

Verimli Yarınlar

Tarımda Bilim ve Uygulama



Editörler

Prof. Dr. Halil BOLU

Doç. Dr. Ali Murat TATAR

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel

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

Birinci Basım / First Edition • © Temmuz 2025

ISBN • 978-625-5897-62-6

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

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

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

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

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruenyayinevi.com

e-mail: seruenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 42488

Verimli Yarınlar

Tarımda Bilim ve Uygulama

Editörler

Prof. Dr. Halil BÖLÜ¹

Doç. Dr. Ali Murat TATAR²



1 -Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü/ Diyarbakır-Sur TR 21280

2 -Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü/ Diyarbakır-Sur TR 21280

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

BÜYÜKBAŞLARDA HAYVAN REFAHININ GÖRSEL SKORLAMALARA BAĞLI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Murat TURAN, Ahmet Fatih DEMİREL,
Ali Murat TATAR,
Selçuk Seçkin TUNCER, Hasan ÇELİKYÜREK 9

Bölüm 2

ADAPTATION STRATEGIES FOR CLIMATE CHANGE IN ANIMAL HUSBANDRY

Kadir KARAKUŞ, Fatma Mira GÜVEN 35

Bölüm 3

ADAPTATION OF TURKEY GOAT BREEDS AGAINST CLIMATE CHANGE

Kadir KARAKUŞ 47

Bölüm 4

İSTATİSTİK PROGRAMLARINDA FARKLI REGRESYON MODELLERİ İLE HAYVANCILIK VERİLERİNİN ANALİZİ

Muzaffer ÇEVİK 61

Bölüm 5

TARIMSAL AMAÇLI GÜNEŞ ENERJİLİ SULAMA SİSTEMLERİNDE POMPA, ENERJİ VE SU VERİMLİLİĞİ İLİŞKİSİ

Abdullah SESSİZ, Nadide SOLMAZ 75

Bölüm 6

HAYVAN GÜBRESİ ÜRETİM SÜRECİNDE MEKANİZASYON UYGULAMALARI VE GÜBRE DAĞITIM SİSTEMLERİ

F. Susen ÇEVİK , Abdullah SESSİZ 103

Bölüm 7

TRAKTÖR SÜRÜCÜLERİNE YÖNELİK ERGONOMİ VE KULLANICI KONFORU DEĞERLENDİRMESİ (ŞANLIURFA İLİ ÖRNEĞİ)

Muhittin Murat TURGUT 123

Bölüm 8

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ PAMUK TARIMINDA GÖRÜLEN ÖNEMLİ ZARARLILAR VE MÜCADELELERİ

Musa BÜYÜK 143

Bölüm 9

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ PAMUK TARIMINDA AVCI (PREDATÖR) BÖCEKLER VE ÖNEMLERİ

Musa BÜYÜK 167

Bölüm 10

NAR HASTALIKLARI

Serkan BAYMAN 189

Bölüm 11

ANKARA İLİNDE DIŞ MEKAN SÜS BİTKİLERİNDE BULUNAN YAPRAKBİTİ (HEMIPTERA: APHIDIDAE) TÜRLERİNİN BELİRLENMESİ

Aynur Kılıç KILINÇ, Mahmut Murat ASLAN 207

Bölüm 12

GAZİANTEP İLİ NURDAĞI YÖRESİ BİBER ALANLARINDA YEŞİLKURT *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER, 1808) POPULASYON TAKİBİ VE YAYGINLIĞININ BELİRLENMESİ

Mahmut Murat ASLAN 225

Bölüm 13

SOUTHEASTERN ANATOLIA REGION INSECT FAUNA III (ORDER LEPIDOPTERA III: SUPERFAMILY NOCTUOIDEA) OF TURKEY

Halil BOLU 239

”

Bölüm 1

BÜYÜKBAŞLARDA HAYVAN REFAHININ GÖRSEL SKORLAMALARA BAĞLI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Murat TURAN¹, Ahmet Fatih DEMİREL²,

Ali Murat TATAR³,

Selçuk Seçkin TUNCER⁴, Hasan ÇELİKYÜREK⁵

1 Arş. Gör. Dr. / Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Van, Türkiye, 65080. e-posta: muratturan@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9286-3046

2 Dr. Öğr. Üyesi / Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootečni Anabilim Dalı, Van, Türkiye, 65080. afatihdemirel@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7905-5850

3 Doç. Dr. / Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 21280, Sur-Diyarbakır, Türkiye, 21280. tatar@dicle.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-4993-2779

4 Doç. Dr. / Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Anabilim Dalı, Van, Türkiye, 65080. selcukseckintuncer@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8252-8009

5 Dr. Öğr. Üyesi / Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Anabilim Dalı, Van, Türkiye, 65080. hasancy@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-5154-7979

Giriş

Son yıllarda hayvan refahına yönelik toplumsal farkındalık ve bilimsel ilgi önemli ölçüde artmıştır (Weinrich et al., 2014; Sundrum, 2015). Hayvan refahı, yalnızca hayvanların fiziksel sağlığını değil, aynı zamanda psikolojik durumlarını da kapsayan, çevresel etkileşimleri ile birlikte değerlendirilen bir “iyi olma hali” olarak tanımlanmaktadır (Waiblinger et al., 2001). Bu kapsamda refah; yeterli beslenme, uygun barınak koşulları, hastalıkların önlenmesi ve hayvanın doğal davranışlarını sergileyebilme yeteneği gibi faktörleri içermektedir. Refah düzeyinde meydana gelen olumsuzluklar, özellikle süt verimi gibi üretkenlik parametreleri üzerinde ciddi düşüslere yol açabilmektedir (Islam et al., 2020; Gonzalez et al., 2022).

Çiftlik hayvanlarında hijyen, özellikle topallık ve mastitis gibi sağlık sorunlarıyla ilişkili olduğundan, hayvan refahının kritik bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Sığır refahının ölçülmesinde Napolitano et al. (2005), temizlik düzeyini belirlemek amacıyla genital bölge, meme arkası ve arka bacak bölgelerini dikkate alan inek hijyen puanı sistemini önermiştir. Ayrıca, bacak temizliği değerlendirmeleri, topallık ile sürü hijyeni arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayabilmektedir (Solano et al., 2015; Alsaaod et al., 2019). Yetiştiriciler tarafından bilinçsiz veya özensiz şekilde uygulanan bakım ve yönetim pratikleri, et, süt ve yumurta üretimi amacıyla yetiştirilen milyonlarca hayvanın refahını ciddi biçimde tehdit etmektedir (Demirel & Çak, 2016; Ventura et al., 2020).

Topallık, süt sığırlarında en yaygın görülen ve ciddi sonuçlar doğuran refah sorunlarından biridir. Yürüyüş bozukluklarının büyük çoğunluğu ağrıya bağlı olarak gelişmekte ya da doğrudan ağrıdan kaynaklanmaktadır (O’Callaghan et al., 2002). Topallık yaşayan ineklerde yatma süresinin arttığı, yem tüketiminin azaldığı ve normal davranış örüntülerinin bozulduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Hassall et al., 1993; Juarez et al., 2003; Chapinal et al., 2014). Bu durum yalnızca refah açısından değil, aynı zamanda ekonomik açıdan da ciddi maliyetlere yol açmaktadır. Nitekim topallık; süt veriminde azalmaya (Green et al., 2002), doğurganlıkta düşüşe (Garbarino et al., 2004; Hultgren et al., 2004) ve artan tedavi maliyetlerine neden olarak sürü düzeyinde önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Kossaibati & Esslemont, 1997; Booth et al., 2004; Randall et al., 2015).

Tablo 1. Gözlemsel Skorlama Yöntemlerinin Avantaj ve Dezavantajları
(Sprecher ve ark., 1997; Winckler ve Willen, 2001; Engel et al., 2003).

Avantajlar	Açıklama	Dezavantajlar	Açıklama
Ekonomik ve pratik olması	Uygulama için fazla alet ve ekipmana ihtiyaç duyulmaz. Doğrudan uygulanabilir niteliktedir.	Öznel olması	Yöntemi uygulayan kişinin deneyimine ve bakış açısına bağlı olarak yanıltıcı sonuçlar alınabilir.
Kısa sürede sonuç elde edilmesi	Özellikle büyük ölçekli işletmelerde hızlı bir şekilde uygulanabilir ve kısa sürede sonuç verir.	Sürekli takip gerektirmesi	Düzenli olarak yapılmadığı sürece istenmeyen durumlarla karşılaşılabilir.
Güvenilir olması	Eğitilmiş ve uzman kişilerce uygulandığında doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilebilir.	Eğitim gerektirmesi	Skorlamaları uygulayacak kişinin eğitimli ve alanında uzman olmaması problemler yaratabilir.
Verimliliği artırması	Düzenli olarak yapılan skorlamalar, işletmenin hem ekonomik kazanç sağlamasına hem de potansiyel kayıpların önlenmesine yardımcı olur.	Eksik veya yetersiz veri riski	Yöntem, sürekli ve sistematik olarak uygulanmadığında yeterli veri sağlanamayabilir; bu da analizlerde eksik veya hatalı sonuçlara yol açabilir.
		Hayvana temas gerektirmesi	Hayvana temas gerektirecek skorlamalar hayvanda stres seviyesini yükseltebilir hem de zoonoz hastalıkların bulaşını arttırabilir.

Büyükbaş hayvanlarda görsel ve gözleme dayalı skorlamalar hayvanların sağlık durumu, verimliliği, üreme performansı ve genel fizyolojik halleri ile genel durumları hakkında yetiştiriciye önemli bilgiler sunmakta ve hastalıkların erken teşhisine olanak sağlayarak, ileride meydana gelebilecek verim kayıplarının ve sağlık problemlerinin önüne geçilmesine katkı sağlamaktadır. Bu tür skorlamalar genellikle doğrudan gözlem yoluyla gerçekleştirilmekte olup; düşük maliyetli, özel ekipman gerektirmeyen, pratikliği yüksek ve doğru uygulandığında işletmeye ekonomik fayda sağlayan yöntemlerdir (Tablo 1).

Görsele dayalı testlere ek olarak davranış testleri kapsamında uygulanan mizaç skorumaları da işletmelerde uygulanabilir. Bu testler

aracılığıyla, hayvanların mizaç özellikleri değerlendirilebilir ve bireysel davranış farklılıklarına dayalı refah analizleri yapılabilir.

Bu çalışmanın temel amacı, çeşitli skorlamaların yöntemsel çerçevesini ortaya koyarak, literatürdeki konumunu değerlendirmek ve yetiştiricilere sürü yönetimi ile hayvan refahını artırmaya yönelik katkı sunmaktır.

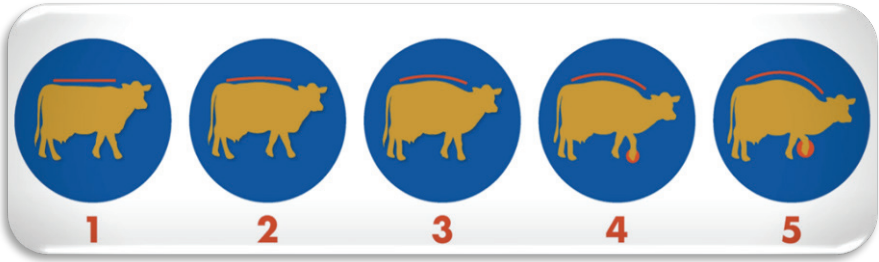
Topallık Skorlaması

Süt sığırlarında görülen ayak hastalıkları, hayvan refahı ve üretim verimliliği açısından önemli sorunlar arasında yer almaktadır. Özellikle topallık (laminitis), hem hayvanın yaşam kalitesini düşüren hem de süt veriminde azalma, üreme problemleri, tedavi masrafları ve erken sürüden çıkarma gibi ciddi ekonomik kayıplara yol açan bir sağlık sorunudur (Whay et al., 2003; Randall et al., 2015).



Şekil 1. Topal olmayan (sağda) ve topal (solda) ineklerin diz duruşu (Sadiq et al., 2017).

Topal inekler; sağlıklı bireylerden farklı davranışlar sergileyerek, daha uzun süre yatma, sağım sırasında geride kalma, sıklıkla ayak kaldırma ve vücut ağırlığını ayaklar arasında sürekli olarak değiştirme eğilimindedirler (Chapinal et al., 2009). Bu davranışlar, topallığın erken döneminde tespiti ve müdahalesi açısından önemli ipuçları sunmaktadır. Topallık skorlaması (lameness scoring), bu davranışsal değişimleri nesnel olarak değerlendiren pratik bir yöntem olup, sürü bazında refah düzeyinin ve çevresel koşulların değerlendirilmesinde de yaygın şekilde kullanılmaktadır (Yaylak, 2008; Flower & Weary, 2006).



Şekil 2. Topallık skorlaması görseli (Sprecher et al., 1997)

Tablo 2. Sığırlarda topallık skoru ve değerlendirme kriterleri (Sprecher et al., 1997)

Topallık Skoru	Klinik Tanımlama	Sırtın Duruşu* Durma- Yürüme	Değerlendirme Ölçütleri
1	Normal	 Düz  Düz	Sırt çizgisi hem ayakta hem yürürken düz, yürüyüş normal
2	Hafif topal	 Düz  Kambur	Sırt çizgisi durma anında düz, yürüme anında kambur, yürüyüş normal
3	Orta düzeyde topal	 Kambur  Kambur	Sırt durma ve yürüme anında kambur, yürürken bir veya daha fazla bacakta kısa adım atma
4	Belirgin Topal	 Kambur  Kambur	Sırt hep kambur, adım atış temkinli, bir veya daha fazla bacağın üzerine basamama
5	İleride Düzey Topal	 Aşırı kambur  Aşırı kambur	Yalnızca 3 bacak üzerinde yürüme, belirgin ağrı, bir veya daha fazla bacağa yük verememe

*İneğin durma veya yürüme esnasında sırt şekli (- işareti sırtın düz, ∩ işareti ise kamburluğu ifade eder)

Topallığın belirlenmesinde başlıca iki yöntem mevcuttur: subjektif ve objektif değerlendirmedir (Tablo 2, Şekil 2). Daha önce insan ve at üzerinde yapılan çalışmalarda yaygın olarak kullanılan objektif yöntemler, son yıllarda sığırlarda da uygulanmaya başlanmıştır. Subjektif yöntemler, deneyimli gözlemcilerin hayvanın yürüyüş paternini ve davranışsal özelliklerini değerlendirmesine dayanır. En yaygın kullanılan sistemlerden biri Sprecher et al. (1997) tarafından geliştirilen beş kademeli topallık skorlamasıdır.

Objektif yöntemler ise teknolojik araçlar kullanılarak hayvanın yürüyüş paternindeki değişimlerin sayısal olarak analiz edilmesini sağlar. Özellikle hız, adım uzunluğu, yerle temas süresi gibi parametreler sensör, video analiz sistemleri, kuvvet plakaları veya hız ölçerlerle değerlendirilmektedir (Van Nuffel et al., 2015; Alsaad et al., 2019). Bu yöntemler subjektif değerlendirmenin sınırlılıklarını aşmak ve daha doğru teşhis sağlamak adına önemli avantajlar sunmaktadır.

Topallığın prevalansı %20'nin üzerine çıkan sürülerde hem verimlilik hem de refah açısından ciddi sorunlar yaşanabilir (Cook & Nordlund, 2009). Bu nedenle düzenli aralıklarla yapılan topallık skorlaması, erken müdahale imkânı tanıyarak üretici kayıplarını azaltır. Ayrıca, zemin tipi, barınak yapısı, yatak konforu, yemleme gibi çevresel faktörlerle topallık arasında güçlü bir ilişki olduğu bilinmektedir (Espejo et al., 2006). Bu nedenle, topallığın izlenmesi, yalnızca hayvan sağlığı açısından değil, işletme yönetimi stratejilerinin başarısını izlemek açısından da önemlidir.

