için yeni plastik üretmeyi bırakmamız gerekiyor. Bu şekilde okyanustaki plastik yiyen bakteriler yiyecek veya uyum sağlayacak daha fazla şey vermeden bir süre kendi hallerine bırakılabilir (Goudriaan ve ark., 2023).

Çalışmalar, plastik yiyen bakteri ve alglerin mikroplastikleri veya uzunluğu 5 milimetreden (yaklaşık bir susam tohumu büyüklüğünde) daha kısa olan minik parçaları yiyebileceğine dair kanıtlar sunulmuştur. Plastik yiyen bakterilerin çoğu, belirli ortamlarda çalışmaya uyum sağladıkları için işlerini yalnızca çok belirli sıcaklık aralıklarında yapabilirler. Çalışmalar, birçok mikrobun yalnızca 68 Fahrenheit (°F) veya daha yüksek sıcaklıktaki laboratuvar ortamlarında plastikle beslenebildiğini göstermiştir; bu da gelecekteki mikrop destekli kompost tesislerinde çok fazla ısı ve enerji gerektirebilir.

Soğuk yerlerde yaşamaya uyum sağlamış mikroorganizmalar daha pratik bir çözüm sunabilir. Mart 2023'te İsviçre'den bir ekip, daha düşük sıcaklıklarda biyo-

lojik olarak parçalanabilir plastikleri parçalayabilen Arktik'ten bakteriler bulduklarını bildirmişlerdir. Bu bakteriler, 59 Fahrenheit (°F) plastikleri iyi parçaladıkları, ancak bu araştırmanın henüz erken aşamada olduğu, endüstriyel tesislerde kullanılıp kullanılamayacaklarını görmek için bu bakterilerin ürettiği enzimlerle uğraşmaları gerektiği bildirilmiştir.

6. Sonuç

Plastik ve mikroplastik kirliliği önemli bir çevre ve sağlık sorunudur. Etkili koşulları optimize etmek ve yapısal analiz ve reaksiyon mekanizmalarına odaklanmak için daha fazla çalışma yapılmalıdır. Plastiklerin biyolojik bozunumu üzerine yapılan çalışmalar, mikroorganizmaların nasıl çalıştığını ve plastik atıkları azaltma potansiyellerini anlamaya yardımcı olabilir. Sentetik plastiklerin mikrobiyolojik bozunumu üzerinde çeşitli ön işlem tekniklerinin ve katkı maddelerinin etkisi üzerine yapılan çalışmalar daha iyi sonuçlar verebilir. Plastiklerin mikrobiyal bozunumu, fiziksel ve sentetik yaklaşımlara kıyasla birçok avantaja sahiptir. Atomik kuvvet mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu gibi teknikler, bu biyolojik olarak parçalanan suşların rolünü, özellikle plastiklerin yüzeyindeki bozunma rollerini doğrulayabilir. Çöp sahalarından izole edilen potansiyel suşlar, kontrollü ortamlarda plastik atıkların biyolojik olarak parçalanması için kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Adetunji, C.O., Anani, O.A. (2021). Plastic-Eating Microorganisms: Recent Biotechnological Techniques for Recycling of Plastic. In: Panpatte, D.G., Jhala, Y.K. (eds) *Microbial Rejuvenation of Polluted Environment. Microorganisms for Sustainability*, vol 25. Springer, Singapore.
- Ali, S.S., Elsamahy, T., Al-Tohamy, R., Zhu, D., Mahmoud, Y.A., Koutra, E., Metwally, M.A., Kornaros, M., Sun, J. (2021). Plastic wastes biodegradation: Mechanisms, challenges and future prospects. *Sci. Total Environ*, 1; 780:146590.
- Amato-Lourenço, L. F., Carvalho-Oliveira, R., Júnior, G. R., Dos Santos, Galvão, L., Ando, R. A., Mauad, T. (2021). Presence of airborne microplastics in human lung tissue. *J. Hazard. Mater.* 416, 126124.
- Amobonye, A., Bhagwat P., Singh S., Pillai S. (2021). Plastic biodegradation: Frontline microbes and their enzymes. *Sci. Total Environ.* 759:143536.
- Arefian, M., Tahmourespour, A., Zia, M. (2020). Polycarbonate biodegradation by newly Isolated *Bacillus* strains. *Arch Environ Prot.*,46:14-20.
- Artham, T., Doble, M., 2008. Biodegradation of aliphatic and aromatic polycarbonates. *Macromol. Biosci.* 8 (1), 14–24.
- Austin, H.P., Allen, M.D., Donohoe, B.S., Rorrer, N.A., Kearns, F.L., Silveira, R.L., Silveira, R.L., Pollard, B.C., Dominick, G., Duman, R., Omari, K.E., Mykhaylyk, V., Wagner, A., Michener, W.E., Amore, A.D., Skaf, M.S., Crowley, M.F., Thorne, A.W., Johnson, C.W., Woodcock, H.L., McGeehan, J.E., Beckham, G.T. (2018). Characterization and engineering of a plastic-degrading aromatic polyesterase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115, E4350- E4357.
- Baini, M., Martellini, T., Cincinelli, A., Campani, T., Minutoli, R., Panti, C., Finoia, M.G., Fossi, M.C. (2017). First detection of seven phthalate esters (PAEs) as plastic tracers in superficial neustonic/planktonic samples and cetacean blubber. *Analytical Methods*, 9, 1512-1520.
- Beckham, G.T. (2018). Characterization and engineering of a plastic-degrading aromatic Polyesterase. *PNAS* 115(19): E4350–E4357.
- Begum, M.A., Varalakshmi, B., Umamageswari, K. (2015). Biodegradation of polythene bag using bacteria isolated from soil. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci* .4(11): 674–680.
- Cai, Z., Li, M., Zhu, Z., Wang, X., Huang, Y., Li, T., Gong, H., Yan, M. (2023). Biological Degradation of Plastics and Microplastics: A Recent Perspective on Associated Mechanisms and Influencing Factors. *Microorganisms*. 26; 11(7): 1661.
- Chakraborty, S., Ash, D., Pal, A., Sen, S., & Bala, N. (2022). Non Bio-degradable Plastic Eating Bacteria: A Review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 12 (12):88-95.

- Chia, W.Y., Ying, Tang, D.Y., Khoo, K.S., Kay Lup, A.N., Chew, K.W. (2020). Nature's fight against plastic pollution: Algae for plastic biodegradation and bioplastics production. *Environ Sci Ecotechnol.* 5; 4:100065.
- Danso, D., Chow, J., Streit W.R. (2019). Plastics: environmental and biotechnological perspectives on microbial degradation. *Appl. Environ. Microbiol.* 85(19): e01095–e01019
- De Tender, C.A., Devriese, L.I., Haegeman, A., Maes, S., Ruttink, T., Dawyndt, P. (2015). Bacterial community profiling of plastic litter in the Belgian part of the North Sea. *Environ. Sci. Technol.*, 49(16):9629-38.
- Gambarini, V., Pantos, O., Kingsbury, J.M., Weaver, L., Handley, K.M., Lear, G. (2021). Phylogenetic Distribution of Plastic-Degrading Microorganisms. *MSystems.* 19;6(1): e01112-20.
- Goudriaan, M., Morales, V.H., van der Meer, M.T., Mets, A., Ndhlovu, R.T., van Heerwaarden, J., Simon, S., Heuer, V.B., Hinrichs, K., & Niemann, H. (202). A stable isotope assay with ¹³C-labeled polyethylene to investigate plastic mineralization mediated by *Rhodococcus ruber*. *Marine pollution bulletin*, 186, 114369.
- Harrison, P., Sapp, M., SchratzbergerM., Osborn, A.M. (2011). Interactions between Microorganisms and marine microplastics: A call for research. *Mar. Technol. Soc. J.* 45(2):12-20.
- Hernandez, L., M., Xu, E. G., Larsson, H. C. E., Tahara, R., Maisuria, V. B., Tufenkji, N. (2019). Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea. *Environ. Sci. Technol.*, 53, 12300–12310.
- Ho, B.T., Roberts, T.K., Lucas, S. (2018). An overview on biodegradation of polystyrene and modified polystyrene: The microbial approach. *Crit. Rev. Biotechnol.*, 38: 308-20.
- Ibrahim, Y.S., Tuana Anuar, S., Azmi, A.A., Wan Mohd Khalik, W.M., Lehata, S., Hamzah, S.R., Ismail, D., Ma, Z.F., Dzulkarnaen, A., Zakaria, Z., Mustaffa, N., Tuan Sharif, S.E., Lee, Y.Y. (2020). Detection of microplastics in human colectomy specimens. *JGH Open: An Open Access Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 5, 116- 121.
- Jabloune, R., Khalil, M., Ben Moussa, I.E., Simao-Beaunoir, A.M., Lerat, S., Brzezinski, R., Beaulieu, C. (2020). Enzymatic Degradation of p-Nitrophenyl Esters, Polyethylene Terephthalate, Cutin, and Suberin by Sub1, a Suberinase Encoded by the Plant Pathogen *Streptomyces scabies*. *Microbes Environ.* 35(1):ME19086.
- Jumaah, O.S. (2017). Screening of plastic degrading bacteria from dumped soil area. *IOSR J. Environ. Sci. Toxicol Food Technol.*, 11(5):93–98.
- Kankanige, D., Babel, S. (2020). Smaller-sized micro-plastics (MPs) contamination in single-use PET-bottled water in Thailand. *Sci. Total Environ.*, 717, 137232.

- Kirstein, I.V., Wichels A., Gullans, E., Krohne, G., Gerdt, G. (2019). The Plastisphere – Uncovering tightly attached plastic “specific” microorganisms. *PLoS ONE*, 14(4): e0215859.
- Kosuth, M., Mason, S. A., Wattenberg, E. V. (2018). Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *PloS One* 13, e0194970.
- Lear, G., Kingsbury, J.M., Franchini, S., Gambarini, V., Maday, S.D.M., Wallbank, J.A., Weaver, L., Pantos, O. (2021). Plastics and the microbiome: Impacts and solutions. *Environ. Microbiome.*, 20;16(1): 2.
- Leslie, H.A., van Velzen, M.J.M., Brandsma, S.H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J.J., Lamoree, M.H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environ. Int.* 163, 107199.
- Liebezeit G., Liebezeit, E. (2015). Origin of synthetic particles in honeys. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 65, 143–147.
- Magalhães, S., Alves, L., Medronho, B., Romano, A., Rasteiro, M.D.G. (2020). Microplastics in Ecosystems: From Current Trends to Bio-Based Removal Strategies. *Molecules*. 25:3954.
- Mohan, L., Manoj, S.E., Sunil, L., Raju, A.V., Krishnan, K.S.A. (2024). Biodegradation of Microplastic Using Bacterial Cultures. In: Shahnawaz, M., Adetunji, C.O., Dar, M.A., Zhu, D. (eds) *Microplastic Pollution*. Springer, Singapore. 5-26.
- Muhonja, C.N., Makonde, H., Magoma, G., Imbuga, Mi (2018). Biodegradability of polyethylene by bacteria and fungi from Dandora dumpsite Nairobi-Kenya. *PLoS One*, 13(7): e0198446.
- Munir, E., Sipayung, F.C., Priyani, N., Suryanto, D. (2018). Potential of bacteria isolated from landfill soil in degrading low density polyethylene plastic. In: IOP conference series: earth and environmental science, vol 126, p 012144.
- Oberbeckmann, S., Loeder M.G., Gerdt, G., Osborn, A.M. (2014). Spatial and seasonal variation in diversity and structure of microbial biofilms on marine plastics in northern European waters. *FEMS Microbiol Ecol.* 90(2): 478-92.
- Oberbeckmann, S., Osborn, A.M., Duhaime, M.B. (2016). Microbes on a bottle: Substrate, season and geography influence community composition of microbes colonizing marine plastic debris. *PLoS One*. 11(8): 24.
- Odusanya, S.A., Nkwogu. J.V., Alu, N., EtukUdo, G.A., Ajao, J.A., Osinkolu, G.A., Uzomah, A.C. (2013). Preliminary studies on microbial degradation of plastics used in packaging potable water in Nigeria. *Nigerian Food J.*, 31(2): 63–72.
- Osman, M., Satti., S.M., Luqman, A., Hasan, F., Shah, Z., Shah, A.A. (2018). Degradation of Polyester polyurethane by *Aspergillus* sp. strain S45 isolated from soil. *J. Polym. Environ.*, 26:301-10.
- Pathak, V.M., Navneet, (2017). Review on the current status of polymer degradation: a microbial. Approach. *Bioresour Bioprocess* 4:15

- Ragusa, A., Svelato, A., Santacroce, C., Catalano, P., Notarstefano, V., Carnevali, O., Papa, F., Rongioletti, M.C., Baiocco, F., Draghi, S., D'Amore, E., Rinaldo, D., Matta, M., Giorgini, E. (2021). Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environment international*, 146, 106274.
- RaziyaFathima, M., Praseetha, P.K., Rimal Isaac, R.S. (2016) Microbial degradation of plastic waste: a review. *J. Pharm. Chem. Biol. Sci.*, 4(2) :231–242
- Ru, J., Huo, Y., Yang, Y. (2020). Microbial Degradation and Valorization of Plastic Wastes. *Front. Microbiol.*, 21; 11: 442.
- Sánchez, C., 2020. Fungal potential for the degradation of petroleum-based polymers: an overview of macro- and microplastics biodegradation. *Biotechnol. Adv.* 40, 107501.
- Schwabl, P., Köppel, S., Königshofer, P., Bucsecs, T., Trauner, M., Reiberger, T., Liebmann, B. (2019). Detection of Various Microplastics in Human Stool: A Prospective Case Series. *Ann. Intern. Med.*, 1;171(7): 453-457.
- Shovitri M, Nafi'ah R, Antika TR, Hidayatu N, Alami N, Kuswytasari D, Zulaikha E (2017). Soil burial method for plastic degradation performed by *Pseudomonas* PL-01, *Bacillus* PL-01, and indigenous bacteria. *AIP Conf. Proc.*, 1854:020035.
- Singh, M.J., Sedhuraman, P. (2015). Biosurfactant, polythene, plastic, and diesel biodegradation activity endophytic *Nocardiopsis* sp. mrinalini9 isolated from *Hibiscus rosasinensis* leaves. *Bioresour Bioprocess.*, (2): 1- 7.
- Urbanek, A.K., Rymowicz, W., Mironczuk, A.M. (2018). Degradation of plastics and plastic-degrading bacteria in cold marine habitats. *Appl Microbiol Biotechnol* 102, 7669–7678.
- Usman, M.A., Momohjimoh, I., Usman, A.O. (2020). Mechanical, physical and biodegradability performances of treated and untreated groundnut shell powder recycled
- Polypropylene composites. *Mater Res. Express.*, 7(3): 035302
- Vignesh, R., Deepika, R.C., Manigandan, P., Janani, R. (2016). Screening of plastic degrading microbes from various dumped soil samples. *Int. Res. J. Eng. Technol.*, 3(4):2493–2498.
- Waite, H. R., Donnelly, M. J., Walters, L. J. (2018). Quantity and types of microplastics in the organic tissues of the eastern oyster *crassostrea virginica* and Atlantic mud crab *panopeus herbstii* from a Florida estuary. *Pollut. Bull.*, 129, 179–185.
- Yoshida, S., Hiraga, K., Takehana, T., Taniguchi, I., Yamaji, H., Maeda, Y., Toyohara, K., Miyamoto, K., Kimura, Y., Oda, K. A. (2016). Bacterium that degrades and assimilates poly (ethylene terephthalate). *Science*, 11; 351(6278): 1196-9.
- Zampolli, J., Orro, A., Vezzini, D., Di Gennaro, P. (2022). Genome-Based Exploration of *Rhodococcus* Species for Plastic-Degrading Genetic Determinants Using Bioinformatic Analysis. *Microorganisms*, 15;10(9):1846.

- Zarus, G. M., Muianga, C., Hunter, C. M., Pappas, R. S. (2021). A review of data for quantifying human exposures to micro and nanoplastics and potential health risks. *Sci. Total Environ.* 756, 144010.
- Zettler, E.R., Mincer, T.J., Amaral-Zettler, L.A. (2013). Life in the “plastisphere”: microbial Communities on plastic marine debris. *Environ Sci Technol.*, 47(13):7137- -46.
- Zhang, K., Hamidian, A.H., Tubić, A., Zhang, Y., Fang, J.K.H., Wu, C., Lam, P.K.S. (2021). Understanding plastic degradation and microplastic formation in the environment: A review. *Environ. Pollut*, 274:116554.
- Zrimec, J., Kokina, M., Jonasson, S., Zorrilla, F., Zelezniak, A. (2021). Plastic-Degrading Potential across the Global Microbiome Correlates with Recent Pollution Trends. *MBio.* 26; 12 (5): e0215521.
- Zuccarello, P., Ferrante, M., Cristaldi, A., Copat, C., Grasso, A., Sangregorio, D., et al. (2019). Exposure to microplastics (<10 μm) associated to plastic bottles mineral water consumption: The first quantitative study. *Water Res*, 157, 365–371.
- Zuccarello P, Ferrante M, Cristaldi A, Copat C, Grasso A, Sangregorio D, Fiore M, Oliveri Conti G. Reply for comment on "Exposure to microplastics (<10 μm) associated to plastic bottles mineral water consumption: The first quantitative study. *Water Res.*, 157, 365–371.



BÖLÜM 7

Bazı Meyve Türlerinde Meyve Örtme (Bagging) Uygulaması

Selma Boyacı¹

¹ Doç. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-3349-839X

1.GİRİŞ

Meyve bahçelerinde tarımsal ilaçlama ağaç sağlığı açısından vazgeçilmez bir kültürel uygulama olması nedeniyle tüketilecek olan meyvelerde hiçbir şekilde ilaç kalıntısı olmaması amacıyla meyveleri tek tek örterek koruma düşüncesi doğmuştur. Bu işlem “meyveleri örtme” (*bagging*) uygulaması olarak adlandırılmaktadır (Childers ve ark, 1995).

Bu uygulama meyveler üzerindeki sentetik kimyasal kökenli ve sentetik kökenli olmayan kimyasal maddelerin meyveler üzerinde oluşturacağı kalıntı risklerinin ortadan kaldırılması amacıyla uygulanmaktadır. Meyve yetiştiriciliğinde dünyanın önemli ülkelerinden olan ve yurtdışı ihracatın olduğu ülkemizde meyvelerin üzerinde oluşabilecek kimyasal kalıntıların etkilerinin azaltılabilmesi ve ihraç edilen meyvelerde kalıntı düzeylerinin insan sağlığı açısından uygun değerlerde olması üreticiler olduğu kadar ülke ekonomisi bakımından da önemlidir. Bu amaçla bu çalışma, yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlardan yararlanarak meyve bahçelerinde bazı meyve türlerinde meyve örtme (*Bagging*) uygulamalarından elde edilen sonuçların kapsamlı bir incelemesini sunmaktır.

2. MEYVE ÖRTME UYGULAMALARI

Bu bölümde bazı meyve türlerinde meyve örtme uygulaması ile ilgili yapılmış bazı çalışmalar incelenmiş ve aşağıda özetlenmiştir.

2.1. Elmalarda Meyve Örtme (*Bagging*) Uygulaması

Elmalarda meyve örtme uygulaması konusunda yapılan çalışmalarda, Chen ve ark. (2012) meyve örtme uygulamasının, farklı elma çeşitlerinin meyve kabuğu ve meyve etindeki fenolik bileşiklerin içerikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Deneme Çin’de yetiştirilen, M.111 anacı üzerine aşı 18 yaşlı Red Delicious, Golden Delicious ve Royal Gala elma çeşitleri üzerinde yapılmıştır. Meyve örtme uygulaması Red Delicious çeşidinde gallik asit ve klorojenik asit dışında elma kabuklarındaki fenolik bileşik konsantrasyonlarını önemli ölçüde düşürmüştür. Meyve kabuklarında tespit edilen fenolik bileşikler arasında meyve örtme uygulamasına karşı en duyarlı olan antosiyaninler ve flavonoller; meyve etinde ise en duyarlı fenolik bileşikler klorojenik asit, floridzin ve flavanoller olarak gözlemlenmiştir. Meyve örtme, Golden Delicious meyve etindeki phloridzin konsantrasyonunu etkilememiştir, ancak Red Delicious çeşidinde meyve etindeki konsantrasyonu artırmış ve Royal Gala çeşidindeki konsantrasyonu düşürmüştür. Genel olarak, meyve örtme işlemi hem meyve kabuğunda hem de meyve etinde, bulu-

nan fenolik bileşik konsantrasyonlarının birçoğunu düşürmüştür. Çalışma sonunda araştırmacılar, meyve örtme işleminin etkisinin çeşitler arasında farklılık gösterdiğini saptamışlardır.

Boyacı (2017) Günümüzde "bilinçli tüketiciler" satın aldıkları meyvelerin kalite özelliklerinin iyi olmasının yanısıra üzerlerinde kimyasal ilaç kalıntısının olmamasına da dikkat etmektedirler. Çalışmada meyvelere ilaç değmesini engelleyen "meyve örtme" (bagging) uygulamasının elma meyvesinin bazı özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla MM.106 anacına aşılı Red Chief elma ağacındaki meyveler kilitli buzdolabı poşetleri ve kese kâğıtları ile tek tek örtülmüştür. Çalışma kapsamında meyve örtme uygulamasının meyvelerin pomolojik özelliklerine, şeker kompozisyonuna, antioksidan aktivitesine ve kalıntı düzeyine etkisi belirlenmiştir. Deneme kapsamında kilitli poşet ve kese kâğıdı uygulamalarının meyve ağırlığı, eni, boyu, çekirdek sayısı ve ağırlığı, meyve sap uzunluğu ve kalınlığı gibi pomolojik özellikler üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur. Buna karşılık, örtülen meyvelerin SÇKM, meyve eti sertliği, pH, renk L*, b*, hue ve kroma üzerindeki etkisi tanık meyvelere göre farklı olmuştur. Her iki meyve örtme uygulamasında da meyve suyunun SÇKM değerinin tanık meyvelere göre daha yüksek çıkmıştır. Tanık meyvelerin L*, b* ve kroma değerleri kilitli poşet ve kese kâğıdı ile kapatılan meyvelerinkine göre daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Buna karşılık Hue değeri, kilitli poşet ve kese kâğıdı ile kapatılan meyvelerde daha yüksek olmuştur. Malik asit miktarı kese kâğıdıyla örtülen meyveler ile tanık meyvelerde yüksek olurken, kilitli poşet ile örtülen meyvelerde daha düşük düzeyde bulunmuştur. Her iki meyve örtme uygulamasında da meyvelerin fruktoz, glikoz ve sakkaroz içeriklerinin tanık meyvelerinkine oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada meyvelerin antioksidan içeriği, kilitli poşet ve kese kâğıdı içinde büyüyenlerde tanık meyvelerinkinden önemli ölçüde daha yüksek çıkmıştır. Pestisit kalıntı analizleri örtme uygulaması yapılan meyvelerde herhangi bir ilaç kalıntısı olmadığına işaret ederken, tanık uygulamasında ise referans değerin altında da olsa 0.1 ppb düzeyinde kimyasal ilaç kalıntısı olduğunu göstermiştir. Bu araştırma sonunda, üzerine "hiç ilaç değmemiş elma" satın almak isteyen tüketicilere hitap edebilecek olan "meyve örtme yönteminin" uygulanabilirliği tartışılarak önerilerde bulunulmuştur.