Hock Lezyon Skorlama

Süt sığırlarında diz (hock) bölgesinde görülen lezyonlar, barınak tasarımı ve zemin özellikleri gibi çevresel faktörlerin doğrudan bir yansıması olarak kabul edilmekte ve hayvan refahı düzeyinin değerlendirilmesinde önemli göstergelerden biri olarak kullanılmaktadır (Busato et al., 2000; Waiblinger et al., 2001). Hock lezyonları; tüy dökülmeleri, deride yaralar, ödemler, deri buruşması veya şişlikler gibi diz bölgesine özgü çeşitli patolojik değişiklikleri kapsamaktadır (Kielland et al., 2009; Brenninkmeyer et al., 2013).

Hock lezyonlarının değerlendirilmesi, hayvanların bireysel sağlık durumlarının izlenmesi kadar, barınak ergonomisinin ve altlık materyalinin etkinliğini belirleme açısından da büyük önem taşımaktadır. Özellikle yetersiz yatak materyali, zemin sertliği ve nem gibi çevresel koşullar, lezyon gelişimini doğrudan etkileyebilmektedir (Fulwider et al., 2007; Cook et al., 2008).

Norveç ve Kanada'da yapılan araştırmalar, süt sığırlarında diz lezyonlarının oldukça yaygın olduğunu göstermektedir. Kielland et al. (2009)

tarafından Norveç'te yürütülen bir çalışmada, ineklerin %61'inde diz lezyonu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Heyerhoff et al. (2014), Kanada'daki sürülerde bu oranı %62 olarak bildirmiştir. Freigang et al. (2023), topallık ile hock lezyonları arasında anlamlı bir ilişki olduğunu, özellikle yaşlı ve düşük vücut kondisyonuna sahip ineklerde lezyonların daha yaygın görüldüğünü belirtmiştir.

Yatma alanının konfor düzeyi, yatak materyalinin yumuşaklığı ve temizlik durumu, lezyon gelişiminde belirleyici faktörler arasındadır. Brenninkmeyer et al. (2013), zemin koşulları ile lezyon sıklığı arasındaki ilişkiyi ortaya koymuş ve topallık riskinin, diz lezyonları ile bağlantılı olarak arttığını ifade etmiştir. Ayrıca, hijyen düzeyi düşük olan ahırlarda cilt enfeksiyonlarının daha yaygın olduğu, bu durumun da diz bölgesinde yaralara neden olabileceği vurgulanmıştır (Weary & Taszkun, 2000).

Hock lezyonlarının sistematik olarak değerlendirilmesi amacıyla çeşitli puanlama sistemleri geliştirilmiştir. Kielland et al. (2009) tarafından önerilen sistem, yaygın olarak kullanılmakta olup lezyonun türü ve şiddetine göre yedi farklı kategori içermektedir.

Tablo 3. *Hock Lezyon Skorlaması (Kielland et al., 2009)*

Hock Lezyon Skorlama Puanları	Değerlendirme Ölçütleri
1	Değişiklik yok
2	Tüysüz bölge veya açık saç kırılması (cilt görünür), yara veya şişlik yok
3	Yarasız, kılsız veya kılsız şişlik (boyutta belirgin artış)
4	Şişlik olmadan, kılsız veya kılsız yara (deride kabuklanma veya transeksiyon)
5	Kılsızlık olsun veya olmasın şişlik ve yara
6	Her iki dizde de yüksek derecede kirlenme nedeniyle puan yok
7	Diğer nedenlerden dolayı her iki diz de değerlendirilemiyor



Şekil 3. Puanlama sistemi (Kielland ve ark., 2009)

Hock lezyonlarının izlenmesi ve skorlanması, düzenli sağlık kontrolleri, barınak koşullarının iyileştirilmesi ve uygun altlık materyalinin kullanımı ile lezyonların önlenmesinde etkili olmaktadır. Özellikle saman, talaş, kauçuk matlar gibi yumuşak ve kuru yatak materyalleri, lezyon gelişimini azaltıcı etkiye sahiptir (Fulwider et al., 2007). Ayrıca, ineklerin yatma sürelerinin uzaması, dinlenme alanının konforunu artırdığı gibi diz bölgelerine uygulanan basıyı da azaltarak lezyon oluşumunu engelleyebilir (Cook et al., 2008).

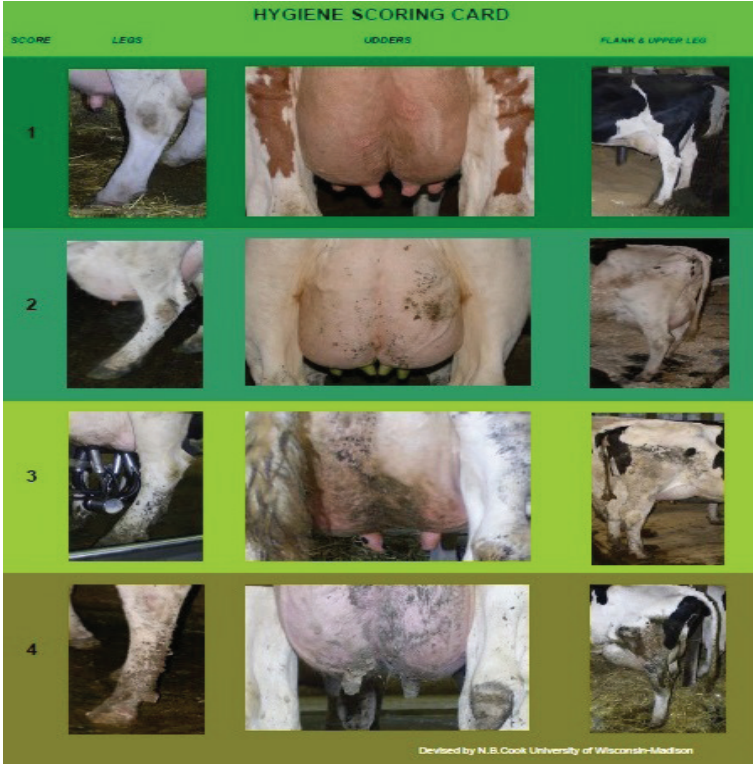
Vücut Hijyen/Kirlilik skorlaması

Süt endüstrisinde birçok alanda önemli gelişmeler yaşanmasına karşın, ineklerin temiz tutulması ve meme ucundaki bakteri seviyelerinin azaltılması konusunda sınırlı ilerleme kaydedilmiştir. Sürü büyüklüğündeki artışların kısıtlanmasında, yetersiz ahır tasarımı, işletme içi alanların etkin temizlenememesi, gübrenin uygun şekilde uzaklaştırılamaması, sağım çalışanları üzerindeki sağımhane verimliliği baskısı ile farklı altlık materyallerinin kullanımı ve değişkenliği gibi faktörler önemli ölçüde etkili olmaktadır (Cook, 2007).

Vücut hijyeninin değerlendirilmesine yönelik geliştirilen çeşitli puanlama sistemleri (Cook, 2002; Schreiner & Ruegg, 2003; Reneau et al., 2005), kötü hijyen koşullarının meme sağlığı problemlerine yol açtığını göstermek amacıyla kullanılmıştır (Şekil 4., Tablo 4).

Tablo 4. *Vücut hijyeni temizlik skorlaması puanlama sistemi.*
(Cook, 2002; Reneau et al., 2005)

Hijyen Skorlama	Değerlendirme Ölçütü	Örnek Görseller
1.Puan (Temiz)	Temiz, az ya da hiçbir gübre kalıntısı bulunmaz.	
2.Puan (Hafif Temiz)	Genel görüntü temizdir, sadece hafif gübre vardır. Kirlilik yüzey alanının %2-10'undadır.	
3.Puan (Kirli)	Kirli, gübre varlığı plaklar şeklindedir ve alanlarda belirgindir. Yüzey alanının %10-30'unda kirlilik mevcuttur.	
4.Puan (Çok kirli)	Çok kirli görüntü mevcuttur, gübre kalıplaşmış plaklar şeklindedir. Gübre alanın %30'undan fazlasını kaplamıştır.	



Şekil 4. Hijyen Temizlik Skorlama Kartı (Anonim, 2025a)

Meme Kondisyonu Skorlaması ve Meme Başı Temizlik Skorlaması

Süt sığırlarında meme morfolojisi, hem sağım kolaylığı hem de meme sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Meme konformasyonu, düşük mastitis olasılığı ve somatik hücre sayısı için dolaylı seleksiyon kriteri olarak kullanılmaktadır (Rogers et al., 1991; Lund et al., 1994). Uygun olmayan meme yapısı, kirli meme ve meme başları sağım öncesi temizlik süresini uzatarak daha fazla iş yükü doğurur, buda meme sağlığı açısından önemli bir risk faktörü oluşturmaktadır (Plesch & Knierim, 2012; Reneau et al., 2005).

Tablo 5. Sığır Eti Geliştirme Federasyonu (BIF) Tarafından Geliştirilen Meme Askısı ve Meme Ucu Boyutu Skorlamaları (Anonim, 2025b).

Skor	Meme Askısı		Meme Ucu Boyutu	
	Tanımlama	Örnek Görsel	Tanımlama	Örnek Görsel
9	Çok sıkı		Çok küçük	
7	Sıkı		Küçük	
5	Ortalama		Ortalama	
3	Sarkık		Büyük	
1	Aşırı sarkık		Çok büyük	

Her bir ineğin meme özelliklerini belirlemek amacıyla ön ve arka meme başı uzunluğu, meme başı kası skorlaması, meme ucu skorlaması, meme şeklinin skorlanması, deri durumu skorlaması, ön ve arka meme başlarının yerleşimi gibi skorlamalar gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada meme askısı, meme başı yerleşimi ve meme başı temizlik skorlamasına yer verilmiştir (Tablo 5 ve 6).

Meme yapısının değerlendirilmesine yönelik geliştirilen çeşitli skorlamalar; meme askısı, meme başı boyutu, meme başlarının yerleşimi, meme derisinin durumu ve genel meme şekli gibi unsurları kapsamaktadır. Bu değerlendirmeler hem süt verimi hem de sağlık parametrelerinin izlenmesinde önemli ölçütlerdir. Bu çalışmada ise özellikle **meme askısı, meme ucu boyutu ve meme başı temizlik skorlaması** ele alınmıştır.

Tablo 6. Meme başı temizlik skorlaması (Plesch & Knierim, 2012)

Skorlama	Değerlendirme Ölçütü	Örnek Görseller
0	Meme başı temiz, lekesizdir.	
1	Meme başında hafif lekeler mevcuttur.	
2	Meme başında belirgin lekeler ve etrafı ıslaktır.	
3	Meme başında lekeler oldukça fazladır ve etrafı ıslaktır.	

Bu skorlamalar, meme yapılarının üreme ve üretim açısından ideal düzeyde olup olmadığını belirlemede rehber niteliğindedir. Örneğin, çok sarkık memeler sağım makinelerine uyumda güçlük yaratabilirken, çok büyük meme uçları travmaya ve kontaminasyona açık hale gelmektedir. Meme başı temizlik skorlaması, sağım öncesi hijyen uygulamalarının etkinliğini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Skor 0, ideal temizlik seviyesini temsil ederken, skor 3 yüksek düzeyde kontaminasyonun varlığına işaret etmektedir. Temiz meme başları mastitis riskini azaltmada kritik rol oynamaktadır.

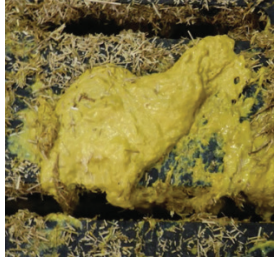
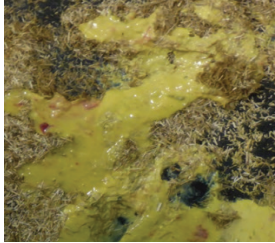
Dışkı Skorlaması

Süt ve besi sığırı yetiştiriciliğinde ishal, özellikle buzağılarda en yaygın görülen morbidite ve mortalite nedenlerinden biridir (Pardon et al., 2012; Urie et al., 2018). İshal, yalnızca buzağı sağlığını değil; büyüme performansını, ilk buzağılama yaşını ve laktasyon dönemindeki süt verimini de olumsuz etkilemektedir (Waltner-Toews et al., 1986; Windeyer et al., 2014).

Dışkı skorlaması, hayvanın sindirim sistemi sağlığına dair önemli ipuçları sağlayan pratik bir değerlendirme yöntemidir. Bu skorlar; sindirilebilir karbonhidratlar, lif, protein dengesi ve su tüketimi gibi gastro-intestinal parametrelerin değerlendirilmesinde kullanılır (Ortenzi et al., 2023). Dışkı formu ve kıvamı, rasyon içeriği ile doğrudan ilişkilidir. İlk dışkı skorlaması sistemi, Larson et al. (1977) tarafından geliştirilmiş ve buzağılara yönelik olarak uygulanmıştır. Sonraki yıllarda, yetişkin sığırlar için de ayrı dışkı skorlama sistemleri ortaya konmuştur (Ireland-Perry & Stallings, 1993; Renaud et al., 2020).

Dışkı durumu puanları ve dışkı rengi, rasyonun sindirilebilirliği ve gastrointestinal sistemin sağlık durumu hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Özellikle dışkıdaki değişimler, yem rasyonlarında yapılan düzenlemelerin değerlendirilmesinde rehber niteliğindedir (Ortenzi et al., 2023). Dışkı analizinde en önemli parametrelerden biri dışkı rengidir. Dışkının rengi, doğrudan hayvanın tükettiği yem içeriğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin, inekler taze yeşil yem tükettiğinde dışkı koyu yeşil, saman ağırlıklı rasyon tüketiminde ise zeytin-kahve rengi renkte görülür. Eğer rasyonda yüksek miktarda tahıl bulunuyorsa, dışkı zeytin-sarı bir renge sahip olur (Kononoff & Heinrichs, 2003). Ireland-Perry & Stallings (1993) tarafından geniş getiren hayvanlara yönelik olarak geliştirilen dışkı skorlama sistemi Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 7. *Buzağı Dışkı Skorlaması Sistemi (Larson et al., 1977)*

Skorlama	Değerlendirme Ölçütü	Örnek Görseller*
0 puan (normal)	Sert olmayan fakat yere düştüğünde hafifçe yapı bozulur.	
1 puan (yumuşak)	Yapısını koruyamaz ve hafifçe yayılım gösterir.	
2 puan (Akışkan)	Kolayca yayılım gösterir.	
3 puan (Sulu)	Sulu kıvam ve sıçrar.	

*Örnek Görseller; Renaud et al., (2020).

Tablo 8. Yetişkin Sığırlara Yönelik Dışkı Skorlaması Sistemi (Ireland-Perry & Stallings, 1993)

Dışkı Skorlama	Değerlendirme Ölçütleri
Puan 1	Dışkı yeşil sıvı kıvamındadır, aşırı protein veya nişasta bu puana yol açabilir.
Puan 2	Yere veya beton zemine çarptığında püsküren çok sıvı dışkı; merada beslenen veya düşük lifli diyetle beslenen veya etkili lif eksikliği olan inekler bu puanı gösterebilir.
Puan 3	İdeal puan! Dışkı, pürüzlü benzeri bir görünüme sahiptir, 3 ile 5 cm kadar yığılır, birkaç eş merkezli halka, ortada küçük bir çöküntü veya çukur vardır, beton zeminlere çarpar ve bir cup sesi çıkarır ve ayakkabınızın ucuna yapışacaktır.
Puan 4	Dışkı daha kalındır, ayakkabınıza yapışacak ve 5 cm fazla istiflenecektir. Kurudaki inekler ve genç inekler bu tür dışkıya sahip olabilir (bu, düşük kaliteli yemlerin beslendiğini ve / veya protein sıkıntısı olduğunu yansıtabilir). Rasyona daha fazla tane yem veya protein kaynağı eklemek bu dışkı skorunu düşürebilir.
Puan 5	Dışkı katı peletler halinde görülür; samanla besleme veya aşırı sıvı kaybı bu derecelendirmeye katkıda bulunur.

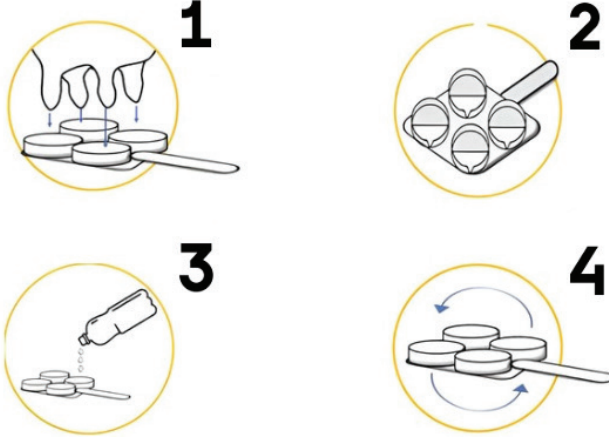
Dışkı skoru, hayvanların yemden yararlanma düzeyini ve bağırsak sağlığını izlemek açısından yararlı ve düşük maliyetli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca modern çiftlik yönetiminde, bu tür görsel skorlamalar; rasyon formülasyonu, geçiş dönemi yönetimi ve sağlık takibi gibi birçok alanda karar destek sistemi olarak kullanılmaktadır (Vasseur et al., 2007; Giallongo et al., 2022).

Mastitis Teşhis (CMT) Testi

Mastitis, ineklerde meme bezinin bakteriyel enfeksiyon sonucu iltihaplanmasıyla ortaya çıkan, hayvanın sağlık ve refahını olumsuz etkileyen önemli bir hastalıktır. Bu enfeksiyon, patojen türüne, laktasyon dönemine ve mastitisin klinik ya da subklinik formda olmasına bağlı olarak değişen düzeylerde süt verimi kaybına yol açmaktadır (Heikkilä et al., 2018). Mastitis, klinik ve subklinik olmak üzere iki formda görülebilir. Klinik formda gözle görülür meme değişiklikleri ve süt bozuklukları izlenirken; subklinik formda belirgin klinik bulgu olmaksızın süt kalitesi etkilenir ve enfeksiyonun varlığı sadece dolaylı tanı yöntemleriyle belirlenebilir (Andersen et al., 2019).

Subklinik mastitisin tanısında en yaygın kullanılan göstergelerden biri, somatik hücre sayısıdır (SHS). Sağlıklı bir süt bezinde SHS düzeyi genellikle 100.000 hücre/mL'nin altındadır. Bu değer 200.000 hücre/

mL'nin üzerine çıktığında, enfeksiyon riski belirgin şekilde artmaktadır (Huhtanen et al., 2021; Schukken et al., 2003). Bu bağlamda, sahada pratik ve hızlı sonuç veren tanı yöntemleri büyük önem taşımaktadır.



Şekil 5. CMT Mastitis test aşamaları

California Mastitis Testi (CMT), subklinik mastitisin hızlı ve düşük maliyetli teşhisinde yaygın olarak kullanılan, kantitatif olmayan bir testtir. Testin amacı, süt örneğindeki somatik hücre düzeyine bağlı olarak jel benzeri bir reaksiyonun oluşup oluşmadığını gözlemlemektir. Test, her biri meme lobuna ait süt örneklerinin yerleştirildiği dört bölmeli plastik bir kürekle gerçekleştirilir. Her bölmeye alınan süt örneğinin fazlası dö-küldükten sonra CMT test solüsyonu eklenir. Sonrasında plastik kürek yatay düzlemde dairesel hareketlerle döndürülerek süt ve solüsyonun karışması sağlanır. Pozitif reaksiyonlar, alkaliteyi gösteren yeşilimsi-mavi renk oluşumuyla belirlenir (Sarma & Hussain, 2021).

Test sonucunda karışımın fiziksel görünümüne göre değerlendirme yapılır (Abed et al., 2021):

- **Negatif:** Karışım sıvı halde kalır, çökelti eğilimi göstermez.
- **Zayıf pozitif:** Belirgin bir çökelti görülür, ancak jel kıvamı oluşmaz.
- **Belirgin pozitif:** Jel oluşumu gözlenir.
- **Güçlü pozitif:** Jel yapısı test kabının tabanına yapışır, döndürme sırasında merkezde tepe benzeri bir yapı oluşur.

İneklerden alınan dört meme lobundan en az birinde pozitif sonuç elde edilirse, hayvan CMT pozitif olarak kabul edilir. Aynı şekilde, sürüdeki en az bir inekte pozitiflik tespit edilmesi durumunda, sürü genel olarak CMT pozitif sayılmaktadır (Argaw, 2016).

CMT'nin avantajları arasında pratikliği, düşük maliyeti ve saha koşullarına uygunluğu öne çıkarken; testin subjektif değerlendirmeye dayalı olması ve gözlemciler arası farklılıklar göstermesi ise sınırlayıcı faktörler olarak değerlendirilmektedir (Pillai et al., 2022).

Görsel Skorlamalar ile İlişkili Çalışmalar

Süt sığırlarında çeşitli görsel skorlama yöntemlerine dayalı olarak gerçekleştirilen literatür çalışmaları Tablo 9'da özetlenmekte ve bu skorlamaların hayvan sağlığı, refahı ve süt verimi ile olan ilişkisini çok boyutlu biçimde ortaya koymaktadır.

Tablo, görsel skorlama sistemlerinin süt sığırcılığında hayvan refahı, sağlık durumu ve üretim verimliliğiyle ilişkili çeşitli göstergeleri belirlemede etkin bir araç olarak kullanıldığını göstermektedir. Topallık, hijyen/kirlilik durumu, vücut hijyeni ve mastitis gibi farklı parametrelerin hem bireysel hayvan sağlığı hem de sürü düzeyinde izleme ve yönetim açısından anlamlı bilgiler sunduğu vurgulanmaktadır.

Genel olarak Tabloda sunulan bulgular, görsel skorlama sistemlerinin yalnızca izleme aracı olarak değil, aynı zamanda yönetsel kararların desteklenmesinde bilimsel dayanak sağlayan değerli göstergeler olduğunu ortaya koymaktadır. Literatürdeki bu çeşitlilik, farklı koşullar ve üretim sistemlerinde bu skorlamaların uyarlanabilirliğini ve uygulanabilirliğini göstermektedir.

Tablo 9. Görsel skorlamalara bağlı olarak yapılmış literatür çalışmaları

Skorlama	Çalışma Sonuçları	Kaynak Bildirileri
Topallık	Topallığın, vücut durumu, diz durumu, bacak hijyeni ve yatma-uzanma davranışı gibi davranış değişiklikleri ile önemli ilişkileri olduğunu ve ayrıca bu ölçümlerin süt ineklerinde refahın değerlendirilmesinde hayvan temelli göstergeler olarak kabul edildiğini belirtmişlerdir.	Sadiq et al., (2017)
Hock Lezyonu	Yazarlar, total ineklerin diz lezyonlarına sahip olma olasılığının daha yüksek, yaşın artmasıyla ve vücut kondisyonunun azalmasıyla birlikte diz lezyonlarının görülme olasılığının da arttığını bildirmişlerdir.	Freigang et al., (2023)
Hijyen/ Kirlilik skorlaması	Yazarlar, süt sığırlarında ayak hastalıklarının genetik kalıtsal yatkınlık olasılığının düşük olduğunu (%15-20) iyi bir ayak sağlığının büyük oranda uygun bakım, barınak, beslenme, hijyen vb. gibi koruyucu önlemlerle sağlanabileceğini belirtmişlerdir.	İzci ve Erdal (2021)
Vücut Hijyen/ Kirlilik Skorlaması	Yazarlar, vücudun arka bacak alt ve üst kısım ile karın bölgesinin temizlik skoru ile günlük süt verimi arasında; kuyruk ve arka bacak alt kısım temizlik skoru ile süt laktoz oranı arasında yüksek korelasyon olduğu bildirmiş ($p < 0.05$) ve çalışmada günlük süt veriminin ineklerin kuyruklarındaki kirlilikte etkili olabileceği ve kuyruk kirliliğinin süt laktoz oranında düşüşe sebep olabileceği sonucuna varmışlardır.	Çelebi ve Akdağ, (2022)
Topallık, Hijyen Skorlama	Yazarlar, serbest durakta barındırılan ineklerin hareket skorunu (topallık), beton yataкта bağlı duraktan daha düşük bulmuşlardır ($p < 0.05$). Hareket puanı yalnızca serbest duraklayan sürülerde farklı yataklama malzemeleri arasında karşılaştırılmış ve bu çalışmada beton, kum veya kauçuk yataklama üzerindeki ortalama hareket puanları arasında önemli bir fark olmadığı, Hijyen puanı ortalaması yüksek olan sürülerin hareket puanı ortalamasının da yüksek olduğu ($r = 0.649$, $p < 0.01$) ve plasentanın korunması ve tekrar üremenin topallığa bağlı olduğunu bildirmişlerdir.	Kara ve ark., (2011)
Vücut Hijyen Skorlaması, Meme Kondisyon skorlaması ve Mastitis (CMT)	Yazarlar çalışmada hijyen skorları ile pozitif bakteri kültürü şansı arasında anlamlı bir korelasyon bulunmadığını ($p > 0,05$), ancak meme hijyen skoru ile çevresel bakteri izolasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunduğunu bildirmişlerdir ($p < 0,05$). SHS veya CMT ile vücudun tüm bölgelerinin hijyen skorları arasında ve benzer şekilde sağım öncesi hazırlıktan sonraki meme başı temizlik skoru ile iki ardışık ayda SHS arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Son olarak yazarlar, meme hijyen skorlamasının çevresel bakterilerin neden olduğu meme içi enfeksiyonları tahmin etmede yararlı bir araç olduğunu bildirmişlerdir.	Rajabi et al., (2017)

Genel olarak Tabloda sunulan bulgular, görsel skorlama sistemlerinin yalnızca izleme aracı olarak değil, aynı zamanda yönetimsel kararların desteklenmesinde bilimsel dayanak sağlayan değerli göstergeler olduğunu ortaya koymaktadır. Literatürdeki bu çeşitlilik, farklı koşullar ve üretim sistemlerinde bu skorlamaların uyarlanabilirliğini ve uygulanabilirliğini göstermektedir.

Görsel skorlama sistemleri, yalnızca izleme aracı değil; aynı zamanda üretim optimizasyonu, hayvan sağlığı takibi ve refah yönetimi gibi uygulamalarda bilimsel karar destek aracı olarak değerlendirilmektedir. Literatürde sunulan çeşitlilik, bu skorlamaların farklı işletme yapıları ve çevresel koşullara göre esneklikle uygulanabileceğini göstermektedir (Knierim & Winckler, 2009; O'Callaghan et al., 2022).

Sonuçlar ve Öneriler

Güncel hayvan refahı değerlendirmelerinde, görsel ve gözleme dayalı skorlama sistemleri, subjektif değerlendirmelerin ötesinde, hayvanların fizyolojik ve davranışsal durumlarına ilişkin objektif veriler sunarak kritik bir rol oynamaktadır. Bu metodolojiler, hayvan refahını etkileyen çevresel ve yönetimsel faktörlerin belirlenmesinde, klinik belirtilerin erken teşhisinde ve koruyucu hekimlik uygulamalarının etkinliğinin değerlendirilmesinde vazgeçilmez bir araç olarak kabul edilmektedir. Zira, hayvanların genel sağlık durumları, hareket kabiliyetleri, vücut kondisyonları ve davranışsal tepkileri gibi parametrelerin düzenli ve sistematik bir şekilde gözlem ve skorlama ile kaydedilmesi, sürdürülebilir üretim sistemleri ve hayvan sağlığı yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi için bilimsel bir temel oluşturmaktadır. Bu yaklaşım, sadece hayvan refahı standartlarını yükseltmekle kalmayıp, aynı zamanda verimlilik ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından da işletmelere önemli katkılar sağlamaktadır. Bu kapsamda aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

- Hayvan refahı ve verimliliği üzerinde etkili olan önemli faktörlerden biri olan topallık seviyesi, sürü içinde düzenli olarak belirlenmelidir. Bu amaçla işletmede periyodik topallık ve lokomasyon testlerinin yapılması gereklidir. İşletme koşullarının iyileştirilmesi ile birlikte akıllı detektörler, adım sayarlar, ivmeölçerler ve sensör cihazlarının kullanımı, topallığın tespiti ve azaltılmasında önemli rol oynamaktadır.

- Sığır sağlığının korunması, yüksek somatik hücre sayısı içeren süt üretimi, mastitis ve laminitis gibi sağlık sorunlarının önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Düzenli tırnak kesimi, bilinçli ayak banyosu uygulamaları, vücut hijyeni ve meme konformasyonunun skorlanması ile mastitisin tespiti için California Mastitis Testi (CMT) gibi yöntemler hastalıkların kontrolünde etkin araçlardır.

- İşletmelerde verimi artırmak, aynı zamanda hayvan sağlığı ve refahını sürdürebilmek için hayvanların rahatça yatarak dinlenebileceğı, temiz, konforlu ve yeterli alanlar sağlanmalıdır. Ayrıca, biyogüvenlik önlemlerinin titizlikle uygulanması ile birçok hastalık ve bulaşıcı etkenin yayılımı engellenmelidir.
- Düzenli olarak işletmede yer alan hayvanların vücut kondisyon skorlamaları yapılarak hayvanların büyüme ve gelişmeleri takip edilmelidir.