Sharma ve ark. (2014) farklı renkli torbalarla hasat öncesi meyve örtme uygulamasının Royal Delicious elma çeşidi üzerindeki etkilerini gözlemlemek amacıyla bir deneme kurmuşlardır. Deneme beklenen hasat tarihinden 30 gün önce (15 Temmuz'da) dört farklı renkte (açık sarı, mavi, yeşil, kırmızı) tek katmanlı, dokunmamış kumaş torbalar kullanılarak yapılmıştır. Torbalar hasattan 3 gün önce (12 Haziran) çıkarılmıştır. Renkli torbaların hepsinin elmanın kabuk rengi

ve meyve kalite özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Açık sarı renkli torbaların kırmızı kabuk rengi gelişmesinde en etkili renkli torba olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca açık sarı torbalardaki elmaların toplam antosiyanin konsantrasyonu, fenilalanin amonyak liyaz (PAL) aktivitesi, meyve eti sertliği, kalsiyum konsantrasyonu, SÇKM konsantrasyonu, antioksidan aktivitesi vb. kalite özelliklerinin diğer meyvelere kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle, hasattan 30 gün önce tek katmanlı, açık sarı dokunmamış kumaş torbalar kullanarak meyve örtmenin Royal Delicious elma çeşidinde meyve rengi ve kalitesi için yararlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Frank (2018) Red Delicious elma çeşidi ile kurulmuş bir meyve bahçesinde plastik, kağıt ve iki katmanlı ticari poşetlerle meyveler örtülerek, meyveleri hastalık ve zararlı kontrolü açısından değerlendirmiştir. Hasat sonrası meyve hasarı değerlendirmelerinden elde edilen sonuçlar, doğrudan elma zararlılarından kaynaklanan meyve hasarını, kontrol meyvelerine kıyasla önemli ölçüde azalttığını ve genel olarak, geleneksel bir pestisit püskürtme programına kıyasla benzer seviyelerde meyve koruması sağladığını göstermiştir. Değerlendirilen üç torbalama malzemesinden plastik poşetler, böcek zararlılarından sayısal olarak daha yüksek seviyede meyve koruması sağlamıştır. Meyve çapı ile ölçülen meyve kalitesinde, uygulamalar arasında önemli ölçüde fark görülmediği belirtilmiştir.

Wang ve ark. (2018) farklı zamanlarda meyve örtmenin meyve kalitesi ve Fuji çeşidinde hastalık ve zararlı insidansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma Çin'in Mengyi Bölgesi'nde yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, 5 Mayıs, 15 Mayıs, 25 Mayıs, 2 Haziran ve 12 Haziranda poşetle örtülen elmalar arasında; meyve ağırlığı ve meyve şekli indeksi en yüksek olan 2 Haziranda örtülen elmalar olduğu görülmüştür. Örtme uygulanan meyvelerin kroma değeri, kontrol meyvelerinden daha yüksek olup, farklı örtme işlemleri arasında önemli farklılıklar gözlemlenmemiştir. Örtme uygulanmış meyvelerde siyah leke ve acı benek görülme sıklığının, kontrol meyvelerine oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak Shandong Eyaletinin Mengyin Bölgesinde meyve örtme işleminin elmalarda tam çiçeklenmeden 45 gün sonra yapılmasının daha uygun olacağını bildirmişlerdir.

Matsumoto ve ark. (2018) Yeni bir elma çeşidi olan Kurenainoyume, kırmızı etli ve dikim alanı giderek artan, ancak meyve kabuğunda mantar lekesi benzeri bir fizyolojik bozukluk (CSPD) olan ve yıllar içerisinde ciddi bir sorun haline gelmeye başlanan üzerinde CSPD'yi azaltmak veya önlemek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Çalışmada; Kalsiyum (Ca), Bor (B) solüsyonu veya her ikisi birlikte uygulanmış ve hasat öncesi meyve örtme uygulamasının etkinliği araştırılmıştır. Ca veya B solüsyonları uygulanması sonucunda meyvelerdeki CSPD

insidansını azaltmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca, CSPD ile meyve yapraklarının Ca / B içeriği arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir, bu da CSPD oluşumunun bu besin elementlerin eksikliğine bağlı olmayabileceğini göstermiştir. Meyve örtme uygulamasında ise kullanılan kağıt torbaların ışık geçirgenliğine bağlı olarak CSPD gelişimini azalttığını belirtmişlerdir. Araştırma CSPD gelişiminin güneş ışığı süresi ile doğru orantılı olduğunu göstermiştir. Ayrıca kısa süreli örtme işlemlerinde meyvelerde CSPD gelişimi görüldüğü için; CSPD'yi önlemek amacıyla meyvelerin en az Temmuz ortasından Eylül ayına kadar ışık geçirmeyen torbalar ile örtülmesinin Kurenainoyume çeşidinde CSPD'yi azaltmak veya önlemek için yararlı ve pratik bir uygulama olabileceğini belirtmişlerdir.

2.2. Armut Meyvelerinde Meyve Örtme (Bagging) Uygulaması

Armutlarda meyve örtme uygulaması konusunda yapılan çalışmalarda, Amarante ve ark. (2002a) hasat öncesi örtme uygulamasının armutlarda meyve kalitesi ve hasat sonrası meyve paketlenmesine olan etkisini araştırmışlardır. Armut meyvelerine mikro delikli polietilen torbalarla tam çiçeklenmeden 30 gün sonra örtme uygulanmıştır. Örtme uygulaması meyvelerdeki kuş hasarını, kontrol meyvelerine göre %28,4'ten 0'a ve meyve kabuğundaki lekeleri %49,3'ten %33,4'e düşürmüştür. Buna bağlı olarak da ihracata kabul edilen meyve oranının %27,2'den %63,2'ye çıktığı bildirilmiştir. Araştırma sırasında meyve ağaçlarına hasattan 3 gün önce sistemik olmayan fungusit, insektisit uygulanmış ve örtme uygulamasının pestisit kalıntısını azalttığı belirtilmiştir. Ayıklama makinesinde mekanik hasara maruz kalan armutların FD (sürtünme hasarı) alanı, örtme uygulanan meyveler için (6,03 cm²/meyve), kontrol meyvelerine (14,49 cm²/meyve) oranla daha düşük ölçülmüştür. Hasatta ve 8 haftalık soğuk hava deposunda muhafaza sonrası sürtünme hasarına maruz kalmış meyvelerdeki FD skoru; kontrol meyvelerinde, örtme uygulanan meyvelere oranla daha yüksek çıkmıştır. Yapılan araştırma sonucunda mikro delikli polietilen torbalar ile hasat öncesi meyve örtme uygulamasının; kuş zararını, kabuktaki lekeleri ve kimyasal kalıntı miktarını azaltarak meyve kalitesini iyileştirdiği belirtilmiştir. Buna bağlı olarak da hasat öncesi meyve örtme uygulamasının armut endüstrisi için yararlı bir teknoloji olduğu sonucuna varılmıştır.

Amarante ve ark. (2002b) hasat öncesi örtme uygulamasının armutların meyve kalitesi ve hasat sonrası fizyolojisi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Armut meyveleri tam çiçeklenmeden 30 gün sonra mikro delikli polietilen torba ile örtülmüştür. Örtme uygulamasının meyve büyüklüğü, ağırlığı, yoğunluğu, olgunluğu ve N, P, K, Ca, ve Mg içeriklerini etkilemediği belirtilmiştir. Örtme uygulanmış meyveler, kontrol meyvelerine oranla daha yeşil ve daha iyi kabuk rengine sahipken; güneş alan taraftaki kızarıklık gelişiminde meyveler arasında farklılık

gözlemlenmemiştir. Meyve kabuğunun su geçirgenliği ve meyvelerde ağırlık kaybında, örtülmüş/kontrol meyveleri arasında farklılık olmadığı belirtilmiştir. Örtme uygulanan meyvelerde, kontrol meyvelerine göre O₂'nin iç kısmı basıncı düşük, CO₂'in iç kısmı basıncı yüksektir. Meyve iç atmosferindeki bu farklılıklar, soğukta 8 hafta depolama sonucunda zemin rengi ve solunum oranlarında önemli farklılıklara neden olacak kadar büyük olmamıştır. Sonuç olarak meyve örtme uygulamasının 6 ayda soğukta depolama ve 7 günlük raf ömründen sonra yaşlanma, öz kararması ve hastalıkları etkilemediğini belirtmişlerdir.

Huang ve ark. (2009) meyve örtme uygulamasının meyve kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla, Çin'e özgü Kırmızı Kum Armutları olan Meirensu ve Yunhongli çeşitleri üzerinde 2 çalışma yapmışlardır. İlk çalışmada Meirensu armudu ilk olarak erken gelişim aşamasında farklı seviyelerde ışık geçirgen kağıt torbalarla örtülmüştür. Daha sonrasında hasada 1, 2 ve 3 hafta kala torbalar tamamen veya torbanın sadece dış tabakası çıkarılmıştır. Yani meyveler güneş ışığına direkt maruz kalmamış, farklı seviyelerde maruz bırakılmıştır. Örtme uygulamasının antosiyanin konsantrasyonu ve meyvenin görsel niteliklerini önemli ölçüde etkilediği, toplam suda çözünür kuru madde içeriğini etkilemediği ancak meyvedeki organik asit içeriğini azalttığı gözlemlenmiştir. İlk çalışma sonucunda Kırmızı Çin Kum Armutlarında iyi bir renklenme için yüksek ışık yoğunluğunun gerekli olduğu belirtilmiştir. İkinci çalışmada ise Meirensu ve Yunhongli armutları erken gelişim aşamasında tek tür ışık geçirmeyen torba ile örtülmüş ve torbalar hasat tarihinden 15 gün önce çıkarılmıştır. Daha sonra meyveler iç ve dış kalite özellikleri üzerine zamanın etkisini incelemek amacıyla farklı aralıklarla hasat edilmiştir. Çalışma, Kırmızı Çin Kum Armutlarında antosiyanin biyosentezinin güneş ışığına bağlı bir süreç olduğunu ve farklı genotiplere göre değiştiğini göstermiştir. Araştırma sonuçlarına göre iyi kalite özelliklerine sahip Kırmızı Çin Kum Armudu elde etmek için; meyve gelişiminin erken aşamasında meyvelerin ışık geçirmeyen torbalarla örtülmesi ve torbanın hasattan en az 10 gün önce tamamen çıkarılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Jing ve ark. (2009) hasat öncesi meyve örtme uygulamasının armutlarda meyve kalitesi, pestisit kalıntısı ve hasat sonrası depolanması üzerindeki etkilerini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada 2 farklı yöntem denenmiştir. Birinci çalışmada meyvelere çiçeklenmeden 35 gün sonra bir kez örtme uygulanmış, ikinci çalışmada ise meyvelere çiçeklenmeden 20 gün sonra küçük kağıt torbalarla 1. kez ve çiçeklenmeden 45 gün sonra ise büyük kağıt torbalarla 2.kez örtme uygulanmıştır. Meyveler oda sıcaklığında 13 gün boyunca depolanması sırasında incelenmiştir. 2 kez örtme uygulanan meyvelerin 1 kez örtme uygulanan meyvelere göre dış görünüşü daha üstün niteliklidir. Bununla birlikte

Cyhalothrin ve Carbendazim kalıntıları, su kaybı ve çürüme oranı da 2 kez örtme uygulanan meyvelerde, 1 kez uygulanan meyvelere göre daha düşük olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmadaki sonuçlar yüksek kaliteli armut meyvesi üretmek için 2 kez örtme uygulamanın daha etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir.

Hudina ve ark. (2012) meyve örtme uygulamasının Concorde armudunun meyve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma 2005 ve 2006 yıllarında yapılmış, her iki yılda da armutlara Haziran ayından hasada kadar örtme uygulanması sonucunda meyve uzunluğunun önemli ölçüde arttığı gözlemlenmiştir. 2006 yılında örtme uygulanan meyvelerde; meyve eti sertliği artmış, suda çözünür kuru madde miktarı ise önemli ölçüde azalmıştır. 2005 yılında ise meyve örtme uygulamasının, meyve eti sertliği ve suda çözünür kuru madde miktarına hiçbir etkisi görülmemiştir. Araştırma sonucunda armut meyvelerine örtme uygulamasının toplam şeker içeriği üzerine önemli bir etkisi olduğu, meyve kabuğundaki fenolik bileşiklerin içeriğini azalttığı ve hasattan 7 gün önce torbaların çıkarılmasının glikoz, şikimik ve fumarik asit miktarını önemli ölçüde artırdığı gözlemlenmiştir.

2.3. Üzüm Meyvelerinde Meyve Örtme (Bagging) Uygulaması

Üzüm meyvelerinde meyve örtme uygulaması konusunda yapılan çalışmalarda, Jing ve ark. (2004) Japonya’da farklı torba ve torbalama yöntemleri ile yapılan meyve örtme uygulamasının üzümlerin meyve kalitesine etkisini araştırmışlardır. Fujiminori, Beniizu ve Hakata beyaz üzümlerinin meyvelerine Haziran ayı sonunda 5 farklı torbalama yöntemi ile örtme uygulanmıştır. Gazete kağıdı ile örtme uygulanan üzümler en düşük kaliteye sahipken (kötü renklenme, düşük Brix ve yüksek asitlik), en yüksek kaliteye sahip meyveler beyaz kağıt torba ile örtme uygulanan üzümler olarak gözlemlenmiştir. Hasattan önce gazete kâğıtlarının çıkarılması ile meyvelerde renklemenin iyileştiği ve Brix değerinin arttığı görülmüştür. Bu nedenle üzümlerde meyve örtme uygulamasında beyaz kağıt torba kullanımının ve hasattan önce torbaların çıkarılmasının meyve kalitesini artırmak için iyi bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

Son ve Lee (2008) Farklı ışık geçirgenliğine sahip örtülerin Kyoho üzüm çeşidinde meyve çatlaması üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada üzümler kontrol, Grup W (beyaz torba), Grup Y (sarı torba) ve Grup B (mavi torba) olmak üzere 4 grupta incelenmiştir. Torbaların ışık geçirgenlikleri beyaz > sarı > mavi şeklindedir. Örtme uygulamasında torbaların ışık geçirgenliği yükseldikçe, suda çözünebilir kuru madde ve antosiyanin içeriğinin yükseldiği gözlemlenmiştir. Meyve eti sertliği ise beyaz, sarı ve mavi torbalar için sırasıyla 1.39 kg/φ5mm,

1.49 kg/φ5mm ve 1.47 kg/φ5mm olarak ölçülmüştür. Kontrol grubunda tane çatlama oranı %50'nin üzerindeyken, Grup W' da % 42,7 - Grup Y' de %39,9 ve Grup B'de %30 olmuştur. Yani torbaların ışık geçirgenliği azaldıkça üzümlerde tane çatlama oranının azalma eğilim gösterdiği belirtilmiştir. Çalışma sonunda meyvelerin pazarlanabilirliği ve tane çatlama oranları değerlendirildiğinde, %22 ışık geçirgenliğine sahip sarı torbalar üzümlerde meyve örtme uygulaması için yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Moon ve ark. (2008) Üzümde torba çeşitlerinin ve torbalama süresinin tane çatlaması ve acı çürüklük üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma Campbell Early, Wase Campbell Early ve Kyoho üzüm çeşitleri üzerinde yürütülmüştür. Salkımları örtme işlemi için geleneksel torba, pencereli torba ve kalsiyum kaplı torba kullanılmıştır. Campbell Early çeşidinde torba çeşitleri tane çatlaması üzerinde etki göstermemiştir. Ancak Campbell Early çeşidinde acı çürüklük oluşumu ve Wase Campbell Early çeşidinde tane çatlaması ve acı çürüklük oluşumu örtme uygulanan meyvelerde, kontrol meyvelerine kıyasla önemli ölçüde azaldığı belirtilmiştir. Meyvedeki suda çözünür kuru madde miktarı pencereli torba ile azalmış ve kalsiyum kaplı torba ile de meyve kabuğundaki Hunter b değeri azalmıştır. Buna göre kalsiyum kaplı torbaların tane çatlaması oranını azalttığı sonucuna varılmıştır.

Jin ve ark. (2017) Meyve örtme uygulamasının, üzüm meyvelerindeki pestisit kalıntısına etkisini araştırmışlardır. Çalışma üzüm meyvesinin çeşitli kısımlarında (bütün meyve, meyve eti ve meyve kabuğu) pestisit kalıntılarının varlığına örtme uygulamasının etkisini karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmada test edilen pestisitler 2.000 kez seyreltilmiş ve 7 gün arayla üzümlere toplamda 3 kez uygulanmıştır. Daha sonra da ilaçlamadan 0, 1, 3, 5 ve 7 gün sonra toplanmıştır. Kontrol grubunda bütün meyvede, meyve eti ve kabuğunda sırasıyla (0,47-1,09), (0,18-0,33) ve (1,24-1,67) mg/kg Thiacloprid kalıntısı tespit edilmiştir. Aynı şekilde bütün meyvede, meyve eti ve kabuğunda sırasıyla (0.16-0.62), (<LOD-0.08) ve (0.85-1.48) mg/kg Lufenuron kalıntısı tespit edilmiştir. Buna karşın örtme uygulanan örneklerin hiç birisinde Thiacloprid ve Lufenuron kalıntısı saptanmamıştır. Çalışma sonunda meyve örtmenin üzüm meyvelerinde Thiacloprid ve Lufenuron kalıntılarının varlığını korumak için etkili bir yöntem olacağı sonucuna varılmıştır.

Karajeh (2017) organik üzüm üretiminde, hastalık ve zararlılardan korunmak amacıyla fiziksel korunma önlemi olarak meyve örtme uygulamasının etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmada farklı tipte torbalar kullanılmıştır. Kontrol grubunda salkımların %95,2'sinde böcek larvası, %93'ünde siyah küf, %26,1'inde kurşuni küf, %63,1'inde külleme ve %15,2'sinde kuş zararı görülmüştür. Kontrol grubu

ile karşılaştırıldığında kahverengi kağıt torbalar ile örtme uygulanması bağ salkım güvesi zararını %1,8-2,3'e, siyah küf %0,6-2'ye, kurşuni küf %1,1-2,2'ye ve külleme zararını %0-5,4'e düşürmüştür. Bununla birlikte kahverengi kağıt torbaların kullanımı üzüm salkımlarında meyve kalitesi ve verimini de artırmıştır, ancak üzüm salkımlarının erken olgunlaşmasını sağlayan şeffaf veya siyah plastik torbalara kıyasla olgunlaşma süresini geciktirmiştir. Şeffaf plastik torbaların kullanılması sonucunda anormal büyüme ve güneş yanığı görülmüştür. Bu nedenle kağıt torba kullanımının üzüm salkımlarında hastalık ve zararlılara karşı koruma ve organik üzüm üretimi açısından daha yararlı olduğunu bildirmiştir.

Ergönül ve ark. (2021) Italia üzüm çeşidinde salkımlarda meyve örtme uygulamasının olgunluk, verim ve kalite etkileri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada Italia çeşidinde 2012 ve 2013 yıllarında üç farklı meyve örtme uygulamasının olgunluk, verim ve kalite üzerine etkileri incelenmiştir. Örtme materyali olarak “Mogul 19 g m²”, “Mogul 30 g m²” ve “Tyvek” tip torba kullanılmıştır. Salkımları torbalama işlemi üzümlerin çiçeklenme döneminden sonra tane tutumunun ardından gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda da “Mogul” tip torbalarda torba içi sıcaklıkların dış koşullara göre daha yüksek, “Tyvek” tip torbalarda ise torba içi sıcaklığın dış koşullara yakın seyrettiği belirtilmiştir. Torba içi nem değerlerinde ise ‘Mogul’ tip torbaların, torba içi nem değeri hem dış koşullara hem de ‘Tyvek’ tipi torbalara göre düşük olduğu gözlemlenmiştir. Araştırma bulgularına göre tane çatlama direnci ölçümlerinde açıkta geliştirilen tanelerin torbalama uygulanmış tanelere göre daha sağlam olduğu belirlenmiştir. Özellikle ‘Mogul’ tip torbaların ise olgunlaşmayı hızlandırıcı etki gösterdiği belirtilmiştir.

2.4. Muz Meyvelerinde Meyve Örtme (Bagging) Uygulaması

Muz meyvelerinde meyve örtme uygulaması konusunda yapılan çalışmalarda, Kutinyu ve ark. (2014) Mozambique’de yetiştirilen muz çeşitlerinde meyve örtme uygulamasının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, Grand Nain ve Williams muz çeşitlerinde salkım koruma torbalarını değerlendirilmiştir. Çalışmada örtme uygulanmayan kontrol grubu dışında, farklı özellikte (delikli ve deliksiz) ve renkte (yeşil, mavi ve beyaz renkli) torbalar ile file örtü kullanmışlardır. Örtü kullanımının hevenk ağırlığını kontrole göre artırdığını ve buna ilave olarak meyve dış yüzey zararlanmalarını azalttığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda farklı renk ve özelliklere sahip örtüler tutarsız sonuçlar göstermekle birlikte, ancak torbaların içindeki yüksek bağıl nemi azaltmak için delikli torbaların kullanılması tavsiye edilmiştir.

Pathak ve Mitra (2014), Çalışmada Grand Nain çeşidinde muz zararlılarına karşı meyve örtme uygulamasının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada muzlar %15 ve %20 delikli polietilen torbalar ile örtülmüştür. Sonuçlar her 2 tür torbanın da böcek zararını tamamen kontrol ettiğini göstermiştir. Ayrıca %20 delikli torba ile örtülmüş salkımların verim, meyve ağırlığı, salkım ağırlığı ve maliyet-fayda oranını önemli ölçüde artırmıştır. Kaliteli muz üretimi ve böcek zararını kontrol etmek için %20 delikli polietilen torba ile meyve örtme uygulamasını tavsiye etmişlerdir.

Pathak ve ark. (2016) Hindistan'da Jahaci muz çeşidinde, kontrol dışında beyaz polipropilen, mavi polipropilen, şeffaf polietilen, leno torba ve çuval ile kurumuş muz yaprakları olmak üzere farklı koruyucu torba uygulamalarının meyve gelişme süresi ile meyvelerin görünüşü üzerine etkilerini araştırmışlardır. Renk ve malzeme fark etmeksizin tüm örtü malzemelerinin meyvelerin görünüşünü olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir. Muzlarda zararlanma en fazla kontrol uygulamasında görülürken, hevenklere örtme uygulaması ise kontrol uygulamasına oranla meyvelerdeki zararlanmayı %60 azalttığını ve meyve gelişim süresini de kısalttığını bildirmişlerdir.

Balkıç ve ark. (2017) Dwarf Cavendish muz çeşidinde, açıkta muz yetiştiriciliğinde farklı koruyucu torba uygulamalarının hevenk ağırlığı, meyve gelişme süresi, meyve kalitesi ve rengi üzerine etkileri araştırmışlardır. Çalışmada açıkta muz yetiştiriciliğinin yapıldığı yörelerde kullanılan uygulama kontrol uygulaması olarak belirlenmiş ve bunun dışında 4 farklı tip koruyucu torba denenmiştir. Yapılan çalışmada hevenk ağırlığı, parmak özellikleri, meyve eti oranı ve suda çözünabilir kuru madde ile meyve gelişme süresi açısından en iyi uygulamanın mavi plastik torba uygulaması olduğunu bildirmişlerdir. Olgunlaştırma sonrası kroma değeri de en yüksek mavi plastik torba uygulamasında belirlenirken, meyve sarı rengin koyuluğunu gösteren hue açısı değeri ise kontrol uygulamasında en yüksek olarak saptanmıştır. Araştırma sonucunda; incelenen kriterler göz önüne alındığında mavi plastik torba uygulamasının olumlu sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Pedro ve Augusto (2020) yürüttükleri çalışmada, salkımlara yapılan örtme uygulamasının Thrips zararı, meyve kalitesi ve üretime etkisini araştırmışlardır. Araştırmada muz salkımları mavi polietilen torba ile torbalanmış, hasatta salkım ağırlığı, parmak uzunluğu ve ağırlığı, olgunlaşma döneminde iç-dış meyve kalitesi ve Thrips zararı değerlendirilmiştir. %5 oranında insektisit emdirilmiş delikli mavi polietilen torba meyve ağırlığı ve çapını önemli ölçüde artırmıştır. Mavi

polietilen torba ile örtülen meyvelerde ise olgunlaşma dönemindeki parametrelerin sadece bir kısmını iyileştirdiğini ve kırmızı pas Thripslerinin neden olduğu zararı önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir.