Kaynaklar

- Abed, A. H., Menshawy, A. M., Zeinhom, M. M., Hossain, D., Khalifa, E., Wareth, G. & Awad, M. F. (2021). Subclinical mastitis in selected bovine dairy herds in North Upper Egypt: Assessment of prevalence, causative bacterial pathogens, antimicrobial resistance and virulence-associated genes. *Microorganisms*, 9(6), 1175. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9061175>
- Alsaad, M., Fadul, M. & Steiner, A. (2019). Automatic lameness detection in cattle. *Veterinary Journal*, 246, 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.02.009>
- Andersen, P. H., Heringstad, B. & Madsen, P. (2019). Mastitis in dairy cows: A review of diagnostic methods and genetic parameters. *Veterinary Research*, 50(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13567-019-0653-4>
- Anonim. (2025a). Hijyen Temizlik Skorlama Kartı. Erişim Tarihi: 15.05.2025. İnternet Erişim: <https://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/4hygiene/hygiene.pdf>
- Anonim. (2025b). Sığır eti geliştirme federasyonunun (BIF) geliştirmiş olduğu meme askısı ve meme ucu boyutu skorlamaları. Erişim Tarihi: 15.05.2025. İnternet Erişim: https://beefimprovement.org/wpcontent/uploads/2018/03/BIFGuidelinesFinal_updated0318.pdf
- Argaw, A. (2016). Review on epidemiology of clinical and subclinical mastitis on dairy cows. *Food Science and Quality Management*, 52(6), 56-65.
- Booth, C. J., Warnick, L. D., Gröhn, Y. T., Maizon, D. O., Guard, C. L. & Janssen, D. (2004). Effect of lameness on culling in dairy cows. *Journal of dairy science*, 87(12), 4115-4122. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73554-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73554-7)
- Brenninkmeyer, C., Dippel, S., Brinkmann, J., March, S., Winckler, C. & Knierim, U. (2013). Hock lesion epidemiology in cubicle housed dairy cows across two breeds, farming systems and countries. *Preventive Veterinary Medicine*, 109(3-4), 236-245. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.10.014>
- Busato, A., Trachsel, P. & Blum, J. W. (2000). Frequency of traumatic cow injuries in relation to housing systems in Swiss organic dairy herds. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 47(4), 221-229. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2000.00283.x>
- Çelebi, A. & Akdağ, F. (2022). The Relationship of Barn and Animal Hygiene with Milk Yield, Milk Composition and Mastitis in Holstein and Simmental Cows. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 7(4), 479-484. <https://doi.org/10.35229/jaes.1171750>
- Chapinal, N., de Passillé, A. M., Rushen, J. & Wagner, S. (2009). Automated methods for detecting lameness and measuring gait characteristics in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(6), 2619–2625. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1761>

- Chapinal, N., de Passillé, A. M., Rushen, J. & Wagner, S. (2014). Automated methods for detecting lameness and measuring animal welfare in dairy cattle. *Journal of Dairy Research*, 81(1), 1–11.
- Cook, N. B. (2002, September). The influence of barn design on dairy cow hygiene, lameness and udder health. In *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings* (pp. 97-103).
- Cook, N. B. (2007). Managing the modern dairy cow. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 23(2), 265–287.
- Cook, N. B. & Nordlund, K. V. (2009). The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *Veterinary Journal*, 179(3), 360–369.
- Cook, N. B., Bennett, T. B. & Nordlund, K. V. (2008). Effect of free stall surface on daily activity patterns in dairy cows with relevance to lameness prevalence. *Journal of Dairy Science*, 91(11), 4192–4203.
- Demirel, A. F. & Çak, B. (2016). The importance of animal welfare applications in food safety in terms of the relevant legislation in Turkey and the European Union. *Van Veterinary Journal*, 27, 111-116
- Engel, B., Bruin, G., Andre, G. & Buist, W. (2003). Assessment of observer performance in a subjective scoring system: visual classification of the gait of cows. *The Journal of Agricultural Science*, 140(3), 317-333.
- Espejo, L. A., Endres, M. I. & Salfer, J. A. (2006). Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, 89(8), 3052–3058.
- Flower, F. C. & Weary, D. M. (2006). Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. *Journal of Dairy Science*, 89(1), 139–146.
- Freigang, C., Jensen, K. C., Campe, A., Feist, M., Öhm, A., Klawitter, M., ... & Hoedemaker, M. (2023). Hock Lesions in Dairy Cows in Cubicle Housing Systems in Germany: Prevalence and Risk Factors. *Animals*, 13(18), 2919. <https://doi.org/10.3390/ani13182919>
- Fulwider, W. K., Grandin, T., Rollin, B. E., Engle, T. E., Dalsted, N. L. & Lamm, W. D. (2007). Survey of dairy management practices on one hundred thirteen North Central and Northeastern United States dairies. *Journal of Dairy Science*, 90(9), 4750–4758.
- Garbarino, E. J., Hernandez, J. A., Shearer, J. K., Risco, C. A. & Thatcher, W. W. (2004). Effect of lameness on ovarian activity in postpartum Holstein cows. *Journal of dairy science*, 87(12), 4123-4131. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73555-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73555-9)
- Giallongo, F., Oh, J., Bravo, D. M. & Harvatine, K. J. (2022). Effects of rumen-protected essential oils on feed intake, milk production, and energy partitioning in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 105(1), 734–749. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20921>
- Gonzalez, M., Meagher, R. K., von Keyserlingk, M. A. G. & Weary, D. M. (2022). Dairy cows value access to pasture as highly as fresh feed. *Biology Letters*, 18(1), 20210471.

- Green, L. E., Hedges, V. J., Schukken, Y. H., Blowey, R. W. & Packington, A. J. (2002). The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *Journal of dairy science*, 85(9), 2250-2256. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74304-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74304-X)
- Hassall, S. A., Ward, W. R. & Murray, R. D. (1993). Effects of lameness on the behaviour of cows during the summer. *The veterinary record*, 132(23), 578-580.
- Heikkilä, A. M., Liski, E., Pyörälä, S. & Taponen, S. (2018). Pathogen-specific production losses in bovine mastitis. *Journal of dairy science*, 101(10), 9493-9504. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14824>
- Heyerhoff, J. Z., LeBlanc, S. J., DeVries, T. J., Nash, C. G. R., Gibbons, J., Orsel, K., ... & Haley, D. B. (2014). Prevalence of and factors associated with hock, knee, and neck injuries on dairy cows in freestall housing in Canada. *Journal of dairy science*, 97(1), 173-184 <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6367>
- Huhtanen, P., Bayat, A., Lund, P. & Guinguina, A. (2021). Residual carbon dioxide as an index of feed efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(5), 5332-5344. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19370>
- Hultgren, J., Manske, T. & Bergsten, C. (2004). Associations of sole ulcer at claw trimming with reproductive performance, udder health, milk yield, and culling in Swedish dairy cattle. *Preventive veterinary medicine*, 62(4), 233-251 <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2004.01.002>
- Ireland-Perry, R. L. & Stallings, C. C. (1993). Fecal consistency as related to dietary composition in lactating Holstein cows. *Journal of dairy science*, 76(4), 1074-1082. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77436-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77436-6)
- Islam, M. A., Sharma, A., Ahsan, S., Mazumdar, S., Rudra, K. C. & Phillips, C. J. (2020). Welfare assessment of dairy cows in small farms in Bangladesh. *Animals*, 10(3), 394. <https://doi.org/10.3390/ani10030394>
- İzci, C. & Erdal, F. Ç. (2021). Süt sığırlarında topallık: verimlilik ve çiftlik ekonomisine etkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(2), 451-466.
- Juarez, S. T., Robinson, P. H., DePeters, E. J. & Price, E. O. (2003). Impact of lameness on behavior and productivity of lactating Holstein cows. *Applied animal behaviour science*, 83(1), 1-14. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00107-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00107-2)
- Kara, N. K., Galic, A. & Koyuncu, M. (2011). Effects of stall type and bedding materials on lameness and hygiene score and effect of lameness on some reproductive problems in dairy cattle. *Journal of Applied Animal Research*, 39(4), 334-338. <https://doi.org/10.1080/09712119.2011.607890>
- Kielland, C., Ruud, L. E., Zanella, A. J. & Østerås, O. (2009). Prevalence and risk factors for skin lesions on legs of dairy cattle housed in freestalls in Norway. *Journal of Dairy Science*, 92(11), 5487-5496. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2293>
- Knierim, U. & Winckler, C. (2009). On-farm welfare assessment in cattle: A

critical review. *Animal Welfare*, 18(4), 451–458.

- Kononoff, P. J. & Heinrichs, A. J. (2003). The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 86(7), 2438-2451. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73838-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73838-7)
- Kossabati, M. A. & Esslemont, R. J. (1997). The costs of production diseases in dairy herds in England. *The veterinary journal*, 154(1), 41-51. [https://doi.org/10.1016/S1090-0233\(05\)80007-3](https://doi.org/10.1016/S1090-0233(05)80007-3)
- Larson, L. L., Owen, F. G., Albright, J. L., Appleman, R. D., Lamb, R. C. & Muller, L. D. (1977). Guidelines toward more uniformity in measuring and reporting calf experimental data. *Journal of Dairy Science*, 60(6), 989-991. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(77\)83975-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(77)83975-1)
- Lund, T., Miglior, F., Dekkers, J. C. M. & Burnside, E. B. (1994). Genetic relationships between clinical mastitis, somatic cell count, and udder conformation in Danish Holsteins. *Livestock Production Science*, 39(3), 243-251. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(94\)90203-8](https://doi.org/10.1016/0301-6226(94)90203-8)
- Napolitano, F., Grasso, F., Bordi, A., Tripaldi, C., Saltalamacchia, F., Pacelli, C. & De Rosa, G. (2005). On-farm welfare assessment in dairy cattle and buffaloes: evaluation of some animal-based parameters. *Italian Journal of Animal Science*, 4(3), 223–231. <https://doi.org/10.4081/ijas.2005.223>
- O'Callaghan, K. A., Cripps, P. J. & Murray, R. D. (2002). 28. Behavioural indicators of pain associated with lameness in dairy cattle. *Research in Veterinary Science*, 72, 10.
- Ortenzi, L., Violino, S., Costa, C., Figorilli, S., Vasta, S., Tocci, F., ... & Bernabucci, U. (2023). An innovative technique for faecal score classification based on RGB images and artificial intelligence algorithms. *The Journal of Agricultural Science*, 161(2), 291-296. <https://doi.org/10.1017/S0021859623000114>
- Pardon, B., De Bleecker, K., Hostens, M., Callens, J., Dewulf, J. & Deprez, P. (2012). Longitudinal study on morbidity and mortality in white veal calves in Belgium. *BMC Veterinary Research*, 8, 1-15.
- Plesch, G. & Knierim, U. (2012). Effects of housing and management conditions on teat cleanliness of dairy cows in cubicle systems taking into account body dimensions of the cows. *animal*, 6(8), 1360-1368. <https://doi.org/10.1017/S1751731112000031>
- Rajabi, I., Taghavi Razavizadeh, A., Azizzadeh, M. & Khoramian Toosi, B. (2017). The investigation on the relationship between dairy cow hygiene scores and intramammary infections. *Iranian Journal of Veterinary Science and Technology*, 9(1), 12-16. <https://doi.org/10.22067/veterinary.v9i1.57689>
- Randall, L. V., Green, M. J., Chagunda, M. G. G., Mason, C., Archer, S. C. (2015). Low body condition predisposes cattle to lameness: Evidence from a longitudinal study in the UK. *Journal of Dairy Science*, 98(6), 3764–3775.
- Renaud, D. L., Buss, L., Wilms, J. N. & Steele, M. A. (2020). Is fecal consistency scoring an accurate measure of fecal dry matter in dairy calves?. *Journal*

- of Dairy Science, 103(11), 10709-10714. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18907>
- Reneau, J. K., Seykora, A. J., Heins, B. J., Endres, M. I., Farnsworth, R. J. & Bey, R. F. (2005). Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle. *Journal of the American veterinary medical association*, 227(8), 1297-1301.
- Pillai, P. M., Joseph, S. & Dey, S. (2022). Comparison of California Mastitis Test and Somatic Cell Count for early detection of subclinical mastitis. *Indian Journal of Veterinary Research*, 31(1), 34–38.
- Rogers, G. W., Hargrove, G. L., Lawlor Jr, T. J. & Ebersole, J. L. (1991). Correlations among linear type traits and somatic cell counts. *Journal of Dairy Science*, 74(3), 1087-1091. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78259-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78259-3)
- Sadiq, B. M., Ramanoon, S. Z., Shaik Mossadeq, W. M., Mansor, R. & Syed-Hussain, S. S. (2017). Association between lameness and indicators of dairy cow welfare based on locomotion scoring, body and hock condition, leg hygiene and lying behavior. *Animals*, 7(11), 79. <https://doi.org/10.3390/ani7110079>
- Sarma, O. & Hussain, J. (2021). Bovine mastitis: an overview. *Vigyan Varta*, 2(2), 54-59.
- Schreiner, D. A. & Ruegg, P. L. (2003). Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *Journal of dairy science*, 86(11), 3460-3465 [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73950-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73950-2)
- Schukken, Y. H., Wilson, D. J., Welcome, F., et al. (2003). Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Veterinary Research*, 34(5), 579–596.
- Solano, L., Barkema, H. W., Pajor, E. A., Mason, S., LeBlanc, S. J., Heyerhoff, J. Z., ... & Orsel, K. (2015). Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. *Journal of dairy science*, 98(10), 6978-6991. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9652>
- Sprecher, D. E. A., Hostetler, D. E. & Kaneene, J. B. (1997). A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*, 47(6), 1179-1187. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(97\)00098-8](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(97)00098-8)
- Sundrum, A. (2015). Metabolic disorders in the transition period indicate that the dairy cows' ability to adapt is overstressed. *Animals*, 5(4), 978-1020. <https://doi.org/10.3390/ani5040395>
- Urie, N. J., Lombard, J. E., Shivley, C. B., Kopral, C. A., Adams, A. E., Earleywine, T. J., ... & Garry, F. B. (2018). Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *Journal of dairy science*, 101(10), 9229-9244. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14019>
- Van Nuffel, A., Zwervaegher, I., Pluym, L. & Van Weyenberg, S. (2015). Lameness detection in dairy cows: Part 1. How to distinguish between

non-lame and lame cows based on differences in locomotion or behavior. *Animals*, 5(3), 838–860.

- Ventura, B. A., Siewerdt, F. & Weary, D. M. (2020). Animal welfare concerns and values of stakeholders. *Animal Welfare*, 29(1), 1–10.
- Vasseur, E., Rushen, J. & de Passillé, A. M. (2007). Does a calf's motivation to suckle change over time? *Applied Animal Behaviour Science*, 110(3–4), 201–211.
- Waiblinger, S., Knierim, U. & Winckler, C. (2001). The development of an epidemiologically based on-farm welfare assessment system for use with dairy cows. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, 51(S30), 73-77. <https://doi.org/10.1080/090647001316923108>
- Waltner-Toews, D., Martin, S. W., Meek, A. H. & McMillan, I. (1986). Dairy calf management, morbidity and mortality in Ontario Holstein herds. I. The data. *Preventive Veterinary Medicine*, 4(2), 103-124. [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(86\)90017-6](https://doi.org/10.1016/0167-5877(86)90017-6)
- Weary, D. M. & Taszkun, I. (2000). Hock lesions and free-stall design. *Journal of dairy science*, 83(4), 697-702.
- Weinrich, R., Kühl, S., Zühlsdorf, A. & Spiller, A. (2014). Consumer attitudes in Germany towards different dairy housing systems and their implications for the marketing of pasture raised milk. *International Food and Agribusiness Management Review*, 17(4), 205-222. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.188715>
- Whay, H. R., Main, D. C., Green, L. E. & Webster, A. J. (2003). Assessment of the welfare of dairy cattle using animal-based measurements: Direct observations and investigation of farm records. *Veterinary Record*, 153(7), 197–202.
- Winckler, C. & Willen, S. (2001). The reliability and repeatability of a lameness scoring system for use as an indicator of welfare in dairy cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, 51(S30), 103-107.
- Windeyer, M. C., Leslie, K. E., Godden, S. M., Hodgins, D. C., Lissemore, K. D. & LeBlanc, S. J. (2014). Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Preventive veterinary medicine*, 113(2), 231-240. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.10.019>
- Yaylak, E. (2008). Süt sığırlarında topallık ve topallığın bazı özelliklere etkisi. *Hayvansal Üretim*, 49(1).

”

Bölüm 2

ADAPTATION STRATEGIES FOR CLIMATE CHANGE IN ANIMAL HUSBANDRY

Kadir KARAKUŞ¹, Fatma Mira GÜVEN²

1 Prof. Dr./ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Malatya Turgut Özal University, Malatya, TR 44900. e-posta: kadir.karakus@ozal.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-8936-1851

2 Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Malatya Turgut Özal University, Malatya, TR, 44900. e-posta: fatma.guven@ozal.edu.tr, ORCID ID: 0009-0005-7893-1854

Introduction

Globally, population growth is projected to reach 9.6 billion within the next 25 years (UN, 2022). In parallel with this increase, the global demand for food is expected to rise by approximately 70% (Neethirajan, 2023). Animal-derived foods play a significant role in overall food consumption, meeting on average one-third of human protein requirements (Rojas-Downing et al., 2017).

Climate change refers to long-term alterations in factors such as temperature, humidity, and precipitation in a given region, primarily resulting from greenhouse gas emissions (Nayak et al., 2022). Adverse environmental conditions particularly temperature-related stressors pose a substantial risk to sustainable livestock production (Joy et al., 2020). In this context, developments that increase the availability of suitable agricultural land and water resources for animal production are critical for ensuring food security (Godde et al., 2021).