Rubel ve ark. (2020) yürüttükleri çalışmada kaliteli muz üretimi için meyve örtme uygulamasının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada kontrol uygulaması dışında, beyaz polietilen torba, mavi polietilen torba, siyah polietilen torba ve eski kumaş olmak üzere 4 farklı tip koruyucu torba kullanılmıştır. Çalışmada en fazla salkım ağırlığı, parmak uzunluğu ve parmak çapı mavi polietilen torbalarda görülmüştür. En fazla hastalık enfeksiyonu ve böcek zararı görülen kontrol grubuna kıyasla en düşük hastalık enfeksiyonu, böcek zararı ve fizyolojik bozukluk mavi polietilen torba ile kaplı meyvelerde görülmüştür. Bununla birlikte kontrol ve diğer torbalama gruplarına oranla hevenk ağırlığı, parmak özellikleri, meyve eti oranı ve suda çözünebilir kuru madde miktarı bakımından en üstün sonuçları yine mavi polietilen torba ile örtülmüş meyveler vermiştir.

2.5. Şeftali Meyvelerinde Meyve Örtme (Bagging) Uygulaması

Şeftali meyvelerinde meyve örtme uygulaması konusunda yapılan çalışmalarda, BaoLin ve ark. (2000) meyve örtme uygulamasının Yanhong şeftali çeşidinde meyve kalitesine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma 1996, 1997 ve 1998 yıllarında yapılmış olup, çalışmada 3 farklı tip torba kullanılmıştır. Çalışmada örtme uygulanan meyvelerin 3 yıllık ortalama meyve çatlama oranı kullanılan torba tipine bağlı olarak %27-34 arasında olduğunu, kontrol grubunda ise bu oranın %71 olduğu bildirilmiştir. Aynı şekilde örtme uygulanan meyvelerin kalitesinin de kontrol uygulamasından çok daha iyi sonuçlar verdiğini, genel olarak en iyi sonuçları Xiaoling torbasının verdiğini bildirmişlerdir.

Kim ve ark. (2000) farklı tip torbaların şeftali meyvelerinin renklenme, olgunluk ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma Kore’de farklı şeftali çeşitleri üzerinde yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan torbaların ışık geçirgenliği büyükten küçüğe beyaz kağıt, gazete kağıdı ve sarı kağıt torba şeklindedir. Meyve ağırlığı ve suda çözünebilir kuru madde içeriği torbalama materyalinden önemli derecede etkilenmezken, titre edilebilir asitliğin düşük ışık geçirgenliğine sahip sarı kağıt torbalama ile azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca sarı kağıt torbaların, gazete kağıdı ile torbalamaya kıyasla meyve olgunlaşmasını geciktirdiğini belirtmişlerdir. Tüm torbalama gruplarında hastalık ve zararlı hasarı kontrol grubundan daha düşük görüldüğü, özellikle beyaz ve sarı torbaların kaliteli meyve oranını arttırdığını bildirmişlerdir.

Zhang ve ark. (2015) Guibao şeftali çeşidinde kontrol uygulaması dışında beyaz tek katmanlı kağıt torba (WPB), beyaz tek katmanlı polipropilen dokuma olmayan torba (WPPB) ve siyah tek katmanlı kağıt torbalar (BPB) olmak üzere farklı koruyucu örtme uygulamalarının meyve kalitesine etkilerini araştırmışlardır. Meyve örtme işlemleri, tam çiçeklenmeden 30 gün sonra uygulanmış, WPB ve WPPB uygulamaları hasada kadar devam ederken BPB hasattan 7 gün önce çıkarılmıştır. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında tüm torbalama işlemlerinde sıcaklık ve bağıl nemin arttığı belirtilmiştir. Araştırma sonunda çekici dış görünüş ve iyi iç kaliteye sahip şeftali elde etmek için meyve örtme uygulamasını ve eğer örtme işlemi siyah tek katmanlı kağıt torba ile yapılıyorsa, torbaların hasattan 7 gün önce çıkarılmasını tavsiye etmişlerdir.

Campbell ve ark. (2021) Florida'da organik tarım sertifikalı şeftali bahçesinde 2 yıllık bir araştırma yapmışlardır. Örtme uygulanan meyvelerde, meyve eti sertliği ve klorofil konsantrasyonunun, kontrol meyvelerine oranla daha fazla olduğu ve örtme uygulamasının olgunlaşmayı geciktirdiğini belirtmişlerdir. Torbalanan şeftalilerin meyve eti sertliği ve klorofil konsantrasyonu, torbalanmayan meyvelere göre sırasıyla % 31 ve % 27 daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte torbalı meyveler mekanik yaralanmada %95, meyve sineğinde %45 ve kabuk benzeri lezyonlarda %81 azalma göstermiştir. Genel olarak meyve örtme uygulamasının çeşitli hastalık ve zararlılara karşı koruduğunu ancak meyve kalitesi üzerinde minimum etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu teknolojinin geniş çapta benimsenmesi mevcut işgücüne, piyasa taleplerine ve karlılığa büyük ölçüde bağlı olduğunu, ancak doğrudan tüketiciye pazar kanallarını kullanan üreticiler için uygun olabileceğini eklemişlerdir.

2.6. Turunçgil Meyvelerinde Meyve Örtme (Bagging) Uygulaması

Turunçgil meyvelerinde meyve örtme uygulaması konusunda yapılan çalışmalarda, DongKwan ve ark. (2000) Yuzu (*Citrus junos*) çeşidinde meyvede lekeleri önlemek ve meyve kalitesini artırmak, optimum torbalama süresi ve uygun torba malzemesini belirlemek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Meyvelerde öz zararı, meyve örtme uygulaması ile 1997'de %82-86,1 oranında, 1998'de ise farklı torba tipleri kullanılarak %55,4-61,9 oranında azalmıştır. Meyve ağırlığı, suda çözünür kuru madde miktarı ve asitlik içeriği ise torba tipi veya süresinden etkilenmemiştir. Eylül ayından önce geri dönüştürülmüş Japon telefon rehberi kağıdı ile örtme uygulaması, kontrol meyvelerinden daha kötü renklenme göstermiştir, ancak 20 Eylül'den sonra örtme işlemi, kontrol meyvelerine benzer renklenme göstermiştir. Sonuç olarak 25 Eylül'de siyah polyester ve gri kağıt torba

ile örtme uygulanan meyvelerin, kontrol meyveleri veya geri dönüştürülmüş Japon telefon rehberi kağıdı ile örtülen meyvelerden daha iyi renklenme gösterdiğini bildirmişlerdir.

Xie ve ark. (2013) meyve örtme uygulamasının meyve antioksidan içeriği ve 3 tatlı portakal çeşidinin fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmak için bir çalışma yapmışlardır. Meyve olgunlaşması sırasında, genellikle suda çözünür kuru madde miktarında kademeli bir artış ve toplam fenoliklerde, toplam flavonoidlerde ve antioksidan kabiliyetinde bir azalma olmuştur. Askorbik asit içeriği ilk başta kademeli olarak artmış ve ardından net bir şekilde azalmıştır. Çalışma sonunda en yüksek askorbik asit içeriği Cara Cara çeşidinde, en kalın kabuk, meyve ağırlığı ve iriliği ise Late Lane çeşidinde tespit edilmiştir. Ayrıca Tocarro çeşidinin diğer 2 çeşitten daha iyi meyve kalitesine sahip olduğunu ve antosiyanin içeriğinin, kontrol grubu meyvelerinden 42,7 kat daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak meyve örtme uygulamasının askorbik asit ve kabuk rengini iyileştirdiğini, suda çözünür kuru madde miktarı, toplam fenolikler ve antioksidan içeriğini azaltabileceğini bildirmişlerdir.

Issarakraisila (2018) yürüttüğü çalışmada Pummelo meyvesinde örtme uygulaması için kullanılan farklı tip torbaların meyve büyümesi, kalitesi ve hastalık-zararlı hasarına etkisini araştırmıştır. Meyve örtme uygulaması meyvelerde hastalık, zararlı ve meyve dökümlerinin neden olduğu hasarların şiddetini azaltmıştır. Meyve örtme uygulamasının olumlu ve olumsuz etkilerinin, büyük ölçüde torba malzemesi tipine ve torbalama tekniğine bağlı olduğu bildirmiştir. Meyve iriliği, toplam suda çözünür kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik ve askorbik asit olarak ölçülen meyve kalitesi, torbalama uygulaması veya torbalama malzemelerinden önemli ölçüde etkilenmemiştir. Meyve örtme materyali olarak en uygun 3 torba tipinin sırasıyla beyaz kağıt balmumu kaplı torba, sentetik fiber bez çanta ve düşük maliyetli şeffaf plastik torba olduğunu bildirmiştir. Son olarak örtme uygulaması için en uygun zamanın tam çiçeklenmeden 2-3 ay sonra olduğu ve torbaların içerisine fungusit ve insektisit püskürtülmesinin örtme uygulaması için en uygun ve başarılı teknik olduğunu belirtmiştir.

Wang ve ark. (2019) Üç Pummelo (*Citrus grandis* Osbeck) çeşidi üzerinde meyve örtme uygulamasının meyve kalitesine etkilerini araştırmışlardır. Meyvelere çiçeklenmeden sonra 35, 50, 65, 80, 95, 110 ve 125. günlerde örtme uygulanmıştır. Örtme işlemlerinin tamamının meyve dış kalitesini iyileştirdiği görülmüştür. Meyve iriliği ve ağırlığının torbalama süresi geciktikçe düşüş eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir. Ek olarak, örtme uygulanan meyvelerde iç kalite özellikleri, kontrol meyvelerinden önemli ölçüde daha düşük bir şekilde azalmıştır. Sonuç olarak Sanhongmiyou, Hongroumiyou ve Huangjinmiyou çeşitleri için

en uygun torbalama zamanının sırası ile meyveler çiçek açtıktan 35, 80 ve 65. günler olduğunu bildirmişlerdir.

2.7. Mango Meyvelerinde Meyve Örtme (Bagging) Uygulaması

Mango meyvelerinde meyve örtme uygulaması konusunda yapılan çalışmalarda, Sarker ve ark. (2009) yürüttükleri çalışmada farklı torbalama malzemelerinin, mango meyve sineğinin kontrolü üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada siyah polybag, şeffaf polybag ve kahverengi kağıt torbalar mango sineği kontrolü açısından değerlendirilmiştir. Tüm torbalama malzemelerinin meyve sineği zararına karşı mangolara %100 koruma sağladığını bildirmişlerdir. Ayrıca kontrol grubu ile karşılaştırıldığında suda çözünür kuru madde miktarı ve fiziksel meyve kalitesinde en iyi sonuçları kahverengi kağıt torbalar vermiştir.

Wu ve ark. (2013) “Zill” mango çeşidinde meyve örtme uygulamasının meyve kalitesine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada 4 farklı tipte torba kullanılmıştır. Sonuçlar tek katmanlı beyaz torba ile torbalamanın klorofil ve karotenoid içeriklerini önemli ölçüde azalttığını ve kabuktaki antosiyanin ve flavonoid içeriklerini önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Ayrıca diğer gruplara göre parlaklık (L), kroma (C), renk açısı (hue°) değerlerinin ve meyve iç kalitesinin en yüksek olduğu gruptur. Tüm bu sonuçlara bakıldığında mango örtme uygulaması için tek katmanlı beyaz torba kullanımının, mango üretimi için umut verici bir uygulama olduğunu belirtmişlerdir.

Islam ve ark. (2019) meyve örtme uygulamasının mangolarda meyve kalitesini iyileştirmenin yanı sıra, hastalık ve zararlıların kontrolüne etkilerini araştırmışlardır. Mango meyvelerine, meyve tutumundan 40 gün sonra kahverengi kağıt, beyaz kağıt, polietilen torba ve müslin bez torbalar ile örtme uygulanmıştır. Tüm uygulamalarda kaliteli, hastalık ve zararlı hasarı olmayan meyveler elde edilmiştir. Meyve örtme ayrıca süngerimsi doku oluşumu ve unlu bit görülme sıklığını da azaltmıştır. Araştırma sonunda meyve örtme uygulamasının hastalık ve zararlı zararını azaltıp, meyve kalitesini artırabileceğini bildirmişlerdir.

Hossain ve ark. (2020) mangoların hasat sonrası kalitesi ve raf ömrü üzerine meyve örtme uygulamasının etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada kullanılan örtme malzemesi ile mangoların kalite özellikleri ve raf ömrü arasında önemli farklılıklar görülmüştür. En uzun raf ömrü (15 gün) kahverengi kağıt torbalarda, en kısa raf ömrünün (8 gün) ise kontrol meyvelerinde olduğu belirtilmiştir. Elde edilen araştırma bulgularına bakıldığında kahverengi ve beyaz kağıt torba ile örtülen meyvelerin kabuk rengi, suda çözünebilir kuru madde, C vitamini, titre edilebilir asitlik ve raf ömrünü uzatma açısından daha üstün olduğu bildirilmiştir.

3. SONUÇ

Bu inceleme sonunda, hasat öncesi meyve örtme uygulamasının basit, üretici dostu, kullanımı güvenli ve ürünün fiziksel görünümü ve kalitesi üzerinde çok çeşitli etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Meyve örtme uygulamasının etkilerinin kullanılan torba türü, torbalandığında meyve gelişimi, torbalama süresi ve torba çıkarıldıktan sonra meyvenin doğal güneş ışığına maruz kalma gibi faktörlerden etkilendiğini göstermiştir. Hatta bu faktörlerin etkilerinin uygulanan tür ve çeşitler arasında dahi farklılıklar gösterebildiği görülmüştür. Daha önce yapılan çalışmalarda çoğu araştırmacı, meyve kalitesini iyileştirme kabiliyetleri, dış koşullara karşı dirençli ve yeniden kullanılabilir olmaları nedeniyle plastik poşetlerin kullanılmasını önermişlerdir. Ancak kullanımları sona erdiğinde imha sorunları ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca plastik kalıntılar yıllarca toprakta kalır ve büyük parçalar sadece bitki büyümesine engel olmakla kalmaz, aynı zamanda arazinin daha sonra çevreye bırakılması durumunda hayvanlar için potansiyel bir tehlike oluşturmaktadır. Kağıt torbaların kullanımının da meyve kalitesini artırabildiği kanıtlanmıştır, ancak kağıt torbalar rüzgâr ve yağmur hasarına karşı daha dayanıksızdır, bu da torbaların zarar görmesine ve böylelikle gelişim aşamalarında böceklerin meyveye erişmesine ve meyveye zarar vermesine izin vermektedir. Bu nedenle farklı türlerin veya çeşitlerin ihtiyaçlarına uygun, farklı ışık geçirgenliği seviyelerine sahip biyolojik olarak parçalanabilir, örtme materyallerinin geliştirilmesi için girişimlerde bulunulmuş olmasına rağmen, bunların hasat öncesi meyve torbalamasında kullanımları ile ilgili çok az çalışma bildirilmiştir. Bu amaçla biyolojik olarak parçalanabilen plastik malzemelerin kullanımını incelemek için gelecekteki araştırmalar gereklidir. Dahası, bu teknolojiye maksimum faydayı elde etmek için torba türü, torbalama tarihi, torbaların çıkarılması vb. açısından özellikleri standartlaştırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Amarante, C., Banks, N. H. and Max, S. (2002a). Preharvest bagging improve spackout and fruit quality of pears (*Pyrus communis*), *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30(2), 93-98.
- Amarante, C., Banks, N. H. and Max, S. (2002b). Effect of preharvest bagging on fruit quality and postharvest physiology of pears (*Pyrus communis*), *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 30(2), 99-107.
- Balkıç, R., Gubbuk, H. ve Altinkaya, L. (2017). Muz hevenklerinde farklı tip ve renkte koruyucu torba uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkileri, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 29-33.
- BaoLin, G., RenQiang L., ZhaoFeng C., LiLin, L. (2000). Effects of bagging on the fruit quality of Yanhong peach cultivar. *China Fruits*, 3 (3):19-20
- Boyacı, S. (2019). Effect of “Bagging” treatment on some pomological and quality features of Red Chief species. *Fresenius Environmental Bulletin* 28 (1)150-155
- Campbell, D., Sarkhosh, A., Brecht, J. K., Gillett-Kaufman, J. L., Liburd, O., Melgar, J. and Treadwell, D. (2021). bagging organic peaches reduces physical injuries and storage decay with minimal effects on fruit quality, *HortScience horts*, 56(1), 52-58.
- Chen, C.S., Zhang, D., Wang, Y.Q., Li, P.M. and Ma, F.W. (2012). Effects of fruit bagging on the contents of phenolic compounds in the peel and flesh of “Golden Delicious”, “Red Delicious”, and “Royal Gala” apples, *Scientia Horticulturae*, 142, 68–73.
- Childers, N.F., Morris, J.R. and Sibbet, G.S. (1995). Modern Fruit Science, *Horticultural Publications*, Florida, USA.
- Dongkwan, K., DuckSoo, C., EunSik, K., KilHyun, H., Kyeong-Ho, L., Kwang-sik, K. and Keun Cheol, L. (2000). Fruit quality of Yuzu (*Citrus junos* L.) as influenced by bagging time and materials of bagging treatment, *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*, 41(2), 190-193.
- Ergönül, O., Aydın, S., Özer, C., Orhan Özalp, Z., Yaşasın, A. S., Gülcü, M. ve Korkutal, İ. (2021). Italia üzüm çeşidinde salkımlarda torbalama uygulamalarının olgunluk, verim ve kalite üzerine etkileri, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(1), 83-89.
- Frank, D. (2018). Evaluation of fruit bagging as a pest management option for direct pests of apple, *Insects*, 9(4), 178.
- Hossain, M.J., Hossain, M.M., Rabbani, M.G., Hafiz, M.M.H. and Islam, M.Z. (2020). Effects of preharvest fruit bagging on postharvest quality and shelf life of mango cv. Amrapali, *Journal of Bangladesh Agricultural University*, 18(1), 61-67.
- Huang, C., Yu, B., Teng, Y., Su, J., Shu, Q., Cheng, Z. and Zeng, L. (2009). Effects of fruit bagging on coloring and related physiology, and qualities of red Chinese sand pears during fruit maturation, *Scientia Horticulturae*, 121(2), 149–158.

- Hudina, M., Stampar, F., Orazem, P., Petkovsek, M. M. and Veberic, R. (2012). Phenolic compounds profile, carbohydrates and external fruit quality of the “Concorde” pear (*Pyrus communis* L.) after bagging, *Canadian Journal of Plant Science*, 92(1), 67–75.
- Islam, M. T., Rahman, M. S., Akter, M. M., Hasan, M. N. and Uddin, M. S. (2019). Influence of pre-harvest bagging on fruit quality of Mango (*Mangifera indica* L.) cv. Langra, *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research*, 4(4), 1-10.
- Issarakraisila, M. (2018). Effect of types of bagging materials on growth, quality and disease-insect damages in pummelo fruit in tropical humid conditions, *Acta Horticulturae*, 1208, 319–324
- Jin, Y., Lim, S. J., Kim, S. S., Choi, G. H., Lee, H., Jeong, D., Moon, B.C. and Ro, J. (2017). Effect of bagging technique on the residue patterns of thiacloprid and lufenuron in grape fruit (*Vitis labrusca* L.), *The Korean Journal of Pesticide Science*, 21(1), 42–48.
- Jing, L., Hosomi, A. and Youhong, C. (2004). Effect of different bags made with different papers and bagging methods on fruit quality of grapes in Japan, *Journal of Tianjin Agricultural College*, 11(3), 37-40.
- Jing, L., Xiaogang, L., QingSong, Y. and YouHong, C. (2009). Effects of bagging mode on fruits quality, pesticides residues and storage of cuiguan pear, *Jiangsu Journal of Agricultural Sciences*, 25(1), 174-176.
- Karajeh, M.R. (2018). Pre-harvest bagging of grape clusters as a non-chemical physical control measure against certain pests and diseases of grapevines, *Organic Agriculture*, 8, 259–264.
- Kim, Y.H., Kim, S.K., Lim, S.C., Lee, C.H., Youn, C.K., Kim, H.H. and Choi, K.S. (2000). Effects of bagging material on coloration, maturity, and quality of peach fruits, *Korean Society for Horticultural Science*, 41(4), 395-400.
- Kutinyu, R., Fraiser, C., Ngezimana, W. and Mudau, F.N. (2014). Evaluation of banana bunch protection materials for optimum fruit production on cultivars grown in Mozambique, *Tropical Agriculture*, 91(2), 109-115.
- Matsumoto, K., Kobayashi, T., Kougo, T., Fujita, T., Sato, S. and Moriguchi, T. (2018). Prevention of new cork spot-like physiological disorder in ‘Kurenainoyume’ apples by pre-harvest fruit bagging, *The Horticulture Journal*, 87(2), 174–183.
- Moon, B. W., Lee, Y. C., Nam, K. W. and Kim, J. J. (2008). Effects of treatment of bag kinds, bagging time and plant oils on fruit cracking and bitter rot in grapevines, *Journal of Bio-Environment Control*, 17(2), 143-149.
- Pathak, P., Baruah, K. and Baishya, B.K. (2016). Influence of bunch covers on appearance and maturity of banana cv. Jahaji under high density planting system, *Research on Crops*, 17(3), 512-516.
- Pathak, P.K. and Mitra, S.K. (2014). Assessment of low cost perforated polythene cover as non-chemical approach to control scarring beetle and quality banana production, *Acta Horticulturae*, 1024, 283-285

- Pedro, A.M.R. and Augusto, P. (2020). Effect of treatments with bunch bagging on production, fruit quality and damage by thrips of banana, *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 11(2), 15-27.
- Rubel, M., Hossain, M., Hafiz, M., Rahman, M. and Khatun, M. (2020). Effect of banana bunch covering technology for quality banana production in Bangladesh, *Progressive Agriculture*, 30 (3), 238-252.
- Sarker, D., Rahman, M.M. and Barman, J.C. (2009). Efficacy of different bagging materials for the control of mango fruit fly, *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 34(1), 165-168.
- Sharma, R. R., Pal, R. K., Sagar, V. R., Parmanick, K. K., Paul, V., Gupta, V. K. and Rana, M. R. (2014). Impact of pre-harvest fruit-bagging with different coloured bags on peel colour and the incidence of insect pests, disease and storage disorders in “Royal Delicious” apple, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 89(6), 613–618.
- Son, I.C. and Lee, C.H. (2008). The effects of bags with different light transmittance on the berry cracking of grape ‘Kyoho’, *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 49(2), 98-103.
- Wang, G., Xue, X., Chen, R. and Wang, J. (2018). Effects of different times of bagging on fruit quality and disease and pest incidence of Fuji apple, *Asian Agricultural Research*, 10(12), 67 – 69.
- Wang, Y., Fu, X., He, W., Chen, Q., Ma, J. and Wang, X. (2019). Effect of bagging on fruit quality of three pummelo (*Citrus grandis* Osbeck) cultivars, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 330(3), 032051.
- Wu, H. X., Wang, S. B., Ma, X. W., Ma, W. H., Zhan, R. L. and Yao, Q. S. (2013). Effect of bagging on fruit quality in mango, *Acta Horticulturae*, (992), 587–592.
- Xie, R.J., Zheng, L., Jing, L., He, S.L., Xi, W.P., Lv, Q., Yi, S.L., Zheng, Y.Q. and Deng, L. (2013). The effect of cultivar and bagging on physicochemical properties and antioxidant activity of three sweet orange cultivars (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 13(2), 139-147.
- Zhang, B. B., Guo, J. Y., Ma, R. J., Cai, Z. X., Yan, J. and Zhang, C. H. (2015). Relationship between the bagging microenvironment and fruit quality in “Guibao” peach [*Prunus persica* (L.) Batsch], *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 90(3), 303–310.