It is widely acknowledged that climate change threatens food security by adversely affecting the nutritional quality of animal-derived products, which serve as essential sources of calories, protein, and vital micronutrients, especially in arid and semi-arid regions. The livestock sector is often associated with negative environmental impacts under climate change scenarios, including unsustainable management of natural resources, misuse of agricultural land, air and water pollution, and loss of biodiversity (Karakuş & Karakuş, 2019; Bellarby et al., 2013).

To cope with climatic stressors, animals undergo various physiological, morphological, and anatomical changes (Sejian et al., 2017). Approximately 50% of the global sheep and goat populations are located in arid regions, suggesting their relative tolerance to rising temperatures (Gowane et al., 2017). The development of feasible feeding strategies aimed at reducing methane emissions from livestock can yield both economic benefits and help mitigate the negative impacts of climate change (Sejian et al., 2017).

Eighty percent of the global goat population is found in tropical regions of Africa and Asia, where goats serve as a vital source of dairy products for low-income populations. Goats are considered the most adaptable livestock species to tropical environmental conditions (Silanikove et al., 2010). Similar to sheep, goats possess high value in terms of feed efficiency and thermal tolerance (Renaudeau et al., 2012).

Climate change poses a substantial threat to numerous animal species, including livestock. Long-term deviations in climatic conditions

on a global or regional scale lead to significant environmental changes. These shifts in climate patterns influence animal production both directly and indirectly. Therefore, it is imperative to develop effective strategies to safeguard the economy, minimize harmful environmental pollutants, and mitigate the adverse effects of climate change (Jasrotia et al., 2023).

Effects of Climate Change on Livestock

The term “*climate change science*” refers to the increase in sea surface temperature, the decline in air quality, and the disruption of natural systems, all of which are driven by the rise in greenhouse gas emissions. Climatic changes represent one of the most significant stressors in animal production, profoundly affecting feed quality, water availability, reproduction, milk production, and the overall livestock sector. Rising temperatures create favorable conditions for parasites, thereby increasing the risk of disease and mortality. Heat stress also leads to decreased yields in dairy, meat, and poultry industries, resulting in substantial economic losses. Animal-derived products are key agricultural staples that underpin global food security. They contribute approximately 17% of the global energy intake (in kilocalories) and 33% of total protein consumption. However, climate change is negatively affecting animal production and productivity, thereby posing a serious threat to food security (Jasrotia et al., 2023).

As observed in humans, climate change particularly global warming is expected to have a significantly adverse impact on the health of farm animals, both directly and indirectly. Temperature-related challenges have two primary consequences: increased risk of mortality and morbidity in both humans and animals during extreme weather events. Indirect impacts generally follow more complex pathways, which may include animals’ physiological responses to thermal stress, changes in microbial populations and the geographic distribution of vector-borne diseases, reduced host resistance to infectious agents, scarcity of feed and water resources, and increased incidence of food-borne diseases (Nardone et al., 2010).

More than half of the global population depends on crop and animal production systems for food. These agricultural systems are projected to be increasingly vulnerable to climate change, necessitating transformative adaptation strategies. By 2030, strategic interventions aimed at increasing productivity and efficiency in crop and livestock agribusinesses, particularly in dryland regions, are expected to serve as key measures for adapting to climate change and mitigating related financial risks (Ghahramani & Moore, 2016). Additionally, the implementation of soil

conservation strategies is anticipated to become more critical during prolonged dry periods (Ghahramani & Bowran, 2018). With the adaptation of agricultural structures and strategies to shifting climatic conditions, the necessity for greenhouse gas emission control policies particularly in the livestock sector is also expected to intensify.

a. Heat Stress

Heat stress may cause physiologically unfavorable effects on the productivity and reproductive performance of animals. There are interspecies and intraspecies differences in response to elevated temperature stress. Small ruminants are generally more tolerant of adverse environmental conditions compared to cattle. Breeds raised in tropical climates exhibit superior adaptive capacities relative to those raised in temperate regions (Joy et al., 2020).

Rising temperatures lead to heat stress in animals, which results in decreased feed intake, reduced growth rates, and impaired reproductive performance. It has also been identified as a factor negatively affecting spermatological characteristics, such as sperm concentration and quality, in livestock (Karaca et al., 2002). Each animal has its own thermal comfort zone. Ambient temperature is crucial for the proper functioning of physiological systems. When environmental temperatures exceed the upper critical threshold specific to a species, animals begin to experience heat stress. Animals have evolved the capacity to adapt phenotypically to individual stressors such as temperature (Fregly, 2010). This adaptive process results in alterations in numerous physiological traits (Lacetera et al., 2003; Nardone et al., 2010). The severity of heat stress may vary depending on species and breed, the animal's physiological constitution, and nutritional conditions (Thornton et al., 2009). Decreases in feed intake, milk yield, feed conversion efficiency, and overall performance, along with behavioral and metabolic disorders, have been observed as consequences of heat stress (Koyuncu & Nageye, 2020).

Milk production declines when metabolic heat production increases due to thermal stress. Sheep, in particular, are sensitive to fluctuations in ambient temperature and relative humidity. Nevertheless, the threshold values for heat stress in sheep may differ depending on breed. Heat stress significantly influences not only the performance but also the composition and quantity of animal products. In line with global warming, reductions in body size, carcass weight, and body fat thickness in ruminants have been reported (Nardone et al., 2010). The combined effects of reduced feed intake and increased energy demands under heat stress conditions lead to the mobilization of stored fat and various body protein reserves to

provide amino acids for protein synthesis. A reduction in the mobilization of body reserves affected by both heat stress and the progression of lactation results in a decline in both milk yield and quality (Smith et al., 2013).

Thermal stress is also a critical factor influencing carcass characteristics post-slaughter. Studies have shown that goats exposed to heat stress exhibit higher pH values, lower water-holding capacity, and decreased resistance to tissue breakdown. Furthermore, variations were observed in the weights of internal organs, skin, and extremities (Archana et al., 2018; Rana et al., 2014).

b. Decrease in Pasture and Forage Resources

Droughts caused by changes in the amount and type of precipitation can lead to decreased agricultural productivity and subsequent feed shortages. This situation results in nutritional deficiencies in animals and causes production losses. The unplanned use of meadows and pastures for construction projects such as touristic facilities, industrial complexes, or shopping malls as well as the failure to cultivate forage crops resistant to climate change, adversely affects livestock farming. Natural resources should be utilized in a planned and rational manner to ensure a livable environment for future generations and to provide animal-based food products that can meet their nutritional needs. Alongside the irreversible destruction of agricultural production resources, numerous negative consequences such as hunger, disruption of the ecological balance, reduction in biodiversity, and the collapse of agriculture-based investments will become inevitable (Karakuş & Karakuş, 2019).

Livestock exhibit adaptive responses to mitigate the direct and indirect effects of heat stress in tropical regions. High ambient temperatures, particularly in summer, trigger intense thermoregulatory mechanisms that enable the dissipation of excess body heat. Generally, animals demonstrate various responses such as increased respiratory rate, excessive sweating, elevated pulse rate, behavioral changes, reduced feed intake, decreased rumination time and frequency, and increased water consumption, in an effort to adapt to adverse environmental conditions. These responses serve to reduce internal heat production resulting from metabolic activity (Hamzaoui et al., 2013; Chedid et al., 2014).

Elevated atmospheric CO₂ levels contribute to multiple environmental stress factors, including heat stress, salinity stress, drought stress, and ozone stress. All of these stressors adversely impact pasture availability by altering various stages of pasture growth and development.

c. The spread of disease agents

Climate change threatens animal health by increasing the spread of certain pathogens and parasites. In particular, hot and humid environments provide a favorable setting for the proliferation and transmission of infectious disease agents. The impacts of climate change on animal diseases vary depending on geographical region, land use type, characteristics of the disease agent, and the vulnerability of the animal species (Thornton et al., 2009).

Animal health is affected by climate change either directly such as through increased morbidity and mortality due to elevated temperatures or indirectly, through factors such as the spread of microbial pathogens and parasites, decreased host resistance, and feed and water scarcity (Nardone et al., 2010; Thornton et al., 2009). Climate change can cause severe epidemics and may also introduce new diseases to animal populations that were previously unexposed.

Assessing the adaptive capacity of animals is considered an important criterion for evaluating their disease resistance under changing environmental conditions. Global warming and alterations in precipitation patterns are expected to influence the prevalence and distribution of vector-borne pests such as flies, ticks, and mosquitoes. This increases the risk of emerging diseases and facilitates the transmission of pathogens with new genetic material through increased interactions between humans and livestock.

Adaptation Strategies

Adaptation is a phenotypic response of an animal to an individual stressor in the environment stressor (Fregly, 2010). Under temperature stress, animals reduce feed intake in order to maintain homeostasis, which leads to alterations in various physiological functions associated with impaired reproductive performance, compromised health, and reduced efficiency (Beede & Collier, 1986; Lacetera et al., 2003a). Adaptation to elevated ambient temperatures involves a series of responses aimed at reducing the heat load. These stress responses include decreased feed intake, increased respiratory rate and water consumption, as well as alterations in hormonal signaling (Collier & Zimbelman, 2007). The reduction in energy intake resulting from decreased feed consumption leads to a negative energy balance. When animals are exposed to heat stress, significant body weakening and a decline in body condition score can be partially attributed to this mechanism (Lacetera et al., 1996). Therefore, a range of adaptation strategies should be developed to improve the resilience of small ruminant livestock to climate change.

a. Genetic Adaptation

Populations with genetically reduced biodiversity are at greater risk when exposed to changing and adverse climatic conditions. Biodiversity loss is directly linked to climate change (UNEP, 2012). It is projected that, in the coming decades, climate change could lead to the extinction of approximately 15% to 37% of all species globally (Thomas et al., 2004). Rising temperatures are expected to negatively affect species' reproduction, migration patterns, mortality rates, and distribution ranges (Steinfeld et al., 2006). Therefore, the development of new breeds that are resistant to environmental stressors such as high temperatures and drought is essential and should be achieved through genetic, selection, and breeding programs.

The morphological characteristics of animals are a critical factor in adaptation, as they directly influence heat exchange between the animal and its environment. The capacity for morphological adaptation varies among breeds raised under different environmental conditions. Fleece and coat color are considered qualitative indicators of an animal's genetic advantage in hot environments. Light-colored animals reflect approximately 50–60% of incoming solar radiation and are thus considered more advantageous in tropical regions compared to dark-colored animals (McManus et al., 2009).

In animals raised in tropical regions, fleece and hair characteristics are important determinants of adaptability (Mahgoub et al., 2010). In fat-tailed sheep, the tail serves as a vital reservoir of energy and water during periods of famine (Gootwine, 2011).

Globally, a variety of practices and strategies are being implemented to enhance climate change adaptation in small ruminant livestock production. Particularly in regions such as Africa and South America, breeders are turning to more resilient animal breeds and adopting sustainable agricultural practices. Rural small ruminant farmers (raising sheep and goats) in Nigeria are employing several practical measures to mitigate the impacts of climate change on their livestock. According to one study, the majority of livestock keepers are aware of climate change and many have personally observed its effects. These farmers have implemented various animal husbandry strategies to cope with changing conditions. However, the study also revealed that they often lack sufficient knowledge of adaptive strategies particularly regarding traditional health care practices, livestock management, and irrigation techniques during the dry season (Tologbanse et al., 2011).

Conclusion

In order to minimize the negative impacts of climate change on animal husbandry, certain strategies must be implemented at all stages of production. There is a need for scientifically grounded, forward-looking studies focusing on the genetic predisposition of animals, adverse environmental conditions, and related feeding regimes. In particular, the conservation of breeds that are well-adapted to climate change is critically important, as these breeds serve as valuable genetic resources for future use in terms of reproduction and fertility. Breeders should be supported through livestock organizations with relevant extension and communication services, and their awareness of this issue must be raised (Renaudeau et al., 2012).

As a priority, rural-to-urban migration should be prevented, and feasible agricultural policies should be implemented to improve the necessary sociological and economic conditions that serve as the foundation for sustainable livestock production.

Reducing greenhouse gas emissions recognized as a contributing factor to climate change in the livestock sector along with improving ration composition and using animal manure more effectively, will help reduce the vulnerability of animals to the negative effects of climate change.

To enhance heat resistance in animals, it is necessary to evaluate data across species, breeding systems, selection methods, genetic potential, qualitative and quantitative traits, and endocrinological parameters (e.g., T4, T3, and growth hormone), through comprehensive assessments of various biological characteristics. Research on the adaptation traits of region-specific indigenous breeds is valuable, as these animals may serve as potential genetic resources for regions with similar climatic conditions (Joy et al., 2020; Biswal et al., 2021).

Globally, there is a growing demand for meat in the consumption of animal-based products. In this context, interest in small ruminant production is increasing. Small ruminants are generally regarded as more resilient in terms of survivability and adaptive capacity (Sejian et al., 2010). The average number of sheep and goat breeds worldwide is approximately 1,000 and 600, respectively. Given the relatively minimal differences between species in terms of their response to rising temperatures, small ruminant production is gaining importance due to their superior tolerance to climate change (Aziz, 2010).

To monitor new diseases and emerging threats that negatively impact sustainable livestock production, it is essential to utilize biotechnological tools, apply digital and precision livestock farming technologies, im-

plement effective disease control, develop climate-resilient forage crops, integrate industrial by-products into animal rations, use water resources efficiently, ensure the environmental conditions necessary for animal welfare, monitor animal behavior, and protect and rehabilitate meadows and pastures. Furthermore, the formulation of national and international strategic action plans on climate change is imperative.

In line with developments under Agriculture 4.0 and Industry 5.0, the establishment of appropriate business models, professional approaches to management and organization, as well as modern shelter and breeding systems, is of great importance. As a priority, joint agricultural policies developed through national and international cooperation between breeders, organizations, universities, and relevant institutions should be considered a necessary prerequisite for sustainable livestock production and for mitigating the adverse effects of climate change.

References

- Archana, P. R., Sejian, V., Ruban, W., Bagath, M., Krishnan, G., Aleena, J., ... & Bhatta, R. (2018). Comparative assessment of heat stress induced changes in carcass traits, plasma leptin profile and skeletal muscle myostatin and HSP70 gene expression patterns between indigenous Osmanabadi and Salem Black goat breeds. *Meat Science*, 141, 66-80.
- Aziz, M. A. (2010). Present status of the world goat populations and their productivity.
- Beede, D. K. & Collier, R. J. (1986). Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal of animal science*, 62(2), 543-554.
- Bellarby, J., Tirado, R., Leip, A., Weiss, F., Lesschen, J. P. & Smith, P. (2013). Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe. *Global change biology*, 19(1), 3-18.
- Chedid, M., Jaber, L. S., Giger-Reverdin, S., Duvaux-Ponter, C. & Hamadeh, S. K. (2014). Water stress in sheep raised under arid conditions. *Canadian Journal of Animal Science*, 94(2), 243-257.
- Collier, R. J. & Zimbelman, R. B. (2007, February). Heat stress effects on cattle: What we know and what we don't know. In 22nd annual southwest nutrition & management conference (pp. 76-83).
- Fregly, M. J. (2010). Adaptations: some general characteristics. *Comprehensive Physiology*, 3-15.
- Ghahramani, A. & Moore, A. D. (2016). Impact of climate changes on existing crop-livestock farming systems. *Agricultural Systems*, 146, 142-155.
- Ghahramani, A. & Bowran, D. (2018). Transformative and systemic climate change adaptations in mixed crop-livestock farming systems. *Agricultural systems*, 164, 236-251.
- Godde, C. M., Mason-D'Croz, D., Mayberry, D. E., Thornton, P. K. & Herrero, M. (2021). Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence. *Global food security*, 28, 100488.
- Gootwine, E. (2011). Mini review: breeding Awassi and Assaf sheep for diverse management conditions. *Tropical animal health and production*, 43, 1289-1296.
- Gowane, G. R., Gadekar, Y. P., Prakash, V., Kadam, V., Chopra, A. & Prince, L. L. (2017). Climate change impact on sheep production: Growth, milk, wool, and meat. *Sheep production adapting to climate change*, 31-69.
- Hamzaoui, S. A. A. K., Salama, A. A. K., Albanell, E., Such, X. & Caja, G. (2013). Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. *Journal of Dairy Science*, 96(10), 6355-6365.
- Jasrotia, R., Dhar, M. & Langer, S. (2023). Climate change impacts on animal production. In *Global Agricultural Production: Resilience to Climate Change* (pp. 311-333). Cham: Springer International Publishing.