BÖLÜM 8

Üniversitelerin Toprak Laboratuvarlarında Kimyasal Maddelerle Çalışma Perspektifinin Değerlendirilmesi

Ahu Alev Abacı Bayar¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kırşehir, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-4467-7676

GİRİŞ

Günümüzde sadece Türkiye'nin değil diğer ülkelerinde tarım ve orman alanlarının sürdürülebilirliğini sağlayarak üretim potansiyeli ve kapasiteyi artırma sürecinde insanlara faydalı, güvenilir ve gıda temini yapılması gerekmektedir. Bu süreçte teknolojik ve ekonomik gelişmeler ile tarım ve orman sektörünün dinamik yapısı çalışanlarının iş ve çalışma koşullarını, yaşam standartlarını ve çalışma hayatını etkilemektedir. Tarımsal üretkenliğin devamlılığının sağlanması için öncelikli olarak ziraat fakültelerine, orman varlığımızın devamlılığının sağlanması için orman fakültelerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Önemi giderek artan toprak laboratuvarlarında birçok deney yapmak için çeşitli kimyasal maddelerin kullanıldığı Ziraat ve Orman Fakültelerinde yer alan araştırma laboratuvarları üzerinde durulması gereken hassas bir konuyu oluşturmaktadır. Özellikle bahsi geçen fakültelerin bölümleri, eğitim-öğretim programlarında verilen teorik bilginin yanı sıra uygulamaya yönelik çalışmalarda birçok laboratuvarlardan (kimya laboratuvarı, fizik laboratuvarı, biyoloji laboratuvarı, toprak bilimi laboratuvarı vb...), iklim odalarından, farklı amaçla kullanılan kabinlerden lisans öğrencileri, lisansüstü öğrencileri ve öğretim üyeleri faydalanmakta ve bilimsel araştırmalarını yürütmektedir. Araştırmanın ve üretimin gerçekleştirildiği laboratuvarlarda çok sayıda çeşitli kimyasal maddeler bulunmakta ve birçok makine teçhizat kullanılmaktadır (Gharibi ve ark., 2019). O yüzden laboratuvar çalışanlarının çoğu, kimyasal maddelerden kaynaklanan tehlikelere maruz kalmaktadır.

Laboratuvarlar, sanayi ve teknolojinin geliştiği alanlar gibi çalışma koşulları tehlikelerin ve risklerin en yüksek olduğu ortamları oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı, orman ve ziraat fakülteleri içerisinde bulunan toprak laboratuvarında çalışanlar (akademisyenler, öğrenciler, mühendisler, teknik personeller, temizlik personelleri) için laboratuvar ortamlarında meydana gelebilecek tehlikeler, laboratuvar kazaları ve hastalıkları, kimyasal maddelerin risk değerlendirmeleri, kimyasal maddelerle çalışırken alınması gereken kişisel önlemler, kimyasalların maruziyetinden korunmak için kullanılan ekipmanlardan bahsedilmekte ve öneriler sunulmaktadır. Toprak bilimi laboratuvarında istenmeyen olayların önlenmesine ve olumsuz bir durum meydana geldiğinde mümkün olduğunca hafifletmesine değinilmiştir. Özellikle tehlikeli kimyasal maddelerin kullanıldığı alanlarda insan sağlığının öncelik arz etmesi ve güvenli çalışma ortamı oluşturması esas alınmıştır. Laboratuvar ortamında meydana gelebilecek tehlikelerin en aza indirgenmesi ya da ortadan kaldırılması konusunda gerekli önerilerin sunulması bilincine dikkat çekmiştir.

1. Ziraat ve Orman Fakültelerinde Bulunan Toprak Bilimi Laboratuvarlarında Çalışma Riskleri

Laboratuvarlarda sürdürülebilirliğin sağlanması gerek çalışan sağlığı gerekse iş verimliliği açısından büyük bir önem arz etmektedir. 2024 yılı itibarıyla Türkiye'de bulunan 123 adet devlet üniversitenin 38'inde Ziraat Fakültesi ve 13'ünde Orman Fakültesi bulunmaktadır. Her bir Orman ve Ziraat Fakültesinde toprak bilimi laboratuvarı yer almaktadır. Bu laboratuvarlar iş sağlığı ve güvenliğinde büyük bir endişe kaynağı oluşturmaktadır. Çünkü fakültelerde bulunan araştırma ve öğrenci uygulama laboratuvarları, hem öğrencilerin teorik bilgiyi uygulamaya geçirerek becerileri öğrenmelerine hem de akademisyenlerin bilimsel çalışmalarını gerçekleştirilmesine yardımcı olan alanlardır. Bundan dolayı laboratuvarlardan sorumlu olan kişiler iş güvenliği konularında oldukça hassas ve dikkatli davranarak devamlı iş kazalarını azaltma eğiliminde olması gerekmektedir (Wu ve ark., 2007). Böylece gerek laboratuvarında çalışanların sağlığının korunması gerekse laboratuvar ortamlarında verimliliğin sürdürülmesi sağlanmaktadır.

Toprak laboratuvarında ufakık bir dikkatsiz çalışma kolayca kazaya sebep olabilir. Bundan dolayı kimyasal maddelerde çalışırken titiz olunmalı ve itina gösterilmelidir. Laboratuvar ortamında çalışanlar her an düşme, çarpma, kesilme gibi geniş ve spesifik olmayan risklerle karşılaşırken, özellikle toprak bilimi laboratuvarlarında çalışanlar için toksik, aşındırıcı ve yanıcı gibi tehlikeli kimyasal maddelerle ilişkili spesifik risklerle de karşılaşmaktadır. Gerek akademik gerekse araştırma faaliyetleri için yapılan laboratuvar çalışmaları, çalışanları çeşitli tehlikelere maruz bırakmakta ve olay riskini artırmaktadır.

Mesleki Güvenlik ve Sağlık İdaresi (OSHA) tarafından laboratuvarlarda fiziksel, radyasyon, kimyasal, biyolojik, ergonomik, psikolojik olmak üzere Tablo 1'de verilen altı kategoride potansiyel tehlike belirlenmektedir (Lestari et al., 2019).

Tablo 1. Laboratuvarlarda meydana gelen potansiyel tehlikeler (Lestari et al., 2019)

POTANSİYEL TEHLİKE					
<i>Fiziksel tehlikeler</i>	<i>Radyasyon tehlikeler</i>	<i>Kimyasal tehlikeler</i>	<i>Biyolojik tehlikeler</i>	<i>Ergonomik tehlikeler</i>	<i>Psikolojik tehlikeler</i>
-Gürültü -Yangın -Toz -Elektrik -Aydınlatma -Sıcak-soğuk	-X-ray -Ultraviyole -Kızılötesi -Mikrodalga	-Katı kimyasal maddeler -Sıvı kimyasal maddeler -Gaz -Duman -Buhar	-Enfeksiyon -Bakteri -Virüs	-Alet ve ekipman tasarımı -İş tasarımı -İş yeri -Elle yapılan taşımalar	-İş yükü -Halkla ilişkiler -Ayrımcılık -Mobing -Vardiyalı çalışma sistemi

Kimyasal madde “doğal halde bulunan, üretilen, herhangi bir işlem sırasında kullanılan veya atıklar da dâhil olmak üzere ortaya çıkan, bizzat üretilmiş olup olmadığına ve piyasaya arz olunup olunmadığına bakılmaksızın her türlü element, bileşik veya karışımları” ifade etmektedir. Laboratuvarında bulunan, kullanılan veya herhangi bir şekilde işlem gören kimyasal maddelerin etkilerinden kaynaklanan mevcut veya ortaya çıkması muhtemel risklerden çalışanların sağlığını korumak ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için asgari şartların belirlenmesi gerekmektedir. Kimyasal maddelerin üretilmesi, işlenmesi, depolanması, kullanılması, taşınması, atık ve artıkların arıtılması gibi maddelerin kullanıldığı işlemler olarak belirtilmektedir (Anonim, 2024).

2. Toprak Bilimi Laboratuvarında Bulunan Risk Faktörleri

Üniversitelerin ziraat ve orman fakülteleri bünyesinde hem arazi-saha çalışmaları hem de laboratuvar uygulamaları yapılmaktadır. Kimya, fizik, biyoloji, toprak, entomoloji, mikrobiyoloji, anatomi, silvikültür, botanik gibi alanında yeterli birçok laboratuvar bulunmaktadır. Bu alanlarda öğrenciler derslerde teorik olarak öğrendikleri bilgileri laboratuvar ortamında pratik yapma şansı bulmakta ve araştırmacılar akademik olarak çalışmalarını yapmaktadır.

Deneylerin gerçekleştirildiği toprak laboratuvarında tehlikeli birçok kimyasal madde ve alet-ekipman bulunmaktadır. Laboratuvarında çeşitli proje araştırmaları yapmak amacıyla çalışanlar çeşitli asitlere, bazlara, kanserojenlere, yangına, elektrik çarpmasına, yanıcı maddelere, solunum ve dermatolojik yollardan gelen patlayıcılara maruz kalmaktadır (4). Bundan dolayı toprak laboratuvarında yapılan analizler ve işler gereği İSG için önem oluşturmaktadır.

Özellikle toprak bilimi laboratuvarlarında gerek bitki gerekse toprak numunelerinde çeşitli fiziksel, mineralojik, kimyasal ve biyolojik analizler gerçekleştirilmektedir (Şekil 1). Bahsi geçen analizlerde birbirinden farklı birçok tehlikeli katı ya da sıvı kimyasal madde kullanılmaktadır (Şekil 2). Kullanılan maddelerin bazılarının toksik özelliği bilinirken bazılarının ise toksik özellikleri bilinmemektedir. Ayrıca toprak laboratuvarlarında depolanan ya da kullanılan tehlikeli madde sayısı, laboratuvar dışı çalışma ortamlarında kullanılanlardan çok daha fazladır.



Şekil 1. Toprak numunelerinde çeşitli fiziksel, mineralojik, kimyasal ve biyolojik analizler (Foto: Abacı Bayar)



Şekil 2. Örnek bir toprak laboratuvarında kullanılan atomik absorpsiyon spektrofotometresi, katı ve sıvı halde bulunan kimyasal maddeler(Foto: Abacı Bayar)

Laboratuvarda bulunan kimyasallar duman, toz, buhar, gaz ve sis meydana getirerek havaya yayılmakta ve soluma yoluyla da insan vücuduna alınabilmektedir. İnsanlar kimyasal maddelere yutma, soluma, cilt yoluyla emilim, göz yoluyla emilim ve hamile bir kadının plasentasından geçiş şeklinde maruz kalabilmektedir. Çünkü laboratuvarında fiilen çalışan kişi veya fiilen çalışmasa dahi kimyasal maddelere erişim mesafesinde bulunan kişi bile kimyasalların olumsuz etkilerine maruz kalabilmektedir. Bundan dolayı, kimyasal maddeye temas edilmesi ve insan vücuduna girmesi halinde alerji, toksik, kanserojen, solunum yo-

luna zarar verebilir ve doku bozulması gibi olumsuz etkiler ortaya çıkabilir. Yapılan analiz prosedürlerine göre değişmekte olan toluen, eter, dioksan, karbon disülfid gibi organik çözücüler kullanılmakta ve çalışanlar bu çözücülerin buharlarına sık sık maruz kalmaktadır. Özellikle sıvı kimyasallarla çalışırken çeker ocaklar tercih edilmeli, eldiven, önlük, koruyucu gözlük ve maskeler kullanılmalıdır. Kullanılan sıvı kimyasal maddeler iş bitiminde kimyasal madde deposunda bulunan özel kilitli dolaplarda saklanmaktadır. Ayrıca, rutin kullanılan kimyasal maddeler yine çelik kilitli dolaplarda muhafaza edilmektedir (Yılmaz ve Bilici, 2020).

Laboratuvarlara bakım ve temizlik için giren servis personelleri de potansiyel olarak laboratuvarda çalışan personel gibi tehlikeli kimyasal maddelere maruz kalmaktadır. Çeker ocak, makine teçhizat bakımı ve onarımı, servis personeli için önemli maruziyet kaynaklarıdır (Demet ve Cromer, 1993).

Kullanılan laboratuvar malzemelerinin kırık veya çatlak olmasından dolayı delinme yaraları, kesikler ve enfeksiyonlar ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, laboratuvarda kullanılan her bir bileşiğin malzeme güvenlik formları bir dosya halinde laboratuvarda kolay ulaşılabilir halde bulundurulmaktadır. Personel kimyasal maddelerle çalışmadan önce bu formları incelemekte ve burada yazan talimata göre önlemlerini almaktadır.

Laboratuvarlarda birçok kimyasal maddeler, çeşitli malzemeler, aletler kullanılmakta ve kimyasal, fiziksel ve biyolojik tehlikeler bulunmaktadır. Bundan dolayı, laboratuvarlar hem iş güvenliği hem de iş sağlığı bakımından tehlikeli ve riskli ortamlar olarak değerlendirilmektedir. Bu ortamlarda çalışanların karşılaşılabilecekleri riskler ya minimum seviyeye indirilmesi ya da tamamen bertaraf edilmesi gerekmektedir (Yeşiltepe ve Karadağ, 2019).

Bundan dolayı çalışırken insan sağlığının korunması ile birlikte sürdürülebilir olması için laboratuvarda dikkat edilmesi gereken kuralları koymak, konulan kuralları uygulamak ve olası tehlikelere karşı hijyen olarak da önlem almak zorunludur. Çünkü, laboratuvarlarda hijyen, güvenilirlik, süreklilik, dikkat, iş gücü ve kurallara uyma gibi faktörler ön sırada yer almaktadır. Özellikle laboratuvarlarda insan güvenliğini tehlikeye atan kazaları en aza indirmek, yapılan çalışmaları belirli bir düzene oturtmak, oluşabilecek kazalarda yapılması gerekenleri belirlemek ve çalışanları bu konularda bilinçlendirmek gerekmektedir.

Özellikle Ziraat ve Orman Fakülteleri Toprak Laboratuvarlarında gerçekleştirilen çalışmalarda çalışan kişi gerek fiziksel, gerek kimyasal, gerekse ergonomik risk ve tehlikelerle karşı karşıya kalabilmektedir. Güvenliği sağlamak için öncelikle doğru alışkanlıklara sahip olunmalı ve yapılan iş hakkında donanımlı olun-

malıdır. Laboratuvarda karşılaşılabilecek tehlikeleri mümkün olduğunca en aza indirgeyebilmeli, süreci güvenlik kurallarına uyarak kontrol edebilmeli ve oluşabilecek tüm kazalara karşı hazırlıklı olunmalıdır.

2.1. Kimyasal risk faktörleri

Kimyasal maddelerin yoğun olarak bulunduğu ve yapılan toprak analizlerinin tehlikeli kimyasal maddelerle yapıldığı göz önünde bulundurulduğunda laboratuvar ortamında çalışanlar çeşitli kimyasal maddelerin oluşturduğu olumsuz etkilere maruz kalmaktadır. Kullanılan kimyasal maddeler deri, solunum ve sindirim yoluyla insan vücuduna girmektedir. Kimyasal maddelerin farklı ve çeşitli olması çalışanlar üzerinde zehirlenme, tahriş, kanser gibi olumsuz etkileri oluşturmaktadır. Bundan dolayı kullanılan kimyasal maddelerin insan vücuduna temas etmesine özen gösterilmeli, aksi durumda çeşitli risk faktörlerinin oluşacağı unutulmamalıdır. Katı ve sıvı kimyasal maddelerin bir arada kullanılması, insan vücuduna yapacağı tahribatlar ve toksik etki önem arz etmektedir. Mesela, atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanımında gerekli olan asetilen tüpün olması, ortamda oluşan koku ve kimyasal maddelerin cilde temas şekli ne olursa olsun risk düzeyi belirlenmelidir.

2.1.1. Toprak laboratuvarında kimyasal maddeler kullanılarak yapılan çalışmalarda alınması gereken tedbirler

- İş akışı ve düzenleme çalışma yerine uygun yapılmalıdır.
- Az sayıda kişi ile kimyasal madde çalışmaları yapılmalıdır.
- Maruz kalınan kimyasal madde miktarı ve süresi en az düzeyde olmalıdır.
- Kimyasal madde miktarı en az düzeyde kullanılmalıdır.
- Çalışma yapılan laboratuvar ortamı temiz ve düzenli olmalıdır.
- Kişisel temizlikleri için uygun ve yeterli şartlar sağlanmalıdır.
- Kimyasal maddelerin, atık ve artıklarının işyerinde en uygun şekilde kullanılması, taşınması, işlenmesi ve depolanması için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.
- Alınan tedbirlerin sürekliliğini ve etkinliğini sağlamak üzere yeterli denetim, kontrol ve gözetim sağlanmalıdır. Özellikle deneyi yapan öğrencinin ya da öğrencilerin tecrübeli ve uzman eğitimciler tarafından izlenmesi gerekmektedir.

- İkame yöntemi uygulanabilmelidir. Yani, tehlikeli kimyasal madde yerine, çalışanların sağlık ve güvenliği yönünden tehlike oranı daha az ya da tehlikesiz olan kimyasal madde kullanılmalıdır.
- Fakat ikame yöntemi toprak çalışmalarında yapılan analizler için uygulanamamaktadır. Çünkü toprak analiz prosedürü gereği opsiyonlu kimyasal madde kullanılamamaktadır. Bundan dolayı yapılan çalışmada tehlikeli kimyasal maddelerin yerine başka kimyasal madde kullanılamıyorsa, risk değerlendirmesi sonucuna göre bazı önlemler alarak riskler azaltılmalıdır. Bu tedbirlerden bazıları; laboratuvar çalışanlarının güvenliğini ve sağlığını tehdit eden kimyasal maddeler uygun alet, ekipman ve makine ile kullanılmalıdır. Diğer, uygun ve planlı çalışmanın yapılması, yeterli havalandırmanın kurulması ve kişisel korunma yöntemlerinin alınması ile mümkün olmaktadır.

2.1.2. Toprak laboratuvarında kimyasal maddelerin temini ve kullanımı

Laboratuvar ortamlarında en çok yaralanma ve kazalara sebep veren riskler, kimyasal maddelerin oluşturduğu tehlike ve riskler olarak bilinmektedir. Bu maddelerin depolanması, kullanılması ve taşınması gibi birçok etken çalışan güvenliği ve sağlığı açısından kontrol altında tutulması gerekmektedir. Kullanılan kimyasalların insana ve doğaya olan toksik etkilerinin bilinmesinin yanı sıra yapısal özelliklerinin bilinmesi de oldukça önemlidir (Çoban, 2019).

Tehlikeli kimyasal madde kullanılacağı zaman ne gibi tehlike oluşturuyor bilinmeli ve laboratuvarında çalışmadan önce riskleri kontrol altına almaya yönelik yöntemler tespit edilmelidir.

- Kullanılacak kimyasal maddeye ait ‘risk’ ve ‘güvenlik’ ibareleri tehlikeli kimyasal madde satıcılarından ‘tehlikeli madde etiketleri’ temin edilmeli ve tehlikeli maddenin güvenlik bilgi formundan belirlenmelidir.
- Laboratuvarında bulunan tüm kimyasal maddelerin malzeme güvenlik bilgi formu bulundurulmalıdır.
- Kimyasal maddelerin bulunduğu tüm kaplarda kimyasal maddenin ismini, son kullanma tarihini ve tehlike sınıfını içeren bilgiler yazılmalıdır.
- Kimyasal maddeler alfabetik sıraya doğru etiketlenmiş olmalı ve açılma tarihleri kaydedilmelidir.

- Kimyasal maddenin kabını açmadan önce üzerinde bulunan etiket okunmalıdır.
- Yapılacak analiz için gereken kimyasal madde olup olmadığı kontrol edilmeli, doğruluğundan emin olunmalıdır.
- Kimyasal maddeler arasında şiddetli reaksiyonlar olup uygun koruyucu giysi ve ekipman kullanılmalıdır.
- Kimyasal madde şişesi ya da kabı, iyi havalandırılmış bir çeker ocak içerisinde dikkatlice açılmalıdır. Kullandıktan sonra kimyasal madde kabının kapağı sıkıca kapatılmalıdır.
- Kimyasal maddenin tipine ve tehlike sınıfına göre depolanma alanları ve dolaplar belirlenmelidir. Örneğin; asit gibi sıvı haldeki kimyasal maddeler, saklama onayı alınmış kilitli metal dolaplar içerisinde muhafaza edilmelidir.
- Katı ve sıvı kimyasal maddeler birbirinden ayrı depolanarak sızma veya dökülme gibi durumlarda tehlike en aza indirgenmiş olmalıdır.
- Sıvı kimyasal maddelerin bulunduğu kapların kırılmaları ve sızmaları göz önüne alarak dökülme tepsileri kullanılmalıdır.
- Kimyasal maddeler serin, kuru, güneş ışığından uzak ve havalandırmanın iyi olduğu alanlarda depolanmalıdır.
- Toksik maddeler tehlike sınıflarından ayrılmalı, ısıdan ve ışıktan uzak olacak şekilde soğuk ve havalandırmanın iyi olduğu ortamda muhafaza edilmelidir.
- Kimyasal maddeleri gruplandırırken pH değerleri bilinmeli, bazlar ve asitler bir arada depolanmamalıdır.
- Nitrik, perklorik, kromik ve sülfürik asit gibi asidik özellikleri yanında güçlü oksitleyici olan kimyasal maddelerin organik asitlerden uzakta depolanmasına dikkat edilmelidir (Günde ve ark., 2019).

2.1.3 Toprak laboratuvarında uygulanması gereken önemli güvenlik kuralları

Ziraat ve orman fakültesi toprak laboratuvarlarında, araştırmacının uzmanlık alanları gereği patlayıcı, zehirli ve yanıcı kimyevi maddelerle kimyasal analizler, fiziksel analizler, biyolojik ve minerolojik gibi toprak özelliğini ortaya çıkaran araştırmalar yürütülmektedir. Bu nedenle, analizlerin ve çalışmaların yapıldığı

laboratuvarlarda özel önlemler alınmakta ve çalışan personel gerekli eğitimlerden geçirilmektedir.

Laboratuvarda çalışırken aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

- Laboratuvarda asla tek başına çalışılmamalı, arkadaş sistemi kullanılmalıdır.
- Laboratuvar çalışanlarına çeşitli eğitimler verilmeli ve bilgilendirilmelidir (Ünaldı, 2017).
- Kimyasal maddeler insan vücuduna deri, sindirim ve solunum yolu ile girebilir, bunun için dikkatli ve titiz çalışmanın önemi bilinmelidir (Girice, 2018).
- Laboratuvarda bulunan her kimyasal maddenin malzeme güvenlik bilgi formu bulunmalı ve bu forma göre sağlık ve güvenlik önlemleri alınmalıdır (Yakut, 2019).
- Laboratuvarda kullanılan malzemeler hijyenik ve sağlam olmalıdır (Ünaldı, 2017).
- Laboratuvar ortamlarında çalışırken, çalışma şartlarına uygun bir düzenleme yapılmalıdır.
- Yazılı protokollerden sapmamalı veya test edilmemiş prosedürler gerçekleştirilmemelidir.
- Acil durum prosedürleri ve tahliye planları bilinmeli, hazır olan planlar görünür yerlere asılmalıdır.
- Çalışanın kimyasal maddelere olan maruziyetinin en az sürede ve düzeyde olması sağlanmalıdır.
- Laboratuvarlar kapıları ve pencereleri dışarıya açılacak şekilde olup pencerelerin demir parmaksız olmasına ve kapıların yanmaz malzemedi yapılmasına özen gösterilmelidir.
- Laboratuvarlarda yangınların meydana gelme olasılığına karşılık yeterli sayıda yangın söndürme cihazları bulundurulmalıdır.
- Laboratuvarda her türlü risklere ve tehlikelere karşı tüm elektrik tesisatları topraklanmalıdır.

- Laboratuvarda kullanılan tüm kimyasal maddeler özelliklerine göre sınıflandırılıp depo edilmeli, yeterli havalandırma sistemleri kurulmalıdır.
- Kimyasal maddelerle uğraşan çalışanların gözlerine kimyasal maddelerin kaçması durumunda her laboratuvarda ayrı ayrı göz yıkama duşları olmalı ve aktif kullanılabilir halde bulundurulmalıdır.
- Havada asılı bulunan kimyasal madde partiküllerinin laboratuvar ortamlarında oluşturdukları toz risklerine karşı düzenli olarak toz ölçümleri yapılmalıdır.
- Kimyasal maddelerin çok olması nedeniyle laboratuvar ortamlarında her hangi bir yeme ve içme faaliyetleri yapılmamalıdır.
- Laboratuvarda çalışanlarına tehlikeli kimyasal maddelerde bulunan tehlike uyarı işaretleri hakkında bilgi verilmelidir.
- Herhangi bir kimyasal madde dökülmesi, kırılması, kazası ya da yaralanması belgelendirilmelidir.
- Kimyasal maddeler sudan uzak tutulmalıdır (Girice, 2018).
- Laboratuvarda çalışırken bazen ağız ile pipet aracılığıyla sıvı çekilmeye teşebbüs edilebiliyor ama bu durum sakıncalıdır ve kesinlikle yapılmamalıdır.
- Hiç bir kimyasal maddenin tadına bakılmamalı ve koklanmamalıdır.
- Alev yakarken çevrede yanıcı çözücüler olmadığından emin olunmalıdır.
- Kullanılmadığında ısıtma aparatları ve su muslukları kapatılmalıdır.
- Laboratuvardan ofis alanına herhangi bir kimyasal madde ya da alet-ekipman taşınmamalıdır.
- Laboratuvar zemini kuru olmalı, çalışmayı engellememelidir.