- Joy, A., Dunshea, F. R., Leury, B. J., Clarke, I. J., DiGiacomo, K. & Chauhan, S. S. (2020). Resilience of small ruminants to climate change and increased environmental temperature: A review. *Animals*, 10(5), 867.
- Karaca, A. G., Parker, H. M., Yeatman, J. B. & McDaniel, C. D. (2002). Role of seminal plasma in heat stress infertility of broiler breeder males. *Poultry science*, 81(12), 1904-1909.
- Karakuş, K., Karakuş, S. & Çelikyürek, H. (2019). Ülke toprakları ve tarım arazilerinin bitkisel ve hayvansal üretim faaliyeti Dışında kullanımı. *Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi*, 2(1), 84-90.
- Koyuncu, M. & Nageye, F. (2020). İklim değişikliğinin sürdürülebilir hayvancılığa etkileri. *Hayvansal Üretim*, 61(2), 157-167.
- Lacetera, N., Bernabucci, U., Ronchi, B. & Nardone, A. (1996). Body condition score, metabolic status and milk production of early lactating dairy cows exposed to warm environment. *Riv. Agric. Subtrop. Trop.*, 90(1), 43-55.
- Lacetera, N., Bernabucci, U., Ronchi, B. & Nardone, A. (2003). Physiological and productive consequences of heat stress. The case of dairy ruminants. *Interaction between climate and animal production*, 45-59.
- Mahgoub, O., Kadim, I. T., Al-Dhahab, A., Bello, R. B., Al-Amri, I. S., Ali, A. A. & Khalaf, S. (2010). An assessment of Omani native sheep fiber production and quality characteristics. *Journal of Agricultural and Marine Sciences*, 15(1), 9-14.
- McManus, C., Paludo, G. R., Louvandini, H., Gugel, R., Sasaki, L. C. B. & Paiva, S. R. (2009). Heat tolerance in Brazilian sheep: physiological and blood parameters. *Tropical Animal Health and Production*, 41, 95-101.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S. & Bernabucci, U. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock science*, 130(1-3), 57-69.
- Nayak, G., Sardar, K. K., Das, B. C. & Das, D. (Eds.). (2022). *Impact of climate change on livestock health and production*. CRC Press.
- Neethirajan, S. (2023). The significance and ethics of digital livestock farming. *Agri Engineering*, 5(1), 488-505.
- Rana, M. S., Hashem, M. A., Akhter, S., Habibullah, M., Islam, M. H. & Biswas, R. C. (2014). Effect of heat stress on carcass and meat quality of indigenous sheep of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 43(2), 147-153.
- Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., De Babilio, V., Gourdiine, J. L. & Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6(5), 707-728.
- Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T. & Woznicki, S. A. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate risk management*, 16, 145-163.
- Sejian, V., Maurya, V. P. & Naqvi, S. M. (2010). Adaptability and growth of Malpura ewes subjected to thermal and nutritional stress. *Tropical Animal Health and Production*, 42, 1763-1770.

- Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J., Malik, P. K., Naqvi, S. M. K. & Lal, R. (2017). Adapting sheep production to climate change. *Sheep production adapting to climate change*, 1-29.
- Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U. & Prosser, C. G. (2010). Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. *Small ruminant research*, 89(2-3), 110-124.
- Smith, D. L., Smith, T., Rude, B. J. & Ward, S. H. (2013). Comparison of the effects of heat stress on milk and component yields and somatic cell score in Holstein and Jersey cows. *Journal of dairy science*, 96(5), 3028-3033.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Castel, V. & De Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Food & Agriculture Org..
- Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., ... & Williams, S. E. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427(6970), 145-148.
- Thornton, P. K., van de Steeg, J., Notenbaert, A. & Herrero, M. (2009). The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agricultural systems*, 101(3), 113-127.
- UNEP (United Nations Environment Programme), 2012. *Global environment outlook 5: Chapter 5*. http://www.unep.org/geo/pdfs/geo5/GEO5_report_C5.pdf.

”

Bölüm 3

ADAPTATION OF TURKEY GOAT BREEDS AGAINST CLIMATE CHANGE

Kadir KARAKUŞ¹

¹ Prof. Dr./Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Malatya Turgut Özal University, Malatya, TR 44900. e-posta: kadir.karakus@ozal.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-8936-1851

Introduction

Climate change is a phenomenon that significantly affects the livestock sector on a global scale. It influences the physiological, behavioral and ecological characteristics of animals, leading to decreased productivity and increasing disease risks. Rising temperatures have adverse effects particularly on milk yield, reproductive performance and growth rates. Moreover, drought and diminishing water resources pose challenges in meeting the nutritional and hydration needs of animals (Kuraz et al., 2021).

Goats play an important role in studies on climate change, agriculture, forestry, and biodiversity. The adaptation of goat species to hot climatic conditions has become increasingly important due to climate change and global warming. Although goats are generally hardy animals, breeding studies are being conducted to enhance their productivity and reduce stress factors in hot climate conditions. In this context, breeding studies aim to improve the genetic characteristics of goats and to increase their adaptability to hot climates. Turkey is a country vulnerable to the effects of climate change due to its geographical location and diverse climate zones. Studies conducted in Turkey and around the world are of great importance for the sustainability of goat breeding and the protection of natural resources (Pragna et al., 2018).

Livestock, especially sheep and goat breeding, is vulnerable to the negative impacts of climate change. Therefore, developing effective adaptation strategies for small ruminant livestock is of great importance in coping with climate change

Adaptation in Small Ruminants

Ovine animals have developed various adaptation mechanisms against climate change. These mechanisms can manifest at genetic, physiological and behavioral levels (Koluman, 2023). Through genetic adaptation, some domestic breeds have adapted to climatic conditions via natural selection process for many years. Through physiological adaptation, ovine animals can regulate body temperature through sweating and respiration. Some breeds increase urine concentration to minimize water loss. Additionally, through behavioral adaptation, animals can avoid heat stress by grazing at cooler times of the day or resting in shaded areas (Nair et al., 2021). For instance, goat breeds in Africa and the Middle East show high resistance to arid and hot climates. Similarly, some sheep and goat breeds are more resistant to high temperatures and arid conditions. These breeds can minimize water consumption, regulate body temperature and use low-quality feed resources more efficiently (Koluman, 2023).

Adaptability of Goats to Climate Change

Goats are more resilient to the negative impacts of climate change than other livestock (Silanikove et al., 2010). Goat species, especially those inhabiting in arid and mountainous regions, can adapt to challenges such as reduced water resources and pasture degradation. They also exhibit relatively good feed conversion efficiency and heat tolerance (Renaudeau et al., 2012).

Goats are better able to withstand severe heat stress and periods of water and feed scarcity, during which other species may struggle to survive (Sejian et al., 2010). There are 600 goat breeds worldwide and the capacity to adapt to thermal stress varies between breeds. Sheep and goat breeds that are resistant to extreme temperatures and dehydration can travel longer distances in search of food and survive on limited pastures in summer (Aziz, 2010). Therefore, selection of resistant breeds for thermotolerance is considered as an effective method to sustain small ruminant production under changing climate conditions.

Goat Breeding and Sustainable Agriculture

Goats play an important role in sustainable agricultural practices as they can be raised even on infertile land (Anonymous, 2020a). In Turkey, goat breeding is an important source of livelihood, especially in rural areas.

Goats are utilized as a natural method to prevent forest fires. Particularly in the Mediterranean region, the clearing of dry grass and shrubs in forested areas through goat grazing reduces the risk of fire. In Turkey, this method is among the strategies to combat forest fires (Anonymous, 2021a, Anonymous, 2021b).

Goat milk is recognized as a product with high nutritional value and ease of digestion. Studies on goat milk reveal its benefits such as reducing allergic reactions, strengthening the immune system and alleviating digestive disorders (Turkmen, 2017).

Goats contribute to the conservation of biodiversity, especially in mountainous and rural areas. Grazing activities help stabilize vegetation cover and protect certain endemic species (Anonymous, 2019).

Stress Factors Caused by Climate Change and Their Relationship with Welfare

Temperature increase causes thermal stress in goats, which negatively affects feed intake, milk yield, and reproductive performance. Although

breeds such as Hair goats are resistant to arid climates, extreme temperatures can still reduce their productivity (Silanikove et al., 2010). Thermal stress occurs when environmental temperature and humidity exceed the goats' ability to regulate their body temperature. Goats attempt alleviate heat stress by utilizing their thermoregulatory capabilities. However, extreme temperatures can adversely affect feed intake, milk production, and general health in goats. Symptoms of heat stress include increased respiratory rate, excessive sweating, decreased feed intake, elevated water consumption, and reduced activity level (Gupta and Mondal, 2021, Chedid et al., 2014).

Heat stress also impacts meat yield and organoleptic quality in sheep and goats. Elevated final pH and shear force values in meat from heat stressed goat result in higher cooking loss, reduced water holding capacity, and increased toughness. In addition, a reduction in the weights of both edible (e.g., liver, blood, heart, intestine) and inedible (e.g., skin, feet) components has been recorded in goats subjected to heat stress (Archana et al., 2018, Rana et al., 2014). The decline in productivity and reproduction performance under high-temperature conditions can be partially attributed to reduced feed intake. However, altered endocrine and metabolic status further limits various production and reproductive traits in small ruminants, requiring timely interventions to enhance welfare and productivity during summer (Marai et al., 2008).

Climate change is also causing a reduction in water resources, making goat farming increasingly difficult. Access to water particularly in arid regions, is critical for both animal welfare and productivity. Climate change also decreases the productivity of grazing lands, thereby limiting feeding opportunities for goats. This poses a serious challenge, especially in regions that rely on pasture based livestock systems (Raza et al., 2019). Although goats are generally hardy animals, factors such as thermal stress, inadequate housing conditions, and compromised animal welfare are significantly exacerbated under hot climatic conditions (Silanikove et al., 2010).

The housing requirements of goats in hot climates are critical for ensuring animal welfare. Appropriate housing conditions help mitigate thermal stress and support the maintenance of productivity. Goats are better able to manage heat stress when they have access to shaded areas, which protect them from direct solar radiation and facilitate thermoregulation. The presence of adequate ventilation and cooling systems in shelters plays a key role in minimizing heat stress. Strategies such as natural ventilation, electric fans, and water spraying systems help lower indoor temperature and humidity, providing relief to goats (Kaushik et al., 2023).

Goats tend to seek shaded areas during hottest hours of the day and often exhibit resting behavior, which conserves energy and helps regulate body temperature (Sejian et al., 2021). They also increase their water intake under hot climatic conditions and may seek wet or moist areas as a behavioral cooling mechanism (Kaliber et al., 2016).

The housing and welfare needs of goats in hot climates are of paramount importance for sustaining both productivity and animal health. Proper housing design, access to shade, effective ventilation, and water availability are crucial in reducing heat stress and improving overall goat welfare. To improve goat welfare in hot climatic conditions;

1. Increasing Shade Areas: Goats should be provided with adequate shade.
2. Ventilation and Cooling Systems: Ventilation and cooling systems should be installed in shelters.
3. Facilitating Access to Water: Goats should have continuous access to clean and cool water.
4. Optimizing Feeding Programs: Feeding should be avoided during hot hours and feeding should be preferred during cooler hours.
5. Reducing Stress Factors: Other stress factors (overcrowding, lack of hygiene, etc.) that may increase heat stress in goats should be minimized (Anonymous, 2021a).

Breeding Studies and Development of Small Ruminant Breeds Resistant to Climate Change

Climate change has emerged as a significant problem threatening ovine breeding. Therefore, scientists and breeders are conducting various breeding studies to develop new breeds resistant to climate change or to enhance the adaptability of existing ones. These studies are carried out using modern techniques such as genetic selection, molecular marker technologies and crossbreeding methods.

Studies conducted in Turkey indicate that local goat breeds, particularly Kilis goat, Damascus goat and Angora goat, are important breeds that can adapt to hot climatic conditions. Genetic and physiological studies on these breeds provide important developments in hot climate adaptation (Anonymous, 2022).

a. Genetic Selection and Breeding Studies

Genetic selection is one of the most widely used methods to develop small ruminant breeds that are resilient to climate change. This method involves selecting animals that are adapted to specific environmental conditions and production systems. In a study conducted in Australia, Merino sheep resistant to heat stress were selected and successfully passed on to future generations. In this study, physiological traits such as the ability of animals to regulate body temperature and sweating rates were taken into account (Sejian et al., 2018).

Thermal stress is an important factor that negatively affects the productivity and health of goats. Genetic programs are being conducted to increase the ability of goats to regulate body temperature in hot climatic conditions. These studies aim to improve the thermoregulation (body temperature regulation) abilities of goats (Berihulay et al., 2019, Mili and Chutia, 2021). Goat breeds that can adapt to hot climatic conditions are of great importance for breeding, especially in arid and semi-arid regions. Genetic selection and strategies should be implemented to increase the resistance of local breeds to heat stress (Kaymakçı et al., 2000).

For this purpose, the genetic characteristics of indigenous goat breeds are being analyzed and breeds that are more resistant to hot climate conditions are being developed. For example, in Turkey, breeds such as Kilis goat and Damascus goat are among the important breeds that can adapt to hot climatic conditions (Anonymous, 2021a).

b. Molecular Marker Technologies

Molecular marker technologies enable the identification of genes associated with resilience to climate change by analyzing the genetic makeup of animals. This technology is particularly employed in genomic selection studies. In a study conducted in India, the genetic structure of Jamnapari goats was analyzed, and genes associated with resistance to heat stress were identified. These genes were stored as a genetic resource for future breeding programs (Silanikove, 2000).

c. Crossbreeding Methods

Crossbreeding methods aim to develop new breeds that are more resilient to climate change by combining the advantageous characteristics of different breeds. This approach is particularly used to merge the resilience of indigenous breeds with the productivity of exotic breeds. In Kenya, crossbreeding studies between Red Maasai and Dorper sheep resulted in the development of a new hybrid breed that is both resistant to parasites

and adapted to hot climate conditions (Anonymous, 2018).

d. Genomics and Biotechnological Approaches

Genomic selection is a modern breeding technique used to enhance the adaptability of goats to hot climatic conditions. This method facilitates the identification and selection of goat breeds with improved heat tolerance by analyzing their genetic structure. In Turkey, studies on the adaptation of native goat breeds to hot climates are being conducted using this method (Anonymous, 2020b). Genomic and biotechnological approaches are utilized to comprehensively understand the genetic potential of animals and to accelerate development to targeted traits. In a study conducted in the United States, gene editing technologies such as CRISPR-Cas9 were used to modify genes associated with heat stress tolerance (Mader et al., 2006).

The Effects of Crossbreeding Studies with Native and Cultivated Breeds on Resistance to Starvation, Dehydration and High Temperature in Turkey

Turkey, as a country where both indigenous and improved animal breeds are raised, possesses significant genetic diversity in the livestock sector. Climate change, particularly harsh conditions such as hunger, water scarcity, and high temperatures, adversely affect livestock production. Therefore, crossbreeding studies that combine the resilience traits of indigenous breeds with the high productivity traits of improved breeds are of great importance. The preference for indigenous sheep and goat breeds that are more resistant to climatic conditions is crucial in enhancing animal resistance to environmental stressors.

At both phenotypic and genotypic levels, sheep and goat breeds that have survived under different agro-ecological conditions exhibit various adaptive traits such as coat characteristics (color, hair length and density), pigmented skin, fat tail conformation, and tolerance to heat and drought.. Various biomarkers used to improve thermotolerance in animals include behavioral (feed intake, water intake), physiological (respiratory rate, rectal temperature, sweating rate), hormonal (T3, T4 and growth hormone) responses, and the activity of molecular regulators. The evaluation of these traits by breed supports efforts to mitigate the negative impacts of climate in future studies. Therefore, conducting region-specific research on the adaptation of indigenous animals is of great importance. These animals can be regarded as valuable bio-resource for the future (Joy et al., 2020, Biswal et al., 2021).

Table 1. Some climate-resistant goat breeds in the world

Race	Climatic Conditions It Is Resistant To	Features	Resource
Barbari Goat	Hot and dry climates	Common in India and Pakistan; high milk yield and hardiness.	Silanikove, N., 2000.
Marwari Goat	Arid and semi-arid climates	Originating in India; disease resistant, can be fed low quality feed.	Silanikove, N., 2000.
Black Bedouin Goat	Desert climates	Originating in the Middle East; resistant to high temperatures and water scarcity.	Anonymous, 2018.
Saanen Goat	Temperate climates	Swiss origin; high milk yield, but there are variants that can adapt to hot climates.	Silanikove, N., 2000.
Jamnapari Goat	Hot and humid climates	Originating in India; high milk yield, adaptable to wetlands.	Silanikove, N., 2000.

In Turkey, genetic studies are being conducted to conserve and improve local goat breeds. These studies aim to enhance the productivity of goat breeds while safeguarding genetic diversity (Anonymous, 2022). Crossbreeding efforts focus on combining the environmental stress resistance traits (resistance to hunger, thirst, and high temperature) of indigenous breeds with the high productivity traits of improved breeds. The following methods are generally employed in such studies:

- Combination Crossbreeding: Controlled matings are performed to combine certain traits of indigenous and cultivated breeds.
- Genomic Selection: Using modern biotechnological methods, goats with the desired genetic characteristics are selected.
- Embryo Transfer: Rapid reproduction of goats with genetically superior traits is achieved (Mokolobate et al., 2014).

Genetic breeding programs and improvement of breeding practices are essential for the adaptation of goat breeds to climate change. Genetic selection and genomic studies are carried out to enhance the heat stress resistance of native goat breeds. In our country, efforts are being made to improve the adaptability of breeds such as Kilis goat and Akkaraman

sheep to hot climate conditions (Anonymous, 2021c). In Turkey, efforts are underway to improve the adaptability of breeds such as the Kilis goat and the Akkaraman sheep to hot climatic conditions (Anonymous, 2021c). Turkey's goat breeds represent important genetic resources that are well-adapted to the specific climatic conditions of their native regions. However, climate change has a significant impact on both the structure and breeding practices of these breeds. Genetic breeding programs and sustainable breeding practices contribute to enhancing the adaptability of these breeds to the changing climate

The Relationship Between the Constitution, Feed Intake and Climate of Our Goat Breeds

Climate change and the growth factors associated with it have a significant impact on the feed intake and nutrition of goats. Goat breeds exhibit variations in feed intake and nutritional behavior depending on the climate and housing conditions of the regions in which they are raised. These characteristics are directly related to the physiological constitution and genetic traits of the breeds (Bozkurt, 2024)

Elevated temperatures cause thermal stress in goats, leading to a reduction in feed intake. Thermal stress accelerates the metabolism of animals and increases their energy requirements; however, the reduced feed intake makes it difficult to meet these increased energy needs (Bozkurt, 2024).

Conclusion

The agricultural sector is particularly vulnerable to the impacts of climate change due to the sensitivity of animal production. Agriculture forms the backbone of rural economies. Therefore, evaluating targeted adaptation measures for agricultural practices in terms of socio-demographic and economic factors is essential for ensuring sustainable animal husbandry. It is also important to consider the determinants that influence whether rural populations continue livestock production in their regions. Climate change poses a significant threat to small ruminant production, and a range of measures must be implemented to ensure animal adaptation and sustainable breeding.

Diversifying forage crops and cultivating varieties that are resistant to climate change contribute to increased feed intake in goats. For instance, drought-tolerant species such as alfalfa and vetch provide diverse feed sources. The development of high-energy and high-protein feed supplements and the implementation of tailored feeding programs can help enhance feed intake. Additionally, avoiding feeding during hot hours and

scheduling feeding during cooler periods can improve intake. Meeting goats' water requirements also enhances feed consumption and digestive efficiency. Therefore, the effective utilization of water resources and the implementation of water-saving systems are of critical importance. Raising indigenous breeds that are adapted to climate change is key to sustainable livestock production. These breeds typically consume less water and feed and exhibit greater resistance to heat stress, drought, and disease under challenging environmental conditions. Protecting feed resources during periods of drought and utilizing water-conserving technologies are crucial for meeting the nutritional needs of animals. Water-saving irrigation systems and the cultivation of drought-resistant forage crops are particularly important (Silanikove, 2000).

To mitigate heat stress in animals, shelters should be equipped with adequate ventilation systems, and shaded areas should be increased. In hot climates, using reflective materials on shelter roofs and promoting natural ventilation systems have proven effective (Mader et al., 2006).

Climate change may also elevate the risk of parasite transmission and infectious disease outbreaks. Accordingly, regular health monitoring and the implementation of vaccination programs are necessary (Anonymous, 2021d). In a study conducted in Kenya, integrated control strategies were developed in response to increased parasite infections linked to climate change (Anonymous, 2018).

Genetic selection and molecular marker technologies should be employed to develop new breeds that are resilient to climate change. In India, genes associated with heat stress resistance were identified by analyzing the genetic structure of Jamnapari goats (Silanikove, 2000).

Local and traditional knowledge constitutes an important resource in climate change adaptation processes. Raising awareness among farmers regarding climate change and adaptation strategies is essential for ensuring sustainable livestock production (Aliyar et al., 2025). Predicting the impacts of climate change also requires the continuous monitoring of animals through precision livestock farming technologies (Güven & Karakuş, 2024). In Australia, early warning systems have been established to forecast heatwaves and support animal protection (Sejian et al., 2018).

International collaborations and projects are underway to address the impacts of climate change on small ruminant farming. Training and capacity-building programs have been organized to raise awareness among breeders about climate adaptation strategies. These programs have been particularly emphasized in the Middle East and North Africa regions especially in developing countries where livestock farmers are trained on

methods for adapting to climate change (Anonymous, 2024a). In a project funded by the European Union, a series of training and technical support initiatives have been launched to help small ruminant breeders in the Mediterranean region adapt to the impacts of climate change (Anonymous, 2024b). Similar projects should be expanded in order to reduce the pressure of climate change on animal production.

REFERENCES

- Aliyar, Q., Devakumar, A. S., Shivaramu, H. S. & Abdollahzadeh, G. (2025). Determinants in the adoption of drought adaptation strategies of smallholder farmers in drought-prone areas of India. *Theoretical and Applied Climatology*, 156(3), 152.
- Anonim, 2018. Feeding and Management Strategies for Goats in Hot Climates. FAO Raporu. (<https://www.fao.org/>).
- Anonim, 2019. Keçilerin Ekolojik Rolü. Türkiye Biyolojik Çeşitlilik Araştırmaları Enstitüsü . (<https://www.tubitak.gov.tr/>)
- Anonim, 2020a. Keçi Yetiştiriciliği ve Sürdürülebilir Tarım. Tarım ve Orman Bakanlığı (<https://www.tarimorman.gov.tr/>).
- Anonim, 2020b. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Genomik Seleksiyon ve Keçi Islahı (<https://www.tubitak.gov.tr/>).
- Anonim, 2021a. Keçi Otlatma Yöntemi ile Yangın Önleme Çalışmaları. Orman Genel Müdürlüğü, (<https://www.ogm.gov.tr/>).
- Anonim, 2021b. Sıcak İklim Koşullarında Keçi Yetiştiriciliği Rehberi. Türkiye Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Anonim, 2021c. Yerli keçi ve koyun ırklarının iklim değişikliğine uyumu. <https://www.tubitak.gov.tr/>
- Anonim, 2021d. Climate change 1: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Anonim, 2022. Yerli Keçi Irklarının Korunması. Türkiye Yerli Hayvan Genetik Kaynakları Araştırma Enstitüsü. (<https://www.tarimorman.gov.tr/>).
- Anonim, 2024a. Capacity building for climate-resilient small ruminant production in the Middle East and North Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Anonim, 2024b. Enhancing climate resilience of small ruminant production in the Mediterranean region. European Union Publications.
- Archana, P. R., Sejian, V., Ruban, W., Bagath, M., Krishnan, G., Aleena, J., ... & Bhatta, R. (2018). Comparative assessment of heat stress induced changes in carcass traits, plasma leptin profile and skeletal muscle myostatin and HSP70 gene expression patterns between indigenous Osmanabadi and Salem Black goat breeds. *Meat Science*, 141, 66-80.
- Aziz, M. A. (2010). Present status of the world goat populations and their productivity.
- Berihulay, H., Abied, A., He, X., Jiang, L. & Ma, Y. (2019). Adaptation mechanisms of small ruminants to environmental heat stress. *Animals*, 9(3), 75.
- Biswal, J., Vijayalakshmy, K. & Rahman, H. (2021). Impact of climate change on small ruminants production: a review. *Appro Poult Dairy & Vet Sci*, 8(1), 10-31031.
- Bozkurt, Z. (Ed.). (2024). *Bilimsel Hayvan Üretiminde Güncel Akademik Çalışmalar*. Livre de Lyon.

- Chedid, M., Jaber, L. S., Giger-Reverdin, S., Duvaux-Ponter, C. & Hamadeh, S. K. (2014). Water stress in sheep raised under arid conditions. *Canadian Journal of Animal Science*, 94(2), 243-257.
- Güven, R. A. F. M. & Karakuş, K. (2024). The Welfare Relationship Between Precision Animal Husbandry Systems And Farm Animals. *Current Agricultural Studies In Türkiye Research And Reviews* iii
- Gupta, M. & Mondal, T. (2021). Heat stress and thermoregulatory responses of goats: a review. *Biological Rhythm Research*, 52(3), 407-433.
- Joy, A., Dunshea, F. R., Leury, B. J., Clarke, I. J., DiGiacomo, K. & Chauhan, S. S. (2020). Resilience of small ruminants to climate change and increased environmental temperature: A review. *Animals*, 10(5), 867.
- Kaliber, M., Koluman, N. & Silanikove, N. (2016). Physiological and behavioral basis for the successful adaptation of goats to severe water restriction under hot environmental conditions. *Animal*, 10(1), 82-88.
- Kaushik, R., Arya, A., Kumar, D., Goel, A. & Rout, P. K. (2023). Genetic studies of heat stress regulation in goat during hot climatic condition. *Journal of Thermal Biology*, 113, 103528.
- Kaymakçı, M., Eliçin, A., Tuncel, E., Pekel, E., Karaca, O., Işın, F., ... & Sönmez, R. (2000). Türkiye’de küçükbaş hayvan yetiştiriciliği. *Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi*, 2, 765-793.
- Koluman, N. (2023). Goats and their role in climate change. *Small Ruminant Research*, 228, 107094.
- Kuraz, B., Tesfaye, M. & Mekonnen, S. (2021). Climate change impacts on animal production and contribution of animal production sector to global climate change: A review. *Agricultural Science Digest-A Research Journal*, 41(4), 523-530.
- Mader, T. L., Davis, M. S. & Brown-Brandl, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of animal science*, 84(3), 712-719.
- Marai, I. F. M., El-Darawany, A. A., Fadiel, A. & Abdel-Hafez, M. A. M. (2008). Reproductive performance traits as affected by heat stress and its alleviation in sheep. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 8(3), 209-234.
- Mili, B. & Chutia, T. (2021). Adaptive mechanisms of goat to heat stress. In *Goat Science-Environment, Health and Economy*. IntechOpen.
- Mokolobate, M. C., Theunissen, A., Scholtz, M. M. & Naser, F. W. C. (2014). Sustainable crossbreeding systems of beef cattle in the era of climate change. *South African Journal of Animal Science*, 44(5), 8-11.
- Nair, M. R., Sejian, V., Silpa, M. V., Fonsêca, V. F. C., de Melo Costa, C. C., Devaraj, C., ... & Bhatta, R. (2021). Goat as the ideal climate-resilient animal model in tropical environment: revisiting advantages over other livestock species. *International Journal of Biometeorology*, 65, 2229-2240.
- Pragna, P., Chauhan, S. S., Sejian, V., Leury, B. J. & Dunshea, F. R. (2018).

Climate change and goat production: Enteric methane emission and its mitigation. *Animals*, 8(12), 235.

Rana, M. S., Hashem, M. A., Akhter, S., Habibullah, M., Islam, M. H. & Biswas, R. C. (2014). Effect of heat stress on carcass and meat quality of indigenous sheep of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 43(2), 147-153.

Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S. S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y. & Xu, J. (2019). Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review. *Plants*, 8(2), 34.

Sejian, V., Maurya, V. P. & Naqvi, S. M. (2010). Adaptability and growth of Malpura ewes subjected to thermal and nutritional stress. *Tropical Animal Health and Production*, 42, 1763-1770.

Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R. & Lacetera, N. (2018). Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12(s2), s431-s444.

Sejian, V., Silpa, M. V., Reshma Nair, M. R., Devaraj, C., Krishnan, G., Bagath, M., ... & Bhatta, R. (2021). Heat stress and goat welfare: Adaptation and production considerations. *Animals*, 11(4), 1021.

Silanikove, N. (2000). The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small ruminant research*, 35(3), 181-193.

Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U. & Prosser, C. G. (2010). Recent advances in exploiting goat's milk: quality, safety and production aspects. *Small ruminant research*, 89(2-3), 110-124.

Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., De Babilio, V., Gourdiene, J. L. & Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6(5), 707-728.

Turkmen, N. (2017). The nutritional value and health benefits of goat milk components. In *Nutrients in Dairy and their Implications on Health and Disease* (pp. 441-449). Academic Press.

”

Bölüm 4

İSTATİSTİK PROGRAMLARINDA FARKLI REGRESYON MODELLERİ İLE HAYVANCILIK VERİLERİNİN ANALİZİ

Muzaffer ÇEVİK¹

¹ Araş. Gör. Dr. /Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Şırnak.
e-posta: muzaffercevik1905@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0253-217X

Giriş

İstatistik, belirli bir amaç doğrultusunda veri toplama, tablo ve grafiklerle özetleme, sonuçları yorumlama, bu sonuçların güven düzeylerini açıklama, örneklerden elde edilen bulguları kitleye genelleme, değişkenler arasındaki ilişkileri araştırma, çeşitli konulara yönelik geleceğe dair tahminlerde bulunma, deney yapma ve gözlem ilkelerini kapsayan bir bilim dalıdır. Belirli bir amaca yönelik olarak verilerin toplanması, sınıflandırılması, çözümlenmesi ve elde edilen sonuçların yorumlanması esasına dayanır. Bu kapsamda yürütülen tüm işlemlere “istatistik” adı verilmektedir (Anonim, 2025a).