2.1.4. Laboratuvarda çalışırken koruyucu ekipman ve donanımların kullanılması

Özellikle kimyasal analizlerin yoğun olarak yapıldığı toprak laboratuvarında insan sağlığına zararlı etkisi olan tehlikeli kimyasal maddeler bulunmaktadır. Tehlikeyi en aza indirmeye ancak güvenlik kültürünü benimsemek ve aşağıda belirtilen güvenlik tedbirlerine dikkat etmekten geçmektedir.

- Kişiler tarafından giyilmek üzere tasarlanmış uzun beyaz önlükler sağlık ve güvenlik tehlikesine karşı korunmak için kullanılmalıdır.
- Laboratuvar çalışması süresince uzun kollu laboratuvar önlüğü tercih edilmeli, önlüğün önü ilikli olmalı, laboratuvara girerken önlük giyilmeli ve laboratuvardan çıkarken önlük çıkarılmalıdır.
- Laboratuvarda kimyasal maddelerin cilde temasından kaçınılmalı ve eldiven kullanımına özen gösterilmelidir.
- Tehlikeli maddeleri işlerken tek kullanımlık eldivenler kullanılmalı, gerekirse gözlük takılmalıdır.
- Sıcak cam eşyaları tutarken ısıya dayanıklı eldivenler kullanılmalıdır.
- Çalışma esnasında saçlar uzun ise muhakkak toplanmalıdır.
- Laboratuvara masalarının üzerine oturulmamalıdır.
- Laboratuvara ziyaretçi kabul edilmemelidir.
- Çalışma masalarının üzerinde gereksiz eşya bulundurulmamalıdır.
- Çalışma esnasında eller ağza, burna, yüze veya göze sürülmemelidir.
- Çalışırken ayağı tamamen kapatan rahat ayakkabı giyilmeli, kimyasal maddelerin yere dökülmesi ihtimaline karşı açık ayakkabı tercih edilmemelidir.
- Laboratuvara yiyecek, içecek getirilmemeli ve her türlü gıda malzemesi bulundurulmamalı, sigara içilmemelidir.
- Laboratuvarda havalandırma sistemi çok iyi olmalıdır.
- Yoğunlaşan kimyasal maddeleri analizler için kullanırken çeker ocak sistemlerinden faydalanılmalıdır.
- Göğsü tamamen kapatan kıyafetler ve bacakları tamamen kapatan pantolonlar giyilmelidir.

2.2. Fiziksel risk faktörleri

Toprak laboratuvarında fiziksel tehlikelerle ilgili araç ve teçhizat fazla olmasından dolayı çeşitli kazalar meydana gelmektedir. Gürültü, titreşim, toz, havalandırma gibi faktörler fiziksel risk etmenlerini oluşturmaktadır. Örneğin; gürültü kaynağı olarak çeker ocağın çalışması, santrifüj, mikser, bitki öğütme değirmeni, otoklav, vorteks gibi mekanik araçlar olarak sıralanabilir. Bahsi geçen mekanik

cihazlar birlikte çalıştırıldıklarında laboratuvar ortamlarında ciddi gürültüye sebep olurken tek başlarına çalıştırıldıklarında yüksek düzeyde gürültü oluşturmayabilirler. Ses düzeyi, 85 dB(A)'de insanı rahatsız etmeye başlayıp, 120 dB(A) gürültü şiddetindeki sesler duyma problemlerine yol açabilmektedir (Yılmaz ve Bilici, 2020). Laboratuvar ortamlarında çalışılırken düşük bir gürültü seviyesinde bir ortam oluşturulmasına dikkat edilmelidir.

Titreşim kaynağı olarak çalkalayıcı aletin çalışması, mikser ve vorteks gibi aletlerin kullanımı sırasında oluşan vibrasyon nedeniyle çalışanların el-kol ve tüm vücut bölgeleri titreşime maruz kalmakta ve ciddi rahatsızlıklara neden olabilmektedir.

Toprakların analize hazırlanması için dövme ve eleme işlemlerinde etrafın aşırı derecede toz olması, kesici ve delici aletlerin kullanılması, cam sarf malzemelerin bulunması ve hatta kırık olması önemli fiziksel etmenleri arasında yer almaktadır. Çaplarının 1 µm'den büyük olan katı parçacıklar havada asılı olarak bulunması tozları meydana getirmektedir. Bu tozlar, insan vücuduna solunumla ağız ve burun yoluyla akciğerlere geçmektedir. Toz parçacıkları insanda öksürüğe, solunum yolu problemlerine ve ciddi rahatsızlıklara sebebiyet vermektedir. Bitki öğütme makinesinin ya da değirmenin kullanımı sırasında ortama küçük partiküllü tozlar yayılmaktadır. Bunun için maskeler kullanılmalıdır. Cam malzemelerin kırılması insan vücudunda derin kesik ve yaralanmalara neden olmaktadır.

Toprak laboratuvarında yapılan analizlerin yoğunluğu kimyasal maddelerle olduğu için bu laboratuvarında çalışanlar kimyasal maddelere maruz kalmakta ve bundan dolayı laboratuvar ortamının havalandırma sisteminin iş sağlığı güvenliği kurallarına uygun olarak tasarlanması gerekmektedir (Yakut, 2019). Kimyasal maddelerin sıçramasıyla ya da dökülmesiyle göz ve diğer organlara zararı olmaktadır.

2.3. Ergonomik risk faktörleri

Toprak laboratuvarında çoğu toprak analiz sürelerinin uzun zaman alması ve kişinin ayakta uzun süre çalışmak zorunda olması en büyük risk etmenini oluşturmaktadır. Yanlış oturma hatta hiç oturmama, analiz sırasında tekrarlanan aynı hareketlerin olması sağlık açısından risk unsuru oluşturmaktadır. Aktif deneylerin sürekli izlenmesi ve takip edilmesi gerekmektedir. Çünkü, tepkimelerin anlık, kaynamanın fazla, buharlaşmanın, ısınmanın, soğumanın fazla olması gibi durumlarda kimyasal maddenin özelliğine göre aşırı tepki verebileceğinden her an müdahaleye hazır olarak bulunmak gerekmektedir.

Analize hazırlanması gereken toprak örneklerinin sayıca ve miktarca fazla olmasının yanı sıra araziden toprak laboratuvarına taşınması ergonomik risk faktörünü oluşturmaktadır. Bu sebeple çalışma koşullarının ergonomiye uygun olmasından dolayı sağlık ve güvenlik üzerine ciddi sorunlar oluşmakta ve önemli derecede kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını meydana gelmektedir.

Laboratuvar ortamında ergonomik olarak en fazla risk teşkil eden bölgeler, parmaklar, el bileği, kol, bel, boyun, sırt, omuzlar ve dirseklerdir (Aktürk, 2019). Bundan dolayı laboratuvar ortamının sağlık şartlarına mümkün olduğunca uygun şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Vücut duruşunu ve statik kas çalışmasını kesintiye uğratmak için sık sık mola verilmelidir. Uzun süre ayakta dururken, eklem gerginliğini ve kas yorgunluğunu azaltmak için ayak desteklenmelidir.

3. Toprak Analiz Yöntemlerinde Kullanılan Bazı Kimyasal Maddelerin Özellikleri

Laboratuvar faaliyetleri gerçekleştiren kurum ve kuruluşlar insan sağlığının korunması ile birlikte sürdürülebilmesi için laboratuvarında dikkat edilmesi gereken kuralları koyarak çeşitli önlemler almalıdır. Laboratuvar güvenliği için belirlenen kuralları uygulamak yasal bir zorunluluk haline gelmelidir. Bundan dolayı laboratuvar güvenliği uygulamalarının etkin olarak sağlanması gerekmektedir.

Toprak analizlerinin yapımında kullanılan bazı kimyasal maddeler tehlikeli ve sağlığa çok zararı olmaktadır. Toprağın kireç (CaCO_3) içeriğini belirlemede kullanılan hidroklorik asit (HCl) tehlikeli sıvı kimyasal maddedir. Arazide toprak örneği alırken ya da laboratuvarında CaCO_3 tayini yaparken kaza ile cilde temas etmemesine özen gösterilmelidir.

Toprağın organik maddesinin belirlenmesinde ise sülfürik asit, potasyum dikromat, demir sülfat, baryum difenilamin sülfanat gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Yine toprağın fosfor elementi tayininde sülfürik asit, Askorbik asit, amonyum molibdat ve antimony potasyum tartarattan oluşan tehlikeli kimyasal maddeler bulunmaktadır. Bezner şekilde toprağın demir, bakır, çinko, mangan gibi mikro element (Fe, Cu, Zn, Mn) element tayininde trietilenamin (TEA) ve dietilen triamin penta asetik asit (DTPA) gibi tehlike arz eden maddeler kullanılmaktadır.

SONUÇ

Üniversitelerin Ziraat ve Orman Fakültelerinde bulunan birçok laboratuvar öğrenciler ya da çalışanlar tarafından araştırma-geliştirme faaliyetlerinde ve eğitim-öğretim işleri kapsamında aktif olarak kullanılmaktadır. Toprak Bilimi ala-

nında çalışılan laboratuvarlar çeşitli riskleri bünyesinde barındıran ortamlar olmakla birlikte tehlikeli kimyasal maddelerin çok olduğu birimlerdir. Bundan dolayı, laboratuvarlarda çalışma yapacak kişilere bilinmesi ve dikkat edilmesi gereken tüm eğitimlerin verilmesi gerekmektedir. Sürekli risk değerlendirmeleri yapılmalı ve değerlendirme sonuçlarına göre tedbirler alınmalıdır. Laboratuvarlardan sorumlu kişiler belirlenerek hem sorumluların hem de çalışanların laboratuvarlarda kullanılan cam malzemeler, sarf malzemeler, kimyasal maddeler, alet-ekipman, cihaz kullanımı, güvenlik, atık bertarafı hakkında bilgi sahibi olması sağlanmalıdır. Kısacası, Toprak Bilimi laboratuvarında kullanılan tüm kimyasal maddeler çalışan sağlığı açısından çok ciddi tehlikeler oluşturabilmektedir. Çünkü laboratuvarlarda, asitlerin ve bazların kullanıldığı reaksiyonlarda ortama yayılabilecek toz ve buharların çalışanlar tarafından solunması vücutta ciddi zararlara yol açmaktadır. Laboratuvara temizlik için giren personelde dahil olmak üzere öğrenci, akademisyen ya da diğer çalışanların laboratuvar güvenlik talimatı ve kullanımı ilgili tüm bilgilere hakim olması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aktürk, S., 2019. Fiziksel risk etmenlerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi ve uygulamaya ilişkin bir örnek. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Anonim, 2024. Resmi Gazete. Kimyasal maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik. Sayı: 32345.
- Çoban, B., 2019. Tekstilde kullanılan çeşitli kimyasalların ve boyarmaddelerin iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Dement, JM., Cromer, JR., 1993. "Cancer and reproductive risks among chemists and laboratory workers: A review". Applied Occupational and Environmental Hygiene; 7 (2): 120-126.
- Gharibi, V., Barkhordari, A., Jahangiri, M., Eyvazlou, M., Dehghani, F., 2019. "Semi-quantitative risk assessment of occupational exposure to hazardous chemicals in health center laboratories (Case Study)". Shiraz E-Medical Journal, DOI:10.5812/semj.86764.
- Girice, G., 2018. Kamu binalarındaki laboratuvarlarda iş sağlığı ve güvenliğine genel bir bakış: Bir devlet üniversitesi örneği. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Günde Güneş, E., Özçelik, F., Noyan Üzdürmez, H., Başpınar, S., Uzun, S., 2019. Laboratuvar güvenliği el kitabı. ISBN: 978-975-590-704-8 Sağlık Bakanlığı, Yayın No:1114
- Lestari, F., Bowolaksono, A., Yuniutami, S., Wulandari, TR., Andani, S., 2019. "Evaluation of the implementation of occupational health, safety, and environment management systems in higher education laboratories". Journal of Chemical Health and Safety, 26 (4-5): 14-19.
- Ünalı, S., 2017. Hastanelerde iş sağlığı ve güvenliği. İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Wu, TC., Liu, CW., Lu, MC., 2007. "Safety climate in university and college laboratories: Impact of organizational and individual factors". Journal of Safety Research. 38 (1): 91-102.
- Yakut, M., 2019. Moleküler biyoloji ve genetik laboratuvarlarının iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi, örnek hücre kültür laboratuvar çalışması. İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Yeşiltepe, A., Karadağ, G., 2019. "Meslek hastalığının boyutları ve meslek hastalıklarından korunmada iş sağlığı hemşiresinin rolleri". Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi; 2019. 12 (4): 294-302.
- Yılmaz, Ş., Bilici, M., 2020. Üniversitelerin mühendislik fakülteleri bünyesinde bulunan laboratuvarlarda iş sağlığı ve güvenliği. OHS ACADEMY İş sağlığı ve güvenliği akademisi dergisi, 3(2), 30.08.2020 ISSN: 2630-578X <https://doi.org/10.38213/ohsacademy.745723>



BÖLÜM 9

Akkaraman Koyununda DGAT1 Gen Polimorfizmi

Koray Kırıkçı¹

¹ Doç. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kırşehir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-8087-141X

Giriş

Türkiye hayvan yetiştiriciliğinde koyunun önemli bir yeri bulunmaktadır. TÜİK verilerine göre ülkemizde 59 milyon küçükbaş hayvan bulunmakta olup bunun yaklaşık 39 milyonunu yerli ırk koyunlar oluşturmaktadır (TÜİK, 2024). Bu özelliği ile ülkemiz gerek sahip olduğu koyun miktarı gerekse ırk sayısı bakımından dünyanın önde gelen ülkelerinden biri durumuna gelmiştir. Kaydedilen bu ilerlemede kuşkusuz devlet politikaları ve tescil çalışmalarının rolü büyüktür. Ancak son yıllarda gündemde sıkça söz edilen küresel iklim değişikliği, otlak alanların giderek azalması, artan yem maliyetleri ve gelecekte öngörülen insan nüfusundaki artışlar hayvan başına elde edilecek verim artışını zorunlu kılacaktır. OECD raporuna göre 2029 yılı için kişi başı tüketilen koyun eti miktarının 4.2 kg'a ulaşması beklenmektedir (OECD, 2021). Bu talebin karşılanmasında ise uygulamaya aktarılabilir genetik ıslah stratejilerinin geliştirilmesi faydalı olacaktır. Bu nedenle yerli koyun ırklarımızın et üretim miktarı ile ilişkili genler bakımından genetik yapılarının ortaya konması önemlidir.

Genom boyu ilişkilendirme yöntemi çiftlik hayvanlarında ekonomik değer taşıyan özellikler ile ilişkili gen polimorfizmlerinin belirlenmesinde etkin bir strateji olarak kullanılmaktadır (Sun ve ark., 2022). Son yıllarda, artan genom boyu ilişki çalışmaları sayesinde tespit edilen genetik varyasyon miktarında önemli artışlar sağlanmıştır (Deng ve ark., 2017). Diaçilgliserol Açıl Transferaz-1 (DGAT1) geni çiftlik hayvanlarında lipid metabolizmasıyla ilgili en sık araştırılan genlerden biridir (Dai ve ark., 2022). Koyun 9. kromozom üzerinde bulunan DGAT1 geni, bağırsaklarda yağ emilimi, enerji metabolizması ile memelilerde oosit ve süt üretimi gibi birçok biyolojik süreçte önemli rol oynamaktadır (Cases ve ark., 1998).

Son yıllarda Türkiye yerli koyun ırklarında bazı verim özellikleri ile genler arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalara olan ilgi artmıştır (Bayraktar ve Shoshin, 2022; Kırıkçı, 2023; Tanış, 2023; Yiğit ve ark., 2023; Acı ve ark., 2024). Ancak, DGAT1 gen polimorfizmi ve özellikle Türkiye yerli koyun ırklarında et verim ve özellikleri üzerindeki etkisini araştıran çalışmalar oldukça azdır. Bu çalışmada, Akkaraman koyun ırkının DGAT1 geni bakımından genetik yapısı PCR-RFLP yöntemi ile ortaya konmuş ve elde edilen bulgular paylaşılmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada Yozgat ili Halk Elinde Ülkesel Küçükbaş Hayvan Islah Projeleri (TAGEM/66 AKK2011-01 ve AKK2012-02) kapsamında yetiştirilen 45 baş dışı Akkaraman koyunundan alınan kan örnekleri kullanılmıştır. DNA izolasyon işlemi, tüm kandan ticari izolasyon kiti kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen

DNA'ların miktar ve kalitesi Nanadrop ile belirlendikten sonra PCR işlemine geçilmiştir.

DGAT1 geni 309 baz çifti uzunluğundaki bölgesi İleri: 5'-GCAT-GTTCCGCCCTCTGG-3' ve Geri: 5'- GGA GTC CAA CAC CCC TGA-3' primerler ile Tablo 1'de verilen PCR koşulları uygulanarak çoğaltılmıştır. PCR reaksiyon bileşenleri ise son hacim 25 µl olacak şekilde PCR miks (Taq DNA Polymerase 2x Master Mix RED) kullanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 1. DGAT1 geni PCR reaksiyon bileşenleri ile döngü koşulları

PCR bileşenleri	PCR döngü koşulları
13 µl Master mix	95 °C 5dk
1 µl Primer F	95 °C 5dk
1 µl Primer R	60 °C 30 sn
2 µl DNA	72 °C 30 sn
8 µl dH ₂ O	72 °C 30 sn

PCR analizi sonrasında hayvanların DGAT1 geni bakımından sahip oldukları genetik yapının ortaya konması amacıyla pcr ürünleri *AluI* restriksiyon enzimi ile kesim işlemine tabi tutulmuştur. Kesim işlemi, 10 µl pcr ürünü, 1 µl 10X Buffer, 4.6 µl ddH₂O ve 1-2 U restriksiyon enzimi içeren karışımın 1 saat 36 °C'de inkübe edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. DGAT1 geni bakımından hayvanların genotipi, safe green dye ile hazırlanan %2'lik agaroz jel elektroforezde kesim ürünlerinin yürütülmesi ve sonrasında UV Transilluminatör ile görüntülenmesi ile belirlenmiştir. DGAT1 geni allel ve genotip frekansları ile popülasyonun Hardy–Weinberg dengesinde olup olmadığı PopGen32 yazılımı (Yeh ve ark., 1997) ile belirlenmiştir.

Sonuç ve Tartışma

PCR-RFLP analiz ürünlerinin agaroz jel elektroforez işlemi sonrası yapılan görüntüleme neticesinde Akkaraman koyununda DGAT1 geni bakımından iki allel (C ve T) ve iki genotip (CC ve CT) belirlenmiştir. Şekil 1'de görüldüğü üzere PCR-RFLP analizi sonucunda heterozigot "CT" genotipli bireylerin 309 ve 272 baz çiftlik (bp) iki fragment ile ayrım gösterdiği homozigot "CC" genotipli bireylerin ise 309 bp'lik tek bir fragment ile ayrıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 1. DGAT1 geni PCR-RFLP jel görüntüsü

Jel görüntülerine dayalı olarak yapılan genotiplendirme sonucunda Akkaraman koyununda DGAT1 geni için hesaplanan allel ve genotip frekansları ile popülasyonu tanımlayan bazı parametreler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. DGAT1 geni allel ve genotip frekans değerleri

Allel Frekansı		Genotip Frekansı			Ho	He	Ne	PIC
C	T	CC	CT	TT				
0.80	0.20	0.60	0.40	0.00	0.68	0.32	1.471	0.278

Tablo 2’ye göre en yüksek frekansa sahip allel ve genotipler sırasıyla “C” ve “CC” olduğu belirlenmiştir. Benzer bulgular Akkaraman koyun ırkında yapılan başka bir çalışmada da elde edilmiştir (Tanış, 2023). Mevcut çalışmada “TT” genotipli herhangi bir bireye rastlanılmamıştır. Akkaraman koyun ırkında yapılan diğer bir çalışmada da benzer bulgular elde edilmiştir (Bayram ve ark., 2019). Diğer yandan Sakız, İmroz, İvesi, Orta Anadolu Merinosu ve Pırlak koyunlarında ise “TT” genotipli bireyler rapor edilmiştir (Cerit ve Demir, 2016; Bayraktar ve Shoshin, 2022; Bayrak, 2023). Araştırmalar arasındaki farklılıklarda, ırk, örnek sayısı ve örnekleme yönteminin etkili olduğu düşünülmektedir. DGAT1 geni bakımından çalışılan Akkaraman koyun popülasyonunun Hardy-Weinberg dengesinde olduğu görülmüştür ($P>0.05$). DGAT1 genin büyükbaş ve küçükbaş hayvanlarda süt ve et üretim özellikleri üzerinde önemli ilişkilerinin olduğu bildirilmektedir (Khan ve ark., 2021). Mısır Zaraibi keçi ırkında yapılan araştırmada DGAT1 geni bakımından “CC” genotipli bireylerin “TC” genotipli olanlara mukayese edildiğinde daha fazla süt kuru madde içeriğine sahip olduğu rapor edilmiştir (Eid ve ark., 2020). Mısır Barki koyunlarında yapılan bir çalışmada ise “TT” genotipli bireylerin (29.56 ± 1.45) “CT” genotipli olanlardan daha fazla ortalama süt verimine sahip olduğu (26.25 ± 2.39) bildirilmiştir (Abousoliman ve

ark., 2023). DGAT1 geni ile süt verim ve bileşenleri üzerindeki etkilerini inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunun başlıca sebeplerinden birisi genin yağ metabolizması ve triaçilgliserol sentezindeki önemli rolüdür (Khan ve ark., 2021). Ancak son yıllarda DGAT1 geni hayvansal et üretiminde de ilgi odağı olmuştur. Morkaraman ve Tushin koyun ırklarında yapılan bir çalışmada DGAT1 gen polimorfizmin sütten kesim canlı ağırlığı, sütten kesim yaşı, çoklu doğum ve günlük canlı ağırlık artışı üzerine önemli etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Kopuzlu ve ark., 2024). İvesi koyunda yapılan bir çalışmada ise DGAT1 geni ile kuyruk uzunluğu arasında önemli bir ilişki bulunmuştur (Mervan ve Shoshin, 2021). Kazak Edilbay ırkında yapılan bir diğer çalışmada ise “CC” genotipli kuzuların 60. gün canlı ağırlıklarının (33,668 kg) “CT” genotipli (32,444 kg) olanlardan daha yüksek olduğu bulunmuştur (Mukanova ve ark., 2024). Yeni Zelanda Southdown koyun ırkında DGAT1 geni B₁ varyantın bel et verimi ile ilişkisi olduğu ortaya konmuştur (Dai ve ark., 2022).

Gelecekte öngörülen dünya nüfusundaki artışa karşın kentselleşme ve çayır-mera alanlarının azalması birim hayvandan elde edilen verim artışını zorunlu kılacaktır. Bu nedenle ekonomik değer taşıyan verim özelliklerinin iyileştirilmesinde başvurulacak genetik ıslah stratejilerinin geliştirilmesi için kapsamlı çalışmalar ile hayvanlara ait genomik bilgilerin elde edilmesi gerekmektedir. Koyunlarda büyüme ve et üretim özellikleriyle ilgili genlerin ve bunlar üzerindeki varyasyonların belirlenerek ilişkilerinin ortaya konması markör destekli seleksiyon çalışmalarının uygulamaya aktarılmasında önemli aşamadır. Dünyada genetik seleksiyon yardımıyla üretim performansının artırılması çoğu hayvan yetiştirme programları için temel hedeftir (Meredith ve ark., 2012; Narayana ve ark., 2017; Heimes ve ark., 2019).

Akkaraman koyun ırkında genetik çeşitlilik ve bazı verim özellikleri ile ilişkili genlerin genetik yapısını inceleyen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Kavuzkoz ve Kırıkçı, 2023; Kırıkçı, 2023; Yiğit ve ark., 2023; Demir, 2024). Türkiye’de küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde ekonomik değer taşıyan verim özellikleri ile ilişkili genlerin genetik yapısını araştıran çalışmaların yansısı gen polimorfizmleri ile fenotipik özellikler arasındaki ilişkileri belirleyen kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut çalışmada, incelenen Akkaraman koyun sürüsünün DGAT1 geni bakımından bir polimorfizme sahip olduğu ortaya konmuştur. Ancak, bu ırkta ilgili genin büyüme özellikleri üzerine etkilerini araştıran kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynakça

- Abousoliman, I., Reyer, H., Oster, M., Muráni, E., Mourad, M., Abdel-Salam Rashed, M., ... & Wimmers, K. (2020). Analysis of candidate genes for growth and milk performance traits in the Egyptian Barki sheep. *Animals*, 10(2), 197.
- Acı, R., Duman, E., Kul, S., & Yiğit, S. (2024). Effect of Bone Morphogenetic Protein Receptor-1B (BMPR-1B) Gene Variant on Litter Size in Akkaraman Sheep Breed. *Jurnal Medik Veterinar*, 7(2).
- Bayrak, G. (2023). Eskişehir ilinde yetiştirilen bazı koyun ırklarının CAST ve DGAT1 genotiplerinin belirlenmesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi.
- Bayraktar, M., & Shoshin, O. (2022). Estimation of the associations between GH and DGAT1 genes and growth traits by using decision tree in Awassi sheep. *Animal biotechnology*, 33(1), 167-173.
- Bayram, D., Akyüz, B., Arslan, K., Ozdemir, F., Aksel, E., & Çınar, M. (2019). DGAT1, CAST and IGF-I gene polymorphisms in Akkaraman lambs and their effects on live weights up to weaning age. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 25(1).
- Cases, S., Smith, S. J., Zheng, Y. W., Myers, H. M., Lear, S. R., Sande, E., ... & Farese Jr, R. V. (1998). Identification of a gene encoding an acyl CoA: diacylglycerol acyltransferase, a key enzyme in triacylglycerol synthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(22), 13018-13023.
- Cerit, H., & Demir, H. (2016). Detection of diacylglycerol acyltransferase 1 (DGAT1) Gene polymorphism in Imroz and Chios sheep breeds in Turkey using PCR-RFLP method. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22(6).
- Dai, R., Zhou, H., Fang, Q., Zhou, P., Yang, Y., Jiang, S., & Hickford, J. G. (2022). Variation in ovine DGAT1 and its association with carcass muscle traits in Southdown sheep. *Genes*, 13(9), 1670.
- Demir, E. (2024).
- Eid, J. I., Teleb, D. F., Mohamed, S. A., & El-Ghor, A. A. (2020). DGAT1 polymorphism in Egyptian Zaraibi goat breed and their association with milk yield and composition. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 81, 1-7.
- Genomic Diversity and Autozygosity-Based Signatures of Selection in Kangal Akkaraman Sheep via Genotyping-by-Sequencing. *Volume: 30 Issue: 5 (September-October)*, 669.
- Heimes, A., Brodhagen, J., Weikard, R., Hammon, H. M., Meyerholz, M. M., Petzl, W., ... & Kühn, C. (2019). Characterization of functional traits with focus on udder health in heifers with divergent paternally inherited haplotypes on BTA18. *BMC veterinary research*, 15, 1-11.
- Kavuzkoz, M., & Kırıkçı, K. (2023). Investigation of Callipyge Gene Polymorphism in Akkaraman Sheep Breed. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(1), 215-219.

- Khan, M. Z., Ma, Y., Ma, J., Xiao, J., Liu, Y., Liu, S., ... & Cao, Z. (2021). Association of DGAT1 with cattle, buffalo, goat, and sheep milk and meat production traits. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 712470.
- Kırıkçı, K. (2022). Polymorphism of the calpastatin (CAST) and growth differentiation factor 9 (GDF9) genes in Akkaraman Sheep Breed. *Hayvansal Üretim*, 63(1), 21-26.
- Kopuzlu, S., Aydın, İ., Sönmez, Z., Ünal, H., Türkyılmaz, D., & Türkyılmaz, Ü. (2024). Associations Between DGAT1/Alu1 Gene Polymorphism and Some Performance in Morkaraman and Tushin Sheep. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 75(1), 7037-7044.
- Meredith, B. K., Kearney, F. J., Finlay, E. K., Bradley, D. G., Fahey, A. G., Berry, D. P., & Lynn, D. J. (2012). Genome-wide associations for milk production and somatic cell score in Holstein-Friesian cattle in Ireland. *BMC genetics*, 13, 1-11.
- Mukanova, L., Kırıkçı, K., Sadykulov, T., Baimazhi, Y., Zhumagaliyeva, G., & Adylkanova, S. (2024). Effect of DGAT1 gene polymorphisms in coarse-haired fat-tailed lambs of different genotypes. *Brazilian Journal of Biology*, 84, e285041.
- Narayana, S. G., Schenkel, F. S., Fleming, A., Koeck, A., Malchiodi, F., Jamrozik, J., ... & Miglior, F. (2017). Genetic analysis of groups of mid-infrared predicted fatty acids in milk. *Journal of dairy science*, 100(6), 4731-4744.
- OECD. 2021. OECD-FAO Agricultural Outlook, <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm> (October 2021).
- Tanış, A. N. (2023). Akkaraman ve Anadolu Merinosu Koyun Irklarında Gh ve Dgat1 Genlerinin Büyüme Özellikleri ile İlişkisi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans tezi.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2024). Hayvan İstatistik Raporu, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvancilik-Istatistikleri-Haziran-2024-53811>.
- Yeh FC, Yang RC, Boyle TBJ, Ye ZH, Mao JX. POPGENE. (1997). The User-Friendly Shareware for Population Genetic Analysis. Edmonton, Canada: University of Alberta.
- Yiğit, S., Kul, S., Aci, R., Keskin, A., Tuygun, T., & Duman, E. (2023). The effect of RORA (RAR-Related Orphan Receptor Alpha) receptors on litter size in Akkaraman sheep breed. *Molecular Biology Research Communications*, 12(3), 109.



BÖLÜM 10

Kitin ve Kitosanın Tarımsal Uygulamalar Açısından Önemi

Özgür Demirel¹ & Tayfun Kaya²

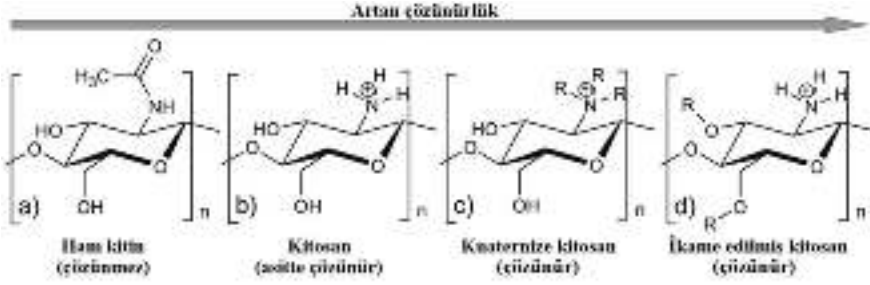
¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İleri Teknolojiler Anabilim Dalı,
ORCID ID: 0009-0000-7148-1735

² Doç. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
ORCID ID: 0000-0001-9086-4520

Giriş

Kitin fonksiyonel olarak proteine benzetilen, Yunanca'da zırh anlamına gelen "chiton" kelimesinden türetilmiş olan kitin, doğada selülozdan sonra en bol bulunan bir polisakkarittir (Iber vd., 2022). Genel olarak kabuklu deniz canlılarında (yengeçler, karidesler, kerevit, ıstakozlar), mantarlarda (özellikle filamentli mantarlarda), eklembacaklılarda ve yumuşakçalarda (istiridyeye, kalamar, kafadanbacaklılar, algler ve diyatomlar) morfolojik ve anatomik yapı bileşeni olarak bulunur (Rinaudo, 2006; Petutschnig vd., 2010; Younes ve Rinaudo, 2015; Pandey vd., 2018; Hou vd., 2021; Dave vd., 2021; Riseh vd., 2024; Kannappan vd., 2024). Bu kapsamda kitin organizmalarda vücudun ya da hücrelerin desteklenmesi, korunması ve hatta duyarlı renk paleti olarak da kullanılır. Renkler canlılar tarafından iletişim, sinyalleme, savunma ve kamuflaj için önemlidir (Dumanlı ve Savin, 2016). Renkler, kitin matriks içerisine gömülü pigmentler aracılığıyla ışığın kırınımı, girişimi veya saçılması gibi farklı optik süreçler ile ortaya çıkar (Hou vd., 2021). Ayrıca eklembacaklılarda dış iskeleti, kabukluların ve yumuşakçaların kabuk, gaga, ağız parçalarını (genel olarak kalsiyum karbonat ile birleşerek), diyatomların hücre duvar yapılarını oluşturur. Toplam verimi izole edildiği türe göre değişmekle birlikte; ıstakoz, karides ve yengeç gibi kabuklularda %8-%40 arasında (Kannappan vd., 2024), böceklerde %5-%25 (Shamshina vd., 2019), mantarlarda yaklaşık 30 mg/g'dır (Kim vd., 2011).

Yapısal olarak glikozun bir amit türevi olan kitin ($C_8H_{13}O_5N$)_n, uzun zincirli N-asetilglukozaminin polimeridir. Polimer 2-(asetilamino)-2-deoksi-D-glukoz monomer birimlerinden oluşur ve birimler birbirlerine, selülozu oluşturan glikoz birimleri arasındaki bağlara benzer şekilde, kovalent β -(1→4) bağları ile bağlanırlar. Her bir polimer ise hidrojen bağı ile birbirine bağlanarak kitin-polimer matriks yapısını oluşturur (Dutta vd., 2004). Kitosan ise, kitinin deasetilasyonu (polimerin kökenine bağlı olarak deasetilasyonu derecesi genel olarak yaklaşık %50'ye ulaştığında) elde edilen polimerdir (Rinaudo, 2006). Dolayısıyla kitinin ve N -deasetilasyonu sonucu elde edilen kitosan heterojen veya homojen reaksiyon karışımları şeklinde bulunur ve farklı deasetilasyon dereceleri ile elde edildiğinden karışımlardaki kitin ve kitosan arasındaki ayrım kesin değildir (Rinaudo, 2006; Younes ve Rinaudo, 2015). Ham kitin suda çözülmemesi, çözücülerinin ise tarımsal amaçlı kullanılamaması bir sorun olarak görünse de nedeniyle kitinin yerine genel olarak nanokitin, kitosan veya kitin oligosakkaritleri gibi suda çözünür bir türevleri kullanılır (Şekil 1) (Ngasotter vd., 2023).



Şekil 1. Kitin ve kitosan türevlerinin şematik gösterimi (Kumirska vd., 2023).

Doğada canlılar tarafından yıllık 8-11 milyar ton üretilen (Hou vd., 2021) ve genel olarak atık olarak değerlendirilen kitin, kaynağına bağlı olarak, kızılötesi ve katı hal NMR spektroskopisi ile birlikte X-ışını kırınımı ile karakterize edilebilir (Rinaudo, 2006). Kinin mikro-fibrillerin yönelimine göre farklılık gösteren α -, β - ve γ - şeklinde farklı kristalin allomorfı vardır (Jang vd., 2004). α -kitin doğadaki en yaygın şeklidir ve genel olarak karides, yengeç ve ıstakoz gibi kabukluların kabuklarında, böcek dış iskeletinde ve mantarların hücre duvarlarında bulunur. Polimer zincirleri antiparalel şekilde düzenlenmiştir ve daha kararlı bir yapıdadır (Hou vd., 2021). β -kitin yumuşakçalarda ve böceklerde bulunur (Mohan vd., 2020). Paralel zincir polaritesine sahiptir (Hou vd., 2021) ve enzimatik bozunmaya karşı nispeten dirençli, oldukça kristalin yapıdadır (Rajan vd., 2024). γ - kitin çok yaygın değildir ve sadece birkaç çalışmada böcek kozası liflerinde tespit edilmiştir. Polimer zincirlerinin düzenlenmesi ve kristalin yapı biraz daha karmaşık (Hou vd., 2021) olmakla birlikte antiparalel ve paralel bir yapıya sahiptir (Jang vd., 2004) ve α -kitine yapısal olarak daha yakın yapıdadır (Kaya vd., 2017).

Kitin ve kitosan doğal bir polimer olması ve sürdürülebilir atık yönetimi uygulamaları kapsamında da değerlendirilebilecek şekilde mevcut atıklardan (işlenmiş deniz ürünleri endüstrisinin atığı kabuklular) elde edilebilir olması nedeniyle, ekonomik ve çevre dostu ürünlerdir (Topić-Popović vd., 2023). Bunlara biyo-aktif, biyo-uyumlu, mukoadeziv yapısı, antimikrobiyal aktivitesi, yüksek penetrasyon kapasitesi ve biyolojik olarak parçalanabilir olması gibi özellikleri de eklenince birçok uygulama alanında kullanılabilir malzeme olarak değerlendirilmektedir (Perez ve Wertz, 2021; Dave vd., 2021; Kannappan vd., 2024). Bu bağlamda kullanım alanlarından biri de tarımsal amaçlı uygulamalardır.

Gübre

Kimyasal içerikli gübre kullanımı tarımsal üretim açısından zorun, ancak gerek toprak verimliliği gerekse toksisite açısından endişe verici noktadadır. Özellikle de biyoçeşitlilik, çevresel hasar ve su kirliliği açısından risk oluşturduğundan biyolojik olarak parçalanabilir doğal gübrelere ilgi yoğunlaşmıştır (Petutsch-nig vd., 2010; Narandelger vd., 2015; Fatima vd., 2018; Liv d., 2020). Ayrıca muhtemelen yakın gelecekteki uygulamalar için özellikle de sürdürülebilir tarım için doğal bitki büyüme düzenleyicileri geliştirmek üzere araştırmalar hali hazırda hızlandırılmıştır (Malerba ve Cerana, 2019; Jia vd., 2024). Kitin ve kitosan kullanımı rizosferdeki mikrobiyal dengeyi sağlayarak bitkilerle simbiyotik ilişkiyi destekler (Escudero vd., 2017). Toprak biyotasına zarar vermeden biyolojik süreçlerle parçalandığından kimyasal gübreler yerine ya da destekleyici olarak kullanılabilir (Ohta vd., 2000; Escudero vd., 2017). Ayrıca topraktan besin alımını iyileştirerek bitki büyümesini artırmaktadır (Bakiyalakshmi vd., 2016; Manjula ve Podile, 2001). Öyle ki, kitosanın toprakta hızla mineralize olduğu ve (yumuşak buğdayın) besin maddelerini etkin bir şekilde almasında ve bitkinin büyüme özelliklerini iyileştirerek verimini artırmaktadır (Fatima vd., 2018). Diğer yönü ise kimyasal gübrelerin (azot, fosfor ve potasyumun) fazla kullanımı nedeniyle oluşabilecek toksisiteden (Savci, 2012) korunmak için gübre salınımını kontrol etmesi amacıyla kullanımıdır (Wu ve Liu, 2008; Hussain vd., 2012). Ayrıca kitosan, toprağın anyon değişim kapasitesini artırarak anyonik nitrat ve fosfat içerikli bileşiklerin toprakta tutulması sağlar (Sharp, 2013).

Toprak düzenleyici

Tarımda verimlilik açısından mineral madde, organik madde, nem (su) ve havalanma (oksijen bulunması) son derece önemli parametrelerdir. Toprağın dokusunu oluşturan maddelerin uygun değerlerde olması kök gelişimi için kaçınılmazdır. Yapısal bileşen olarak kitin bulunması, tarımsal toprağın yapısı ve biyolojik çeşitliliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Topraktaki varlığı doğal bir bağlayıcı görevi görerek kararlı agregaların oluşumunu destekler. Bu agregalar toprak yapısını iyileştirir, gözenekliliğini artırır ve bitki büyümesi için hava, su ve temel besin maddelerinin dolaşımını kolaylaştırır. Kitin ve kitosan, bitki büyümesini ve gelişimini destekleyen fitohormonların ve enzimlerin üretimini destekleyebilir. Ayrıca, tarım toprağındaki kitin ve kitosan, organik maddenin ayrışmasına ve bitkiler için besin maddelerinin bulunmasına katkıda bulunan yararlı mikrobiyal çeşitliliği ve aktiviteyi destekler. Bu mikrobiyal biyoçeşitlilik, toprağın biyolojik dengesini ve mahsul sağlığını korumak için önemlidir (Iftime vd., 2019; Percival vd., 2023; Mota, 2024).

Büyüme Uyarıcı ve Biyotik-Abiyotik Stres

Kitosan bitkilerde stoma iletkenliğini ve absisik asit (ABA) içeriğini artırır ve bitkilerin boylarını, yaprak alanlarını, kök yüksekliklerini veya biyokütlelerini değiştirmeden terlemeyi azaltarak (Pandey vd., 2018; Román-Doval vd., 2023) biyotik ve abiyotik stres koşulları altında büyümeyi ve gelişmeyi destekler (Jiao vd., 2012; Ingle vd., 2022; Abobatta, 2023). Klorofil artışına bağlı olarak artan fotosentez sonucu büyümenin teşvik edilmesi (Mondal vd., 2012) ya da bitkilerde boy, yaprak ve kök gelişimi ile vejetatif gelişime olumlu etkileri belirtilmektedir (El-Miniawy vd., 2013). Kuraklık stresi altında elma fidelerinde elektrolit kaybını azaltıcı (Yang vd., 2009), patates, pirinç ve asma bitkilerinde ekzojenik uygulamalarla ve kök sistemi gelişimini destekleyerek ozmotik (kuraklık) stres sırasında bitki büyümesinin uyarılmasında kullanılabilir (Górník vd., 2008; Jiao vd., 2012; Pongprayoon vd., 2013; Li vd., 2020; Abobatta, 2023). Kitosan kullanımının ısı gibi çeşitli çevresel değişkenlere fizyolojik yanıtın verilmesinde de rol oynayan bir stres hormonu olan absisik asit aktivitesini tetikleyebileceği, ilgili genlerin ekspresyonunu artırabilir (Sharif vd., 2018). Benzer şekilde geç ekilen bitkilerde (kuru fasulye gibi) ısı stresinden korunmak için kullanılabileceği belirtilmektedir (İbrahim ve Ramadan, 2015).

Tohum İşleme

Tohumların depolanması, patojen saldırılarından korunması, çimlenmelerinin ve fide büyümesinin teşvik edilmesi gibi faktörler tarımda optimum çimlenme, büyüme ve verim açısından son derece önemlidir. Bu amaçla genel olarak kimyasal koruyucular kullanılmaktadır ki, bunlar da genel olarak hem toprak hem de bitki gelişimi açısından riskleri de beraberinde getirmektedir (Freiberg, vd., 2017; Ludwig vd., 2020; Dadlani ve Yadava, 2023). Bu kapsamda kitosanın tohum işleme ve uygulama süreçlerinde umut verici ve sürdürülebilir bir strateji için kullanılabilir polimer olduğu değerlendirilmektedir (Gürsoy, 2020; Riseh vd., 2024). Kitosan bazlı uygulamaların biyotik ve abiyotik stres koşulları altındaki tohumlarda çimlenmeyi ve fide canlılığını artırıcı şekilde etki ettiği belirtilmektedir (Vijaykumar vd., 2024). Mısır ve fasulye tohumlarına kitosan içerikli fungusit kaplama uygulaması yapıldığında tohum çimlenmesine olumsuz bir etkisi olmadığı gibi fungusitin koruyucu etkisini artırır (Godínez-Garrido vd., 2021). Benzer şekilde kitosan uygulamasının zararlı böceklerle beslenme caydırıcı etki göstererek tohum çimlenmesini, bitki büyümesini ve verim arışında etki ettiği vurgulanmaktadır (Zeng vd., 2012).

Zararlı ve Patojenlerden Koruma

Tarımda zararlı ve patojenlerle mücadele amacıyla genel olarak kimyasal yöntemler kullanılmak ancak hem çevreye verdiği zarar hem de ilgili organizmaların direnç kazanmaları nedeniyle daha çevreci ve etkili yöntemler için çalışmalar sürdürülmektedir. Bu amaçla kitosan böceklerle, bazı nematodlarla, mantarlarla, bakterilerle ve virüslerle mücadele (antifungal, antibakteriyel, insektisidal, nematosisidal ve antiviral) amaçlı kullanılabilir. Dolayısıyla geniş spektrumlu mücadele özellikleri nedeniyle hastalıkların yayılmasını yavaşlatmak veya durdurmak ve bitki savunma mekanizmasını harekete geçirmek/güçlendirmek amaçlı kullanılabilir (Rabea vd., 2005; Mansilla vd., 2013; Xing vd., 2015; Liv d., 2016; Escudero vd., 2017; Hiloğlu, 2017). Ayrıca bitkilerde savunma amaçlı sekonder metabolitlerin üretiminin tetiklenmesini sağladığı belirtilmektedir (Xing vd., 2015). Kitin eklembacaklılarda dış iskeletin ana bileşeni olduğundan özellikle zararlılar ile mücadele amacıyla böceklerde kitin sentez inhibitörlerinin kullanılabileceği belirtilmiştir (Merzendorfer, 2013). Bununla birlikte kitin ve kitosanın pamuk zarara neden olan zakkum yaprak biti (*Aphis nerii*, Hemiptera: Aphididae) ve yaprak kurdu (*Spodoptera littoralis*, Lepidoptera: Noctuidae) larvalarına karşı öldürücü olduğu belirtilmektedir (Rabea vd., 2005). Ayrıca soya fasulyesindeki yaprak biti (*Aphis gossypii*, Hemiptera: Aphididae) ve tohum böceğine (*Callosobruchus maculatus*, Coleoptera: Chrysomelidae) karşı insektisit olarak kullanılabileceği vurgulanmaktadır (Sahab vd., 2015). Diğer yandan mantarlar bitkilerde zarara neden olan bir diğer patojenden olup, bitkiler mantarlar dahil biyotik ve abiyotik faktörlere karşı kitinaz ile savunma mekanizmaları geliştirirler (Hiloğlu, 2017). Diğer bir değişle kitin üretimeseler de savunma mekanizması için kitin varlığında enzim üretim indüklenir (Maximova vd., 2006; Wan vd., 2008; Suwanchaikasem vd., 2024). Kitin nematodlarda yutağın ve yumurta kabuğunun temel bileşeni olduğundan, mücadele amaçlı kullanıldığında nematodlarda embriyonik ölüme, kusurlu yumurta bırakmaya ve başarısız deri değiştirme nedeniyle ölüme neden olur (Chen ve Peng, 2019). Öyle ki, yeterli dozda kitin ve kitosan kullanımını kök uru nematodlarına karşı koruyucu potansiyeli vardır (Escudero vd., 2017). Kitinin hücre yüzeyine afinitesi yüksek olduğunda hücre içeriğine nüfuz ederek transkripsiyon mekanizmasına ve metabolik sürece etki ederek bakteriler üzerinde bakteriyostatik etki eder. Dolayısıyla Gram-negatif bakteriler *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Shigella dysenteriae* ve *Bacteroides fragilis* üzerinde bakteriyostatik etki gösterir. Ayrıca kitosanın patates X virüsü (Chirkov vd., 2001), domateste yaprak kıvrılmasına neden olan virüslere (Mishra vd., 2014) ile domates mozaik virüsüne (Abd El-Gawad vd., 2015) karşı kullanılabileceği vurgulanmaktadır.

Alternatif tarım

Artan nüfus doğrultusunda oluşan talep, tedarik zincirindeki zorluklar, kentleşme, çevre kirliliği ve artarak devam eden aşırı iklim olayları ve kuraklık gibi çeşitli etkenler geleneksel tarımın baş etmesi gereken sorunlar arasındadır (Zimdahl, 2012; Sumberg ve Giller, 2022; Cicciù vd., 2022). Sürdürülebilir tarım için başta toprak ve su gibi kaynakların verimli kullanımı, sentetik kimyasallara olan bağımlılığı azaltılması, gıda güvenliği ve organik gıdaya erişim ile maliyetlin düşürülmesi gibi çevre dostu uygulamaları teşvik eden yaklaşımlar alternatif tarım kapsamında değerlendirilir (Zimdahl, 2012; Cicciù vd., 2022; Jia vd., 2024) . Özellikle topraksız dikey tarım gibi geleceğe dönük uygulamalarda biyolojik olarak parçalanabilirliği, su tutma kapasitesine pozitif etkisi ve antimikrobiyal özellikleri nedeniyle kitin ve kitosanın kullanılabileceği vurgulanmaktadır (Jia vd., 2024). Ayrıca bu polimerlerin kullanılması ile üretim süreci sırasındaki oluşan kirliliğin de üstesinden gelecek şekilde hem üretimin destelenerek tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması hem de depola maliyetlerinin düşürülmesi için atık olarak değerlendirilen kabuklu hayvan atıklarından katma değerli ürünler elde edilmiş olur (Amiri vd., 2022).

Hasat Sonrası Depolama

Hasat sonrasında tarım ürünlerinde özellikle de meyvelerde yüksek nem ve sıcaklık gibi faktörlere bağlı olarak mikroorganizma faaliyetleri nedeniyle çürüme ya da yetersiz havalandırma gibi nedenlere bağlı olarak depolama sırasında kayıplar görülmektedir (Eckertve Ogawa, 1988; Wu vd., 2023). Ürünleri korumak için genel olarak kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Bu durum bir taraftan başta insan olmak üzere canlı sağlığı açısından risk oluştururken diğer taraftan pestisit kalıntıları nedeniyle organik gıda erişim noktasında endişe kaynağı olarak görülmektedir (Zhang vd., 2011). Son yıllarda insanların yaşam tarzlarındaki iyileşme ve gıda güvenliği konusunda artan bilinç gibi gelişmeler hasat sonrasında tarım ürünlerinin korunmasına yönelik kitosan gibi inovatif yaklaşımları beraberinde getirmektedir (Zhang vd., 2011; Triunfo vd., 2023; Wang vd., 2024). Öyle ki, yenilebilir film formatında uygulanan kitosan tarımsal ürünlerin depolanma sırasında muhafaza edilmesini sağlayabilir (Wang vd., 2024).

Sonuç

Artan dünya nüfusu ile oluşan talep başta çevre dostu tarım ve su rezervlerinin korunması olmak üzere doğal dengenin korunmasına yönelik araçların kullanılmasının önemi giderek artmaktadır. Tarımda verimliliğin, sürdürülebilirliğin ve doğrallığın korunması için kimyasal içerikli araçlara alternatif kitin ve kitosan gibi biyobozunur ve toksik olmayan çevre dostu ürünlerin kullanılması hem ihtiyaç

hem de zorunluluk haline gelmiştir. Hali hazırda bulunan, hatta kimi durumlarda atık olarak değerlendirilen, doğal malzemeden elde dileyen kitin ve kitosanın oldukça geniş yelpazede kullanılabilir özellikleri nedeniyle; tarımsal amaçlı kullanılan kimyasalların azaltılması için umut vaat etmekle birlikte kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Abd El-Gawad, H. G., & Bondok, A. M. (2015). Response of tomato plants to salicylic acid and chitosan under infection with tomato mosaic virus. *Am. Eur. J. Agric. Environ. Sci*, 15(8), 1520-1529.
- Abobatta, W. F. (2023). Chitosan: A promising plant stimulant. *International Journal of Agricultural Science and Food Technology*, 9(4), 098-103.
- Amiri, H., Aghbashlo, M., Sharma, M., Gaffey, J., Manning, L., Moosavi Basri, S. M., ... & Tabatabaei, M. (2022). Chitin and chitosan derived from crustacean waste valorization streams can support food systems and the UN Sustainable Development Goals. *Nature food*, 3(10), 822-828.
- Bakiyalakshmi, S. V., Valli, V., & Swarnila, R. D. L. (2016). Isolation and Application of Chitin and Chitosan from crab shell. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci*, 3, 91-99.
- Chen, Q., & Peng, D. (2019). Nematode chitin and application. Targeting chitin-containing organisms, 209-219.
- Chirkov, S. N., Il'ina, A. V., Surgucheva, N. A., Letunova, E. V., Varitsev, Y. A., Tatarinova, N. Y., & Varlamov, V. P. (2001). Effect of chitosan on systemic viral infection and some defense responses in potato plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 48, 774-779.
- Cicciù, B., Schramm, F., & Schramm, V. B. (2022). Multi-criteria decision making/aid methods for assessing agricultural sustainability: A literature review. *Environmental Science & Policy*, 138, 85-96.
- Dadlani, M., & Yadava, D. K. (2023). *Seed Science and Technology: Biology, Production, Quality* (p. 430). Springer Nature.
- Dave, U., Somanader, E., Baharlouei, P., Pham, L., & Rahman, M. A. (2021). Applications of chitin in medical, environmental, and agricultural industries. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(11), 1173.
- Dumanli, A. G., & Savin, T. (2016). Recent advances in the biomimicry of structural colours. *Chemical Society Reviews*, 45(24), 6698-6724.
- Dutta, P. K., Dutta, J., & Tripathi, V. S. (2004). Chitin and chitosan: Chemistry, properties and applications.
- Eckert, J. W., & Ogawa, J. M. (1988). The chemical control of postharvest diseases: deciduous fruits, berries, vegetables and root/tuber crops. *Annual Review of Phytopathology*, 26(1), 433-469.
- El-Miniawy, S. M., Ragab, M. E., Youssef, S. M., & Metwally, A. A. (2013). Response of strawberry plants to foliar spraying of chitosan. *Res. J. Agric. Biol. Sci*, 9(6), 366-372.
- Escudero, N., Lopez-Moya, F., Ghahremani, Z., Zavala-Gonzalez, E. A., Alaguero-Cordovilla, A., Ros-Ibañez, C., ... & Lopez-Llorca, L. V. (2017). Chitosan increases

- tomato root colonization by *Pochonia chlamydosporia* and their combination reduces root-knot nematode damage. *Frontiers in plant science*, 8, 1415.
- Fatima, B., Zahrae, M. F., & Razouk, R. (2018). Chitin/chitosan's bio-fertilizer: usage in vegetative growth of wheat and potato crops. In *Chitin-chitosan-myriad functionalities in science and technology*. IntechOpen.
- Freiberg, J. A., Ludwig, M. P., Avelar, S. A. G., & Giroto, E. (2017). Seed treatment and its impact on wheat crop yield potential. *Journal of Seed Science*, 39(03), 280-287.
- Gürsoy, M. (2020). Effect of chitosan pretreatment on seedling growth and antioxidant enzyme activity of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under saline conditions.
- Górník, K., Grzesik, M., & Romanowska-Duda, B. (2008). The effect of chitosan on rooting of grapevine cuttings and on subsequent plant growth under drought and temperature stress. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 16, 333-343.
- Godínez-Garrido, N. A., Ramírez-Pimentel, J. G., Covarrubias-Prieto, J., Cervantes-Ortiz, F., Pérez-López, A., & Aguirre-Mancilla, C. L. (2021). Chitosan coating on bean and maize seeds: release of agrochemical fungicide and post-storage condition. *Journal of Seed Science*, 43, e202143036.
- Hilooğlu, M. (2017). Bitki Kitinazları: Moleküler Yapıları, Önemleri ve Kullanımları. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(3), 65-71.
- Hussain, M. R., Devi, R. R., & Maji, T. K. (2012). Controlled release of urea from chitosan microspheres prepared by emulsification and cross-linking method. *Iranian Polymer Journal*, 21, 473-479.
- Iber, B. T., Kasan, N. A., Torsabo, D., & Omuwa, J. W. (2022). A review of various sources of chitin and chitosan in nature. *Journal of Renewable Materials*, 10(4), 1097.
- Ibrahim, E. A., & Ramadan, W. A. (2015). Effect of zinc foliar spray alone and combined with humic acid or/and chitosan on growth, nutrient elements content and yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants sown at different dates. *Scientia horticulturae*, 184, 101-105.
- Iftime, M. M., Ailiesei, G. L., Ungureanu, E., & Marin, L. (2019). Designing chitosan based eco-friendly multifunctional soil conditioner systems with urea controlled release and water retention. *Carbohydrate polymers*, 223, 115040.
- Ingle, P. U., Shende, S. S., Shingote, P. R., Mishra, S. S., Sarda, V., Wasule, D. L., ... & Gade, A. (2022). Chitosan nanoparticles (ChNPs): A versatile growth promoter in modern agricultural production. *Heliyon*, 8(11).

- Jang, M. K., Kong, B. G., Jeong, Y. I., Lee, C. H., & Nah, J. W. (2004). Physicochemical characterization of α -chitin, β -chitin, and γ -chitin separated from natural resources. *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 42(14), 3423-3432.
- Jia, X., Ma, P., Wei, C. I., & Wang, Q. (2024). Chitin and chitosan: Pioneering sustainable substrates for next-generation soilless vertical farming. *Trends in Food Science & Technology*, 104599.
- Jiao, Z., Li, Y., Li, J., Xu, X., Li, H., Lu, D., & Wang, J. (2012). Effects of exogenous chitosan on physiological characteristics of potato seedlings under drought stress and rehydration. *Potato Research*, 55, 293-301.
- Kannappan N., Karuppasamy D., Muthusamy S. (2024). Sources And Applications Of Chitin: A Review. *Int. J. of Pharm. Sci.*, 2(4) 1152-1161.
- Kaya, M., Mujtaba, M., Ehrlich, H., Salaberria, A. M., Baran, T., Amemiya, C. T., ... & Labidi, J. (2017). On chemistry of γ -chitin. *Carbohydrate polymers*, 176, 177-186.
- Kumirska, J., Weinhold, M. X., Thöming, J., & Stepnowski, P. (2011). Biomedical activity of chitin/chitosan based materials—influence of physicochemical properties apart from molecular weight and degree of N-acetylation. *Polymers*, 3(4), 1875-1901.
- Li, J., Wu, Y., & Zhao, L. (2016). Antibacterial activity and mechanism of chitosan with ultra high molecular weight. *Carbohydrate polymers*, 148, 200-205.
- Li, K., Xing, R., Liu, S., & Li, P. (2020). Chitin and chitosan fragments responsible for plant elicitor and growth stimulator. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(44), 12203-12211.
- Ludwig, E. J., Nunes, U. R., Prestes, O. D., Fagundes, L. K., Fernandes, T. S., & Saibt, N. (2020). Polymer coating in soybean seed treatment and their relation to leaching of chemicals. *Revista Ambiente & Água*, 15, e2602.
- Malerba, M., & Cerana, R. (2019). Recent applications of chitin-and chitosan-based polymers in plants. *Polymers*, 11(5), 839.
- Manjula, K., & Podile, A. R. (2001). Chitin-supplemented formulations improve bio-control and plant growth promoting efficiency of *Bacillus subtilis* AF 1. *Canadian Journal of Microbiology*, 47(7), 618-625.
- Mansilla, A. Y., Albertengo, L., Rodríguez, M. S., Debbaudt, A., Zúñiga, A., & Casalongué, C. A. (2013). Evidence on antimicrobial properties and mode of action of a chitosan obtained from crustacean exoskeletons on *Pseudomonas syringae* pv. tomato DC3000. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97, 6957-6966.
- Maximova, S. N., Marelli, J. P., Young, A., Pishak, S., Verica, J. A., & Gultinan, M. J. (2006). Over-expression of a cacao class I chitinase gene in *Theobroma cacao* L. enhances resistance against the pathogen, *Colletotrichum gloeosporioides*. *Planta*, 224, 740-749.

- Merzendorfer, H. (2013). Chitin synthesis inhibitors: old molecules and new developments. *Insect science*, 20(2), 121-138.
- Mishra, S., Jagadeesh, K. S., Krishnaraj, P. U., & Prem, S. (2014). Biocontrol of tomato leaf curl virus (ToLCV) in tomato with chitosan supplemented formulations of *Pseudomonas* sp. under field conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 8(3), 347-355.
- Mohan, K., Ganesan, A. R., Muralisankar, T., Jayakumar, R., Sathishkumar, P., Uthayakumar, V., ... & Revathi, N. (2020). Recent insights into the extraction, characterization, and bioactivities of chitin and chitosan from insects. *Trends in food science & technology*, 105, 17-42.
- Mondal, M. M., Malek, M. A., Puteh, A. B., Ismail, M. R., Ashrafuzzaman, M., & Naher, L. (2012). Effect of foliar application of chitosan on growth and yield in okra. *Australian Journal of Crop Science*, 6(5), 918-921.
- Mota, A., (2024). The Importance of Chitin in Agriculture. <https://protiberia.com/en/the-importance-of-chitin-in-agriculture/>
- Narandelger, T., Delgermaa, B., Odonchomeg, B., Baigalmaa, J., & Sunjidmaa, O. (2015). Study of plant pathogen suppression the synergistic effect between biofertilizer and irradiated oligochitosan of tomato. *Mongolian Journal of Agricultural Sciences*, 15(2), 80-85.
- Ngasotter, S., Xavier, K. M., Meitei, M. M., Waikhom, D., Pathak, J., & Singh, S. K. (2023). Crustacean shell waste derived chitin and chitin nanomaterials for application in agriculture, food, and health—A review. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 100349.
- Ohta, K., Atarashi, H., Shimatani, Y., Matsumoto, S., Asao, T., & Hosoki, T. (2000). Effects of chitosan with or without nitrogen treatments on seedling growth in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. Cv. Kairyoku Wakamurasaki. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 69(1), 63-65.
- Pandey, P., Verma, M. K., & De, N. (2018). Chitosan in agricultural context-A review. *Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci*, 7(4), 87-96.
- Percival, G. C., Graham, S., Percival, C., & Banks, J. (2023). The Influence of Chitin- and Chitosan-Based Soil Amendments on Pathogen Severity of Apple and Pear Scab. *Arboriculture & Urban Forestry*, 49(2).
- Perez, S., & Wertz, J. L. (2021). Chitin and Chitosans in the Bioeconomy. CRC Press.
- Petutschnig, E. K., Jones, A. M., Serazetdinova, L., Lipka, U., & Lipka, V. (2010). The lysin motif receptor-like kinase (LysM-RLK) CERK1 is a major chitin-binding protein in *Arabidopsis thaliana* and subject to chitin-induced phosphorylation. *Journal of Biological Chemistry*, 285(37), 28902-28911.
- Pongprayoon, W., Roytrakul, S., Pichayangkura, R., & Chadchawan, S. (2013). The role of hydrogen peroxide in chitosan-induced resistance to osmotic stress in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant growth regulation*, 70, 159-173.

- Rabea, E. I., Badawy, M. E., Rogge, T. M., Stevens, C. V., Höfte, M., Steurbaut, W., & Smagghe, G. (2005). Insecticidal and fungicidal activity of new synthesized chitosan derivatives. *Pest Management Science*, 61(10), 951-960.
- Rajan, K. D., Mohan, K., Rajarajeswaran, J., Divya, D., Kumar, R., Kandasamy, S., ... & Ramu Ganesan, A. (2024). β -Chitin and chitosan from waste shells of edible mollusks as a functional ingredient. *Food Frontiers*, 5(1), 46-72.
- Rinaudo, M. (2006). Chitin and chitosan: Properties and applications. *Progress in polymer science*, 31(7), 603-632.
- Riseh, R. S., Vazvani, M. G., Vatankhah, M., & Kennedy, J. F. (2024). Chitosan coating of seeds improves the germination and growth performance of plants: A Review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134750.
- Román-Doval, R., Torres-Arellanes, S. P., Tenorio-Barajas, A. Y., Gómez-Sánchez, A., & Valencia-Lazcano, A. A. (2023). Chitosan: Properties and its application in agriculture in context of molecular weight. *Polymers*, 15(13), 2867.
- Sahab, A. F., Waly, A. I., Sabbour, M. M., & Nawar, L. S. (2015). Synthesis, antifungal and insecticidal potential of Chitosan (CS)-g-poly (acrylic acid) (PAA) nanoparticles against some seed borne fungi and insects of soybean. *Int. J. Chem-Tech Res*, 8(2), 589-598.
- Savci, S. (2012). Investigation of effect of chemical fertilizers on environment. *Apçbee Procedia*, 1, 287-292.
- Sharif, R., Mujtaba, M., Ur Rahman, M., Shalmani, A., Ahmad, H., Anwar, T., ... & Wang, X. (2018). The multifunctional role of chitosan in horticultural crops; a review. *Molecules*, 23(4), 872.
- Sharp, R. G. (2013). A review of the applications of chitin and its derivatives in agriculture to modify plant-microbial interactions and improve crop yields. *Agronomy*, 3(4), 757-793.
- Sumberg, J., & Giller, K. E. (2022). What is 'conventional' agriculture?. *Global Food Security*, 32, 100617.
- Suwanchaikasem, P., Idnurm, A., Selby-Pham, J., Walker, R., & Boughton, B. A. (2024). The Impacts of Chitosan on Plant Root Systems and Its Potential to be Used for Controlling Fungal Diseases in Agriculture. *Journal of Plant Growth Regulation*, 1-22.
- Topić-Popović, N., Lorencin, V., Strunjak-Perović, I., & Čož-Rakovac, R. (2023). Shell waste management and utilization: Mitigating organic pollution and enhancing sustainability. *Applied Sciences*, 13(1), 623.
- Triunfo, M., Tafi, E., Guarnieri, A., Ianniciello, D., Scieuzo, C., Salvia, R., ... & Falabella, P. (2023). Usage of chitosan from *Hermetia illucens* as a preservative for fresh *Prunus* species fruits: a preliminary analysis. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 10(1), 101.

- Vijaykumar, S., Rajeswari, B., Kavya, M., Chandrika, K. P., Prasad, R. D., Prasanna, S. L., & Yadav, S. K. (2024). Programmable chitosan-based double layer seed coating for biotic and abiotic-stress tolerance in groundnut. *International Journal of Biological Macromolecules*, 275, 133586.
- Wan, J., Zhang, X. C., & Stacey, G. (2008). Chitin signaling and plant disease resistance. *Plant signaling & behavior*, 3(10), 831-833.
- Wang, J., Yuan, Y., Liu, Y., Li, X., & Wu, S. (2024). Application of chitosan in fruit preservation: A review. *Food Chemistry: X*, 101589.
- Wu, J., Tang, R., & Fan, K. (2023). Recent advances in postharvest technologies for reducing chilling injury symptoms of fruits and vegetables: A review. *Food Chemistry: X*, 101080.
- Wu, L., & Liu, M. (2008). Preparation and properties of chitosan-coated NPK compound fertilizer with controlled-release and water-retention. *Carbohydrate polymers*, 72(2), 240-247.
- Yang, F., Hu, J., Li, J., Wu, X., & Qian, Y. (2009). Chitosan enhances leaf membrane stability and antioxidant enzyme activities in apple seedlings under drought stress. *Plant Growth Regulation*, 58, 131-136.
- Younes, I., & Rinaudo, M. (2015). Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications. *Marine drugs*, 13(3), 1133-1174.
- Zeng, D., Luo, X., & Tu, R. (2012). Application of bioactive coatings based on chitosan for soybean seed protection. *International Journal of Carbohydrate Chemistry*, 2012(1), 104565.
- Zhang, H., Li, R., & Liu, W. (2011). Effects of chitin and its derivative chitosan on post-harvest decay of fruits: A review. *International journal of molecular sciences*, 12(2), 917-934.
- Zimdahl, R. L. (2012). *Alternative/Organic Agricultural Systems*. Agriculture's ethical horizon. Elsevier. 197-210.
- Xing, K., Zhu, X., Peng, X., & Qin, S. (2015). Chitosan antimicrobial and eliciting properties for pest control in agriculture: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 569-588.



BÖLÜM 11

Keçilerde Çoklu Doğum ve Büyüme Özellikleri ile İlişkilendirilen Bazı İndel Mutasyonlar

Koray Kırıkçı¹

¹ Doç. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kırşehir, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-8087-141X

Giriş

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde keçi ürünlerine olan talep yaşam standartlarının iyileşmesiyle birlikte her geçen gün artmaktadır (Wang ve ark., 2020). Dünyada kişi başına düşen keçi eti tüketimi 1961 yılından günümüze sürekli bir artış göstermiştir. Kişi başı keçi eti tüketimi 1961 yılında 0,36 kg iken 2020 yılına gelindiğinde %121'lik bir artışla 0,78 kg'a ulaşmıştır. Nüfus artışı ile birlikte insanların gelir düzeylerinin iyileşmesi, beslenme bilincinin oluşması ile bilim ve teknolojik gelişmeler küresel düzeyde keçi ürünlerinin üretim ve tüketiminin artmasına katkıda bulunmuştur (Lu, 2023).

Yaklaşık 10 bin yıl önce ilk evcilleştirilen çiftlik hayvanlarından biri olan keçi (*Capra hircus*), evcilleştirme süreci ile birlikte insan göçü ve sosyoekonomik etkiler gibi doğal ve yapay süreçlerin etkisi altında kalmış ve bunun sonucunda farklı fenotipik özelliklere sahip keçi ırkları ortaya çıkmıştır. Keçi yetiştiriciliği, sağladığı süt, et ve lif gibi değerli ürünleri ile insanlar için kuşkusuz en önemli hayvancılık faaliyetlerinden biridir (Silpa ve ark., 2018). Dünyada büyüme hızı yüksek ve prolific olarak nitelendirilebilecek keçi ırkı sayısı çok azdır. Bu nedenle küresel düzeyde keçilerde üreme ve diğer verim özelliklerine ait üretim performanslarının iyileştirilmesinde geleneksel ve moleküler ıslah çalışmaları yapılmaktadır. Dünyada keçi eti üretiminde önde gelen ülkelerden biri olan Çin'de de yetiştirilen keçi ırkı sayısı çok olmasına karşın büyüme ve doğum oranlarının düşük olması, keçi endüstrisinin gelişmesinde bir engel olarak görülmektedir (Wang ve ark., 2018a). Bu nedenle, bilim insanları keçilerde üreme ve büyüme performansını genetik ıslah yöntemleriyle iyileştirme yolları arayışındadır.

Keçi endüstrisinin ekonomik etkinliği önemli ölçüde doğumda elde edilecek yavru sayısı ile yakından ilişkilidir (Sun ve ark., 2022). Bu nedenle keçi yetiştiriciliğinde karlılığı arttırmada üreme performansının iyileştirilmesi öncelikli konulardan biri olmuştur (Dongyun ve ark., 2021). Ancak bilindiği üzere doğumda yavru sayısı gibi özelliklerin kalıtım derecesi düşük olup geleneksel ıslah yöntemleriyle elde edilecek başarı sınırlı kalmaktadır (Meza-Herrerav ve ark., 2019). Bu nedenle ıslah çalışmalarında hayvanların fenotipinden genotipini daha doğru bir şekilde tahmin etmememizi ve genetik bilgiye dayalı seçim olanağı tanıyan yöntemlerin kullanımı ıslahta beklenen faydanın gerçekleşmesine katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, son yıllarda dünyada giderek yaygınlaşan ve adını daha sık duyar olduğumuz markör destekli seleksiyon (MAS) yönteminin ıslah çalışmalarını hızlandıracığı düşünülmektedir (Zhang ve ark., 2021).

Aday gen yaklaşımı ile yapılacak bir MAS çalışmasında mutasyon sonucu oluşan genetik varyasyonların tanımlanması ve verim özellikleri ile ilişkilerinin

ortaya konması gerekmektedir. Günümüzde MAS çalışmalarında kullanılacak çok sayıda moleküler yöntem bulunmaktadır. İlgili yöntemlerin tercihinde ise mutasyon türü etkili olabilmektedir. Keçilerde üreme ve büyüme özellikleriyle ilgili çok sayıda markör tanımlanmıştır. Ancak bilindiği üzere çoğu çiftlik hayvan türünde olduğu gibi markörlerin türü ve bulunma oranı keçi ırkları arasında da değişkenlik göstermektedir (Zhang ve ark., 2021). Bu nedenle özellikle MAS çalışmalarında tekli nükleotit polimorfizmi ve indel (İnseriyon/delesyon) gibi fonksiyonel mutasyonların tespit edilerek uygulamaya aktarılması önemlidir (Wang ve ark., 2018a).

Bu çalışmada indel mutasyonu hakkında kısaca bahsedilmiş ve bu mutasyon türünün keçilerde çoklu doğum ve büyüme özellikleri ile ilişkilerini ortaya koyan güncel araştırma bulgularına yer verilmiştir.

İndel mutasyonlar

Canlılarda genetik materyalin yapısında kendiliğinden veya indüklenebilir şekilde meydana gelen değişikliklere mutasyon denmektedir (Lüleyap, 2008). Genetik varyasyonun başlıca kaynağı olan mutasyonlar, etkilerine, büyüklüklerine ve bulundukları bölgelere göre çeşitli şekilde sınıflandırılabilir. En sık karşılaşılan mutasyon türlerinden olan indel (insersiyon/delesyon veya ekle-sil) mutasyonlar DNA dizisinin spesifik bir bölgesine değişen sayıda nükleotitlerin eklenmesi veya silinmesi ile oluşmaktadır. İnsan genomunda en yaygın bulunan mutasyon türlerinden olan indel mutasyonlar, gen ifadesi, türlerin evrimi ve hastalıkların teşhisi gibi birçok biyoloji alanında yeni bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Porter ve ark., 2015). İndel mutasyonların tespit edilmesi için harcanan zaman ve maliyet açısından diğer yöntemlere göre daha avantajlı olduğu söylenebilir. Keçilerde büyüme özellikleri ve çoklu doğum ile ilişkili çok sayıda indel mutasyon tanımlanmıştır (Liu ve ark., 2020; Bai ve ark., 2021; Gu ve ark., 2022; Saleh ve ark., 2023).

Çoklu doğum ile ilişkili indel mutasyonlar

Koyun yetiştiriciliğinde olduğu gibi keçi yetiştiriciliğinde de işletmenin sürdürülebilirliği ve karlılığı önemli ölçüde doğum başına elde edilecek yavru sayısı ile ilişkilidir. Doğumda oğlak sayısının kalıtım derecesi düşük olup (Özdemir ve Keskin, 2018) bu özelliğin geleneksel ıslah yöntemleri ile iyileştirilmesi zaman almaktadır (Meza-Herrerav ve ark., 2019). Bu durumda çoğuz doğumlar lehine yapılacak seleksiyonda moleküler tekniklerin kullanımı ıslahta elde edilecek genetik ilerlemeyi arttıracaktır. Bunu gerçekleştirebilmek için ise öncelikle çoğuz doğum üzerinde etkili mutasyonların tanımlanması gerekmektedir. Keçilerde ço-

ğuz doğum üzerine yapılan çalışmalar neticesinde farklı mutasyon türleri ile ilişkilendirilen çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Cui ve ark., 2018; Zhang ve ark., 2019; Zhang ve ark., 2019a). İnsülin benzeri büyüme faktörü 2 mRNA bağlayıcı protein 2 (IGF2BP2; insulin like growth factor 2 mRNA binding protein 2) geni cinsiyet hücrelerinin ve embriyoların büyüme ve gelişiminde önemli rolü bulunmaktadır (Dongyun ve ark., 2021). Shaanbei beyaz kaşmir keçilerinde IGF2BP2 geni indel mutasyonunun (P4-Ins-13bp) çoklu doğum ile ilişkisi tespit edilmiştir. Bu mutasyon bakımından homozigot “DD” genotipli (delesyon/delesyon) keçilerin doğum başına ortalama daha fazla oğlak dünyaya getirdikleri ortaya konmuştur (Dongyun ve ark., 2021). Aynı keçi ırkında büyüme farklılaşma faktörü-15 (GDF9; growth differentiation factor-15) geni üzerinde ilk doğumda oğlak sayısını arttıran 12-bç’lik bir indel mutasyon tespit edilmiştir. Bu mutasyon bakımından “DD” genotipli keçilerin ortalama oğlak verimi 1.55 ± 0.03 iken “ID” genotipli (insersiyon/delesyon) olanların ise 1.35 ± 0.02 olarak bildirilmiştir (Wang ve ark., 2017).

Shaanbei beyaz kaşmir keçisinde yapılan çalışmada sperm flagella 2 (SPEF2) geni üzerinde ikisi intron bölgesinde olmak üzere üç farklı indel mutasyonun çoklu doğumla önemli ilişkisi rapor edilmiştir (Chen ve ark., 2019). Diğer bir çalışmada ise aynı keçi ırkında Smad ailesi üyesi olan SMAD1 geninde iki indel mutasyonun çoklu doğumla önemli ilişkisinin bulunduğu ve tespit edilen mutasyonların keçi yetiştiriciliğinde fertilite özelliklerinin iyileştirilmesinde bir stratejisi olarak kullanılabileceği önerisinde bulunulmuştur (Wijayanti ve ark., 2022). Shaanbei beyaz kaşmir keçilerinde α -s1 kazein (CSN1S1) geni üzerinde 11 bç’lik indel mutasyonun üreme özellikleriyle önemli ilişkisinin bulunduğu ve genin keçilerde çoğuz doğumun arttırılmasında moleküler markör olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Wang ve ark., 2018b).

Genetik varyasyonlar gen ifade düzeylerini etkileyerek fenotipik özelliklerde farklılıklara neden olabilmektedir (Kang ve ark., 2021). Shaanbei beyaz kaşmir keçisinde yapılan bir çalışmada A-kinaz ankraj protein 12 (AKAP12; A-kinase anchoring protein 12) geni üzerinde tespit edilen 13 bç’lik mutasyonun ilk doğumda yavru sayısı ile önemli ilişkisinin olduğu bildirilmiştir (Kang ve ark., 2021). İndel mutasyonu bakımından “II” (insersiyon/insersiyon) genotipli keçilerin doğumda oğlak sayısı ortalaması 1.70 ± 0.15 iken “DD” genotipli olanlarda bu değer 1.45 ± 0.02 olduğu rapor edilmiştir. Araştırmacılar ayrıca “DD” genotipli keçilerin testis ve ovaryum dokularında AKAP12 gen ifade düzeylerinin heterozigot bireylerden önemli düzeyde düşük olduğunu ve bundan çoklu doğum oranlarının negatif etkilendiğini bildirmişlerdir (Kang ve ark., 2021).

Hindistan’ın yüksek ve düşük doğurganlığa sahip Malabari ve Attappady siyah keçilerinde MARCH1 geni üzerinde tanımlanan 7 bç’lik indel mutasyonun üreme özellikleri ile ilişkisi ortaya konmuştur (Desai ve ark., 2021). Araştırmacılar doğumda ortalama oğlak sayısını “II” genotipli keçilerde 1.95 ± 0.14 , “ID” genotipli olanlarda 1.71 ± 0.11 ve “DD” genotiplilerde ise 1.51 ± 0.11 olarak tespit etmişlerdir. Kang ve ark. (2019) ise Shaanbei beyaz kaşmir keçilerinde MARCH1 geni üzerinde tespit edilen 7, 15 ve 18 bç’lik indel mutasyonların ilk doğumda oğlak sayısı ile ilişkisi olduğunu göstermiştir. Aynı keçi ırkında büyüme hormonu reseptör (GHR; Growth hormon receptor) geni üzerinde tespit edilen 14 bç’lik indel mutasyonu bakımından “II” genotipli keçilerin doğumda oğlak sayısı (1.41 ± 0.02) “ID” genotipli olanlardan (1.05 ± 0.05) önemli derecede fazla bulunmuştur (Yang ve ark., 2017).

Büyüme özellikleri ile ilişkili indel mutasyonlar

Büyüme ve gelişme hayvan yetiştiriciliğinde ekonomik değeri olan önemli fizyolojik özelliklerdir. Zigot oluşumu ile başlayan büyüme ergin canlı ağırlığa ulaşıncaya kadar devam eder (Akçapınar ve Özbeyaz, 2021). Tür, ırk ve ırk içi bireyler arasında büyüme bakımından farklılıklar görülmekte olup bunda en önemli unsurların başında hayvanın sahip olduğu genetik yapı gelmektedir (Olfa, 1997). Bu nedenle, çiftlik hayvanlarında küresel düzeyde oluşacak et talebinin karşılanmasında hayvanların et üretimini etkileyen büyüme ve gelişmeyle ilgili özelliklerinin genetik olarak iyileştirilmesi gerekmektedir (Mohammadabadi ve ark., 2021).

Keçilerde canlı ağırlık ve büyümü özellikleri ile ilişkili çok sayıda indel türü mutasyon rapor edilmiştir. Prolaktin resptör (PRLR; Prolactin receptor) geni üzerinde tespit edilen 16 bç’lik indel mutasyonun keçilerde büyüme ve canlı ağırlık üzerinde etkileri olduğu ortaya konmuştur. İndel mutasyonu sonucu oluşan 16 bç’lik insersiyonun transkriptom faktörleri AP- 2 α ve Sp1 ile interaksiyona girecek keçilerde büyüme özelliklerini etkilediği bildirilmiştir (Wang ve ark., 2024). Vücut ağırlığı bakımından ise “II” ve “DD” genotipli keçiler arasında ortalama 2.61 kg’lık fark oluşmuştur. Vücut uzunluğu bakımından ise “DD” genotipli keçiler (59.75 ± 2.05 cm) “II” genotipli olanlardan (56.03 ± 0.35 cm) daha uzun bulunmuştur.

Shaanbei beyaz kaşmir keçilerinde yapılan bir çalışmada ise myostatin (MSTN) geni 5’ UTR bölgesi üzerindeki 5 bç’lik indel mutasyonun bazı büyüme özellikleri ile ilişkisinin olduğu ve genin keçilerde büyüme özellikleri bakımından moleküler markör olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Bi ve ark., 2020). Araştırmada “DD” genotipli keçiler “ID” genotiplilerden daha üstün performans

ortaya koymuştur. Aynı keçi ırkında yapılan bir diğer çalışmada ise AKAP13 geninde 15, 16 ve 25 bç'lik indel mutasyonları tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda 16 ve 25 bç'lik indel mutasyonların vücut uzunluğu üzerinde önemli etkileri olduğu bulunmuştur (Song ve ark., 2023).

Runx2 geni kemik gelişiminin düzenlenmesinde rol oynayan bir gen olup yapılan çalışmalar bu genin keçilerde üreme ve büyüme ile ilişkisini ortaya koymuştur (Kim ve ark., 2013). Araştırmalar AKAP13 geni üzerinde bulunan bazı indel mutasyonların önemli düzeyde Runx2 gen ifadesini etkilediğini göstermiştir. Sonuç olarak AKAP13 geni dolaylı olarak Runx2 gen ifadesini değiştirerek kemik gelişimini etkilemektedir (Lee ve ark., 2000). AKAP13 geninin kemik gelişimi üzerindeki bir diğer etkisi östrojen reseptörleri aracılığıyla olmaktadır. Östrojenler kemik oluşum sürecinde rol oynayan bir diğer önemli faktördür. Östrojen eksikliği azalan kemik kitlesi ve osteoporosisle sonuçlanabilmektedir. AKAP13 geni ise östrojen reseptörlerin ligand bağımlı aktivitesini de etkilemektedir (Rubino ve ark., 1998). Sonuç olarak, AKAP13 geni indel mutasyonların, östrojen reseptör aktivitesi üzerindeki etkisiyle kemik oluşumunu etkilediği söylenebilir.

Çin keçilerinde yapılan bir çalışma CSN1S1 geni üzerindeki 11 bç'lik indel mutasyonun vücut ağırlığı, uzunluğu, yüksekliği ile incik ve göğüs çevresi ile derinliği üzerinde önemli etkisi olduğunu ortaya koymuştur (Zhang ve ark., 2019b). Çalışmada Hainan siyah ile Shaanbei beyaz kaşmir keçilerinde iki indel mutasyonun bazı büyüme özellikleri üzerine önemli etkileri bildirilmiştir. Shaanbei beyaz kaşmir keçisinde 14 bç'lik indel mutasyonun vücut yüksekliği ile uzunluğu ve göğüs derinliği ile çevresi üzerinde önemli etkisi olduğu, Hainan siyah keçisinde ise 17 bç'lik mutasyonun vücut yüksekliği ve göğüs genişliği arasında önemli ilişkisi bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2019b).

Sonuç

Çiftlik hayvanlarında ekonomik değere sahip özellikleri etkileyen faktörlerin başında hayvanın sahip olduğu genetik yapı gelmektedir. Kantitatif karakter olarak da adlandırılan özellikler çok sayıda gen ve bu genler üzerinde oluşan genetik varyasyonların kontrolü altında şekillenmektedir. Hayvan ıslah çalışmalarında genetik varyasyona yol açan mutasyonların tanımlanarak verim özellikleri ile olan ilişkilerinin ortaya konması son derece önemlidir. Günümüzde GWAS yöntemi çiftlik hayvanlarında ekonomik değer taşıyan özellikler ile ilişkili gen polimorfizmlerinin belirlenmesinde etkin bir strateji olarak kullanılmış (Sun ve ark., 2022) ve bu sayede tespit edilen genetik varyasyon miktarında önemli atışlar sağlanmıştır (Deng ve ark., 2017).

Çiftlik hayvanlarında döl verimi ve büyüme özellikleri ile ilişkili çok sayıda mutasyon tanımlanmış olup, ilgili mutasyonların tanımlanmasında kullanılan yöntemler mutasyon türüne göre değişmektedir. Birçok mutasyon türünün tanımlanması PCR temelli olup sonrasında DNA dizi analizi, SSCP ve RFLP gibi farklı işlemleri beraberinde getirmektedir. İndel mutasyonların tanımlanmasında ise çoğunlukla PCR sonrası görüntüleme işlemi yeterli olabilmektedir. Bu özelliklerinden dolayı indel mutasyonların MAS çalışmalarında kullanımının daha pratik olabileceği düşünülebilir.

Türkiye yerli keçi ırklarında indel mutasyonların belirlenmesi ve verim özellikleri üzerindeki etkilerini konu alan çalışmalar sınırlı düzeydedir. Başta Ankara keçisi olmak üzere Türkiye yerli keçi ırklarında yapılacak çalışmalar ile ekonomik değeri olan verim özellikleri ile ilişkili indel mutasyonların tanımlanması gelecekte farklı ıslah stratejilerinin geliştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

Kaynakça

- Akçapınar, H., & Özbeyaz, C. (2021). Hayvan yetiştiriciliği. Medisan Yayınevi.
- Bai, Y., Li, J., Zhu, H., Liu, J., Dong, S., Li, L., ... & Lan, X. (2021). Deletion mutation within the goat PPP3CA gene identified by GWAS significantly affects litter size. *Reproduction, Fertility and Development*, 33(7), 476-483.
- Bi, Y., Feng, B., & Wang, Z. Myostatin (MSTN) gene indel variation and its associations with body traits in Shaanbei White Cashmere goat. *Animals (Basel)* 2020; 10: 168.
- Chen, M., Yan, H., Wang, K., Cui, Y., Chen, R., Liu, J., ... & Pan, C. (2019). Goat SPEF2: Expression profile, indel variants identification and association analysis with litter size. *Theriogenology*, 139, 147-155.
- Cui, Y., Yan, H., Wang, K., Xu, H., Zhang, X., Zhu, H., ... & Pan, C. (2018). Insertion/deletion within the KDM6A gene is significantly associated with litter size in goat. *Frontiers in Genetics*, 9, 91.
- Deng, Y., & Pan, W. (2017). Testing genetic pleiotropy with GWAS summary statistics for marginal and conditional analyses. *Genetics*, 207(4), 1285-1299.
- Desai, A. G., Naicy, T., Aravindakshan, T. V., Muhasin, V. N. A., Bindu, L., Kurian, E., ... & Akhil, G. H. (2021). Characterization of a 7 bp indel in MARCH1 promoter associated with reproductive traits in Malabari and Attappady Black goats of India. *Small Ruminant Research*, 204, 106515.
- Dongyun, X. I. N., Yangyang, B. A. I., Yi, B. I., Libang, H. E., Yuxin, K. A. N. G., Chuanying, P. A. N., ... & Xianyong, L. A. N. (2021). Insertion/deletion variants within the IGF2BP2 gene identified in reported genome-wide selective sweep analysis reveal a correlation with goat litter size. *Journal of Zhejiang University. Science. B*, 22(9), 757.
- Gu, B., Sun, R., Fang, X., Zhang, J., Zhao, Z., Huang, D., ... & Zhao, Y. (2022). Genome-wide association study of body conformation traits by whole genome sequencing in Dazu Black Goats. *Animals*, 12(5), 548.
- Kang, Z., Bai, Y., Lan, X., & Zhao, H. (2021). Goat AKAP12: Indel mutation detection, association analysis with litter size and alternative splicing variant expression. *Frontiers in Genetics*, 12, 648256.
- Kang, Z., Jiang, E., Wang, K., Pan, C., Chen, H., Yan, H., ... & Lan, X. (2019). Goat membrane associated ring-CH-type finger 1 (MARCH1) mRNA expression and association with litter size. *Theriogenology*, 128, 8-16.
- Kim, J. M., Choi, J. S., Kim, Y. H., Jin, S. H., Lim, S., Jang, H. J., ... & Suh, P. G. (2013). An activator of the cAMP/PKA/CREB pathway promotes osteogenesis from human mesenchymal stem cells. *Journal of cellular physiology*, 228(3), 617-626.

- Lee, K. S., Kim, H. J., Li, Q. L., Chi, X. Z., Ueta, C., Komori, T., ... & Bae, S. C. (2000). Runx2 is a common target of transforming growth factor β 1 and bone morphogenetic protein 2, and cooperation between Runx2 and Smad5 induces osteoblast-specific gene expression in the pluripotent mesenchymal precursor cell line C2C12. *Molecular and cellular biology*.
- Li, J., Erdenee, S., Zhang, S., Wei, Z., Zhang, M., Jin, Y., ... & Lan, X. (2018). Genetic effects of PRNP gene insertion/deletion (indel) on phenotypic traits in sheep. *Prion*, 12(1), 42-53.
- Liu, X., Ma, L., Wang, M., Wang, K., Li, J., Yan, H., ... & Lan, X. (2020). Two indel variants of prolactin receptor (PRLR) gene are associated with growth traits in goat. *Animal Biotechnology*, 31(4), 314-323.
- Lu, C. D. (2023). The role of goats in the world: Society, science, and sustainability. *Small Ruminant Research*, 227, 107056.
- Lüleyap, H. Ü. (2020). Moleküler genetiğin esasları. Akademisyen Kitabevi.
- Meza-Herrera, C. A., Menendez-Buxadera, A., Serradilla, J. M., Lopez-Villalobos, N., & Baena-Manzano, F. (2019). Estimates of genetic parameters and heterosis for birth weight, one-month weight and litter size at birth in five goat breeds. *Small Ruminant Research*, 174, 19-25.
- Mohammadabadi, M., Bordbar, F., Jensen, J., Du, M., & Guo, W. (2021). Key genes regulating skeletal muscle development and growth in farm animals. *Animals*, 11(3), 835.
- Olfaz, M. (1997). Karayaka koyunlarının et verimlerinin artırılmasında yerli ve yabancı genotiplerden yararlanma imkanları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Samsun.
- Özdemir, F., & Keskin, M. (2018). Kilis ve Gaziantep illerinde yetiştirilen Kilis keçilerinin bazı morfolojik ve fizyolojik özellikler bakımından karşılaştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1), 115-123.
- Porter, J., Berkahn, J., & Zhang, L. (2015). A comparative analysis of read mapping and indel calling pipelines for next-generation sequencing data. *Emerging Trends in Computational Biology, Bioinformatics, and Systems Biology*, 521-535.
- Rubino, D., Driggers, P., Arbit, D., Kemp, L., Miller, B., Coso, O., ... & Segars, J. (1998). Characterization of Brx, a novel Dbl family member that modulates estrogen receptor action. *Oncogene*, 16(19), 2513-2526.
- Saleh, A. A., Xue, L., & Zhao, Y. (2023). Screening Indels from the whole genome to identify the candidates and their association with economic traits in several goat breeds. *Functional & Integrative Genomics*, 23(1), 58.
- Silpa, M. V., Naicy, T., Aravindakshan, T. V., Radhika, G., Boswell, A., & Mini, M. (2018). Sirtuin3 (SIRT3) gene molecular characterization and SNP detection in prolific and low prolific goat breeds. *Theriogenology*, 122, 47-52.

- Song, X., Bai, Y., Yuan, R., Zhu, H., Lan, X., & Qu, L. (2023). InDel and CNV within the AKAP13 gene revealing strong associations with growth traits in goat. *Animals*, 13(17), 2746.
- Sun, X., Jiang, J., Wang, G., Zhou, P., Li, J., Chen, C., ... & Ren, H. (2023). Genome-wide association analysis of nine reproduction and morphological traits in three goat breeds from Southern China. *Animal bioscience*, 36(2), 191.
- Wang, C., Ren, Z., Liu, X., Song, X., Shi, L., Kang, H., ... & Hua, J. (2024). The goat PRLR gene: mRNA expression, association analysis of InDel variants with body weight and growth traits. *Gene*, 149081.
- Wang, K., Hui, Y., Zhang, S., Wang, M., Yan, H., Zhu, H., ... & Pan, C. (2020). A deletion mutation within the ATBF1 gene is strongly associated with goat litter size. *Animal Biotechnology*, 31(2), 174-180.
- Wang, K., Yan, H., Xu, H., Yang, Q., Zhang, S., Pan, C., ... & Lan, X. (2018b). A novel indel within goat casein alpha S1 gene is significantly associated with litter size. *Gene*, 671, 161-169.
- Wang, P., Li, Y., Meng, T., Zhang, J., Wei, Y., Meng, Z., ... & Sui, L. (2018a). KDM6A promotes chondrogenic differentiation of periodontal ligament stem cells by demethylation of SOX9. *Cell Proliferation*, 51(3), e12413.
- Wang, X., Yang, Q., Wang, K., Zhang, S., Pan, C., Chen, H., ... & Lan, X. (2017). A novel 12-bp indel polymorphism within the GDF9 gene is significantly associated with litter size and growth traits in goats. *Anim. Genet*, 48(6), 735-736.
- Wijayanti, D., Zhang, S., Yang, Y., Bai, Y., Akhatayeva, Z., Pan, C., ... & Lan, X. (2022). Goat SMAD family member 1 (SMAD1): mRNA expression, genetic variants, and their associations with litter size. *Theriogenology*, 193, 11-19.
- Yang, Q., Yan, H., Li, J., Xu, H., Wang, K., Zhu, H., ... & Lan, X. (2017). A novel 14-bp duplicated deletion within goat GHR gene is significantly associated with growth traits and litter size. *Animal Genetics*, 48(4).
- Zhang, S., Gao, X., Jiang, Y., Shen, Y., Xie, H., Pan, P., ... & Jiang, Q. (2021). Population validation of reproductive gene mutation loci and association with the litter size in Nubian goat. *Archives Animal Breeding*, 64(2), 375-386.
- Zhang, S., Jiang, E., Wang, K., Zhang, Y., Yan, H., Qu, L., ... & Pan, C. (2019). Two insertion/deletion variants within SPAG17 gene are associated with goat body measurement traits. *Animals*, 9(6), 379.
- Zhang, Y., Cui, W., Yang, H., Wang, M., Yan, H., Zhu, H., ... & Pan, C. (2019a). A novel missense mutation (L280V) within POU1F1 gene strongly affects litter size and growth traits in goat. *Theriogenology*, 135, 198-203.
- Zhang, Y., Wang, K., Liu, J., Zhu, H., Qu, L., Chen, H., ... & Song, X. (2019b). An 11-bp indel polymorphism within the CSN1S1 gene is associated with milk performance and body measurement traits in Chinese goats. *Animals*, 9(12), 1114.