20. yüzyılın ikinci yarısında bilgisayarların işlem gücü ve hızında meydana gelen olağanüstü artış ile bilgisayar kullanımının yaygınlaşması, istatistik biliminin hem pratik uygulamaları hem de teorik gelişimi üzerinde büyük etkiler yaratmıştır (Anonim, 2025a). Bu süreçte geliştirilen istatistik paket programlarından biri olan SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), ilk sürümünü 1968 yılında piyasaya sürmüş olup günümüzde hâlâ yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Anonim, 2025b). Başlangıçta sosyal bilimlerde kullanılmak üzere geliştirilen bu program, zamanla fen bilimleri alanında da kullanılmaya başlanmış ve yaygınlaşmıştır. Bir diğer önemli istatistiksel analiz programı olan SAS (Statistical Analysis System), 1971 yılında tarımsal verilerin analizi amacıyla geliştirilmiş ve piyasaya sunulmuştur.

Regresyon, bağımlı değişken ile bağımsız değişken(ler) arasındaki ilişkinin gücünü ve yönünü belirlemeye çalışan istatistiksel bir modeldir (Anonim, 2025c). Regresyon modelleri, uzun yıllardır veri analizinde kullanılmakta olup, farklı veri setlerine uyarlanabilen çeşitli modellerin geliştirilmesiyle daha güvenilir ve doğru sonuçlara ulaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Regresyon analizi, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin tahmin edilmesinde başvurulacak temel istatistiksel yöntemlerden biridir. Başka bir ifadeyle, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisini ölçmeye ve yorumlamaya olanak tanır. Ayrıca değişkenler arasındaki ilişkinin modellenmesi sürecine de katkı sunar (Anonim, 2025c). İki değişkenin yer aldığı bir veri setinde, tahminlemede kullanılan değişken “bağımsız değişkeni”, buna göre değeri tahmin edilen değişken ise “bağımlı değişkeni” ifade eder.

Regresyon analizinde kullanılan çok sayıda model mevcuttur. Örneğin; doğrusal regresyon, polinom regresyonu, parçalı regresyon ve lojistik regresyon gibi farklı modeller, çeşitli veri analizlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, hayvansal üretim verilerinin analizinde kullanılan bazı regresyon analizi modellerini tanıtmak ve bu modellerin istatistik paket programlarında (örneğin SPSS, SAS vb.) nasıl uygulandığını örneklerle ortaya koymaktır.

Doğrusal Regresyon

Doğrusal bir regresyon, tamamen doğrusal değişkenlerden oluşan bir regresyon modelini ifade eder. Karmaşık sistemlerin davranışını anlamınıza ve tahmin etmenize veya deneysel, finansal ve biyolojik verileri analiz etmenize yardımcı olabilir (Anonim, 2025c).

Doğrusal bir regresyon modeli için genel denklem aşağıdaki şekildedir:

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + e_i$$

Burada β hesaplanacak doğrusal parametre tahminlerini, e ise hata terimlerini ifade eder.

İki tür doğrusal regresyon analizi vardır: Basit regresyon (simple regression) ve çoklu regresyon (multiple regression).

Basit regresyon, tek bir açıklayıcı değişken kullanırken çoklu regresyon çok sayıda açıklayıcı değişken kullanır.

Basit doğrusal regresyon, büyük boyutlu veriler için uygun değildir. Burada yalnızca bir bağımlı ve bir bağımsız değişken vardır, bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki ilişki doğrusaldır ve regresyon çizgisinin türü düz bir çizgidir.

Çoklu doğrusal regresyon ise, bir bağımlı değişken ve birden çok bağımsız değişken içerir.

Sonuçlar elde edildikten sonra bağımsız değişken bilinen bir faktör olduğunda, bağımlı değişkenin tahmin edilmesine yardımcı olur. Bu, regresyon istatistiklerinin yardımıyla yapılır.

Basit regresyon denklemi:

$$Y = a + bX + u$$

Y = Bağımlı değişken

X = Bağımsız (Açıklayıcı) değişken

a = Kesişme, b = Eğim, u = Regresyon kalıntısı

Çoklu regresyon denklemi:

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + eX_4 + \dots + tX_t + u$$

Y = Bağımlı değişken,

X1, X2, X3, X4 = Bağımsız (Açıklayıcı) değişkenler,

a = Kesişme,

b, c, d = Eğimler,

u = regresyon kalıntısı

Regresyon kalıntısı, tahmin değeri ile gözlemlenen değer arasındaki farktır.

Hayvansal üretim verilerinin çoklu doğrusal regresyon yöntemi ile analiz edildiği bazı çalışmalara bakıldığında; Kılıç ve Özbeyaz (2010), Karayaka ve Bafra koyunlarında bazı vücut ölçüleri ile canlı ağırlık tahmini için çoklu doğrusal regresyon analizini kullanmışlardır. Bir başka çalışmada Takma ve ark. (2012), çoklu doğrusal regresyon ile yapay sinir ağlarının laktasyon süt verimine uyumunun karşılaştırılması üzerine çalışmışlardır. Kayaalp ve ark. (2015), yumurta kabuk ağırlığı, yumurta ak indeksi ve yumurta sarı indeksi verileri ile çoklu regresyonda adimsal yöntemlerden en uygun modeli ortaya koyarak yumurta ağırlığı tahmini yapmışlardır. Akkol ve ark. (2017) ise Kıl keçilerinin canlı ağırlık tahmininde yapay sinir ağları ve çoklu doğrusal regresyon yöntemlerini karşılaştırmışlardır.

Polinom Regresyonu

İstatistikte polinom regresyonu, bağımsız değişken x ile bağımlı değişken y arasındaki ilişkinin, x cinsinden bir polinom olarak modellendiği regresyon analizi biçimidir. Polinom regresyonu, x değeri ile y'nin karşılık gelen koşullu ortalaması arasında doğrusal olmayan bir ilişkiye uyar ve $E(y|x)$ ile gösterilir. Polinom regresyonu verilere doğrusal olmayan bir model uygulasa da, istatistiksel bir tahmin problemi olarak doğrusaldır; yani regresyon fonksiyonu $E(y|x)$, verilerden tahmin edilen bilinmeyen parametrelerde doğrusaldır. Bu nedenle polinom regresyonu, doğrusal regresyonun özel bir durumudur (Anonim, 2025d).

Brian Allen ve ark. (1983), hayvan deneylerinde tekrarlanan ölçümlerin analizinde polinom regresyonu kullanmışlardır. Pool ve Meuwissen (2000), laktasyon verilerinin polinom regresyon ile analizi için ölçüm verilerinin azaltılması üzerine çalışmalar yapmışlardır. Bohmanova ve ark. (2008), Kanada Holstein ineklerinin üretim özellikleri ve somatik hücre

puanı için Legendre polinomları ile doğrusal eğriler kullanılarak rastgele regresyon modellerinin karşılaştırılması üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Parçalı Regresyon

Noktasal dağılımları (scatter diagram) tek bir fonksiyonla (doğru veya eğri) ifade etmek araştırmacıya kolaylık sağlasa da, bazı durumlarda büyük hatalara neden olabilir. Bu hatalar özellikle fonksiyonlardan elde edilen tahmin değerlerinin istatistiksel anlamda yorumlanması aşamasında belirginleşir. Ayrıca, tek bir fonksiyonla yaklaşımda çoğu zaman sonuçlar istenilen hassasiyette elde edilemez; yani elde edilen fonksiyonların tahmin gücü düşüktür (düşük R^2 , yüksek ei) (Şahin, 2009).

Parçalı regresyonlar, bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait noktasal dağılımların belirli noktalardan (düğüm noktaları) parçalara ayrılarak incelenmesi durumudur. Tanımdan da anlaşılacağı üzere, parçalı regresyonlarda noktasal dağılımların tamamı tek bir fonksiyon yerine, aralık fonksiyonları kullanılarak ifade edilir (Çevik vd., 2018).

Parçalı regresyonların birden fazla türü mevcuttur. Bunlar:

1. Kesikli Parçalı Regresyonlar
 2. Sürekli Parçalı Regresyonlar
 - 2.1 Sürekli Doğrusal Parçalı Regresyon
 - 2.2 Sürekli Kuadratik Parçalı Regresyon
 - 2.3 Sürekli Kübik Parçalı Regresyon
 3. Karışık Parçalı Regresyonlar,
- şeklindedir.

Jung ve ark. (1989) koyun otlatma davranışı üzerine yürüttükleri çalışma sonrası elde ettikleri verileri polinamiyal ve parçalı regresyon yöntemleri ile analiz etmişlerdir. Ploeger ve ark. (1990) buzağılının canlı ağırlığını, otlatma mevsimi sonunda ölçerek sürü başına tahmin edilen nematod enfeksiyonuna maruz kalma seviyelerini belirlemişlerdir. Elde ettikleri verileri de doğrusal regresyon, segmentli eğrisel regresyon ve parçalı regresyon yöntemleriyle analiz etmişlerdir. Comets ve ark. (1999) tavşanlar üzerinde yürüttükleri bir çalışmadan elde ettikleri verilerin değerlendirilmesinde ve yorumlanmasında kısıtlandırılmış kübik parçalı regresyon metodunu kullanmışlardır. White ve ark. (1999) parçalı regresyonlar uygun şekilde oluşturulan karışık bir modele dahil edilebildiğinden dolayı, kübik parçalı regresyonların hayvan ıslahında kullanımının

uygun olduğunu vurgulamışlardır. Huisman ve ark. (2002) yaptıkları çalışmayla hangi tür şansa bağlı regresyon modelinin domuzların ağırlık verilerine en uygun olduğunu 3445 domuza ait veriyi ortogonal polinomları ve parçalı regresyonları kullanarak analiz etmişlerdir. Aggrey (2004) iki farklı protein diyetiyle beslenmiş, serbest yetiştirilmiş tavuk popülasyonundan asimptotik vücut ağırlığı ölçümlerini modellemek amacıyla parçalı doğrusal regresyonu kullanmıştır.

Wall ve ark. (2005) Holstein-Friesian sığırları ile yürüttükleri çalışmada 954 boğanın kızlarına ait ilk laktasyon süt verimlerini kullanmışlardır. Özellikle laktasyon süresi boyunca vücut yapısında meydana gelen değişimleri modellemek için rastgele regresyon modellerinde Legendre polinomları ve kübik parçalı regresyon metodunu kullanmışlardır. DeGroot ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada genetik parametreleri bireysel test günü süt, yağ ve protein verimlerini Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (REML) ve somatik hücre sayılarını da şansa bağlı kübik parçalı regresyon yöntemleriyle tahminlemişlerdir. Şahin (2009) yaptığı çalışmada bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki bağlantıyı araştırmak amacıyla parçalı regresyonlar ve tarımsal alanda kullanımını göstermiştir. Nagel-Alne ve ark. (2014) Kübik parçalı bir regresyon modelini kullanarak 43 farklı sürüden alınan 28.829 farklı laktasyona ait 135.446 süt verim kaydını incelemişlerdir. Çevik (2019) laktasyon süt veriminin parçalı regresyon metoduyla modellenmesi üzerine bir yüksek lisans çalışması yürütmüştür.

Lojistik Regresyon

Lojistik regresyon, bir bağımlı değişkenin kategorik (genellikle ikili) olduğu durumlarda kullanılan istatistiksel bir modelleme yöntemidir. Özellikle, olasılık tahminleri yapmak için kullanılır ve bağımlı değişkenin 0 ve 1 gibi iki değerden birini alması beklenen durumlar için uygundur.

Lojistik regresyonun temel amacı, bir olayın olma olasılığını modellemektir. Örneğin, bir hastanın belirli bir hastalığa yakalanıp yakalanmadığını, bir e-posta'nın spam olup olmadığını tahmin etmek gibi.

Lojistik regresyonun temel özellikleri şunlardır:

Sigmoid Fonksiyonu (Logistic Fonksiyonu): Lojistik regresyon, doğrusal olmayan bir modeldir. Modelin çıktısı, logit fonksiyonuna uygulanan bir sigmoid fonksiyonu aracılığıyla 0 ile 1 arasında sıkıştırılır. Sigmoid fonksiyonu şu şekilde ifade edilir:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k)}}$$

$P(Y=1)$: Olayın gerçekleşme olasılığı

e: Doğal logaritmanın tabanı

Lojistik Regresyonun Temelleri ve Uygulama Alanı: Lojistik regresyon, ikili sınıflandırma problemlerinde kullanılan bir modelleme tekniğidir. Bu tür problemler, bağımlı değişkenin yalnızca iki kategoriye ayrıldığı durumları kapsar.

Lojistik regresyonun amacı, bağımsız değişkenler (örneğin, doğum tipi, beslenme durumu, çevresel faktörler) ile bağımlı değişken (yaşama gücü) arasındaki ilişkiyi modelleyerek, her bir gözlem için yaşama olasılığını tahmin etmektir. Buzağılarda yaşama gücünü tahmin etmek için kullanılan lojistik regresyon modeli şu şekilde ifade edilebilir:

Lojistik regresyon modeli:

$$P(Y = 1) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k}}$$

$P(Y=1)$: Buzağının hayatta kalma olasılığı.

β_0 : Kesme noktası (intercept).

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$: Bağımsız değişkenlerin katsayıları.

$X_1, X_2, \dots, X_k$: Bağımsız değişkenler (doğum şekli, cinsiyet, doğum ağırlığı vb.).

Logit (Odds): Lojistik regresyon, bağımlı değişkenin oranlarını (odds) modellemeyi amaçlar. Odds, bir olayın olma olasılığı ile olmama olasılığı arasındaki oranı ifade eder.

Kayıp Fonksiyonu: Lojistik regresyon, maksimum olasılık tahminini kullanır ve kayıp fonksiyonu olarak genellikle log-likelihood kullanılır. Amaç, veriye en uygun parametreleri (koefisyanları) bulmaktır.

Uygulama Alanları:

Tıp (örneğin, hastalık teşhisleri)

Finans (örneğin, kredi onayları)

Pazarlama (örneğin, müşteri segmentasyonu)

Lojistik regresyonun avantajları arasında kolay anlaşılabilirlik, yorumlanabilirlik ve doğrusal olmayan ilişkileri modelleme yeteneği bulunur.

Ercan ve Irmak (2018) kanatlı eti tüketimini etkileyen faktörleri analiz etmek için lojistik regresyon analizini kullanmışlardır. Akçay (2009) biyoistatistik alanında yaptığı doktora çalışmasında Broiler coccidiosis’inde risk faktörlerinin belirlenmesi için lojistik regresyon analizini kullanmıştır. Güngör ve ark. (2022) buzağı hastalıkları üzerine etkili faktörlerin sınıflandırılmasında lojistik regresyon analizi ve iki diğer yöntemin performanslarını karşılaştırmışlardır. Kılıç ve Keskin (2019) sığırlarda mastitis teşhisi için etkili faktörlerin tespitini lojistik regresyon analizi ile yapmışlardır. Aksoy ve Yavuz (2008) Doğu Anadolu Bölgesi’ndeki hayvancılık işletmelerinin Avrupa Birliği’ne uyumu ve rekabet edebilirliği üzerine yürüttükleri anket çalışmasından elde ettikleri verileri lojistik regresyon yöntemiyle analiz etmişlerdir. Akçay ve ark. (2014) sığırlarda gebelik oranı üzerine etkili bazı faktörlerin değerlendirilmesini lojistik regresyon analizi ile yapmışlardır. Sezgin (2010) Erzurum ilinde hayvancılığa yönelik yeniliklerin belirlenmesinde kitle iletişim araçlarının etkisini analiz etmek amacıyla yürüttüğü anket çalışması sonuçlarını lojistik regresyon ile analiz etmiştir. Çevik (2025) doktora çalışmasında buzağılarda yaşama gücü üzerine çevresel ve genetik faktörlerin etkisini lojistik regresyon yöntemi ile analiz etmiştir.

Hayvansal verilerin toplanmasında, işlenmesinde, değerlendirilmesinde ve analizinde kullanılan bazı regresyon modelleri ve yöntemlerinin yanı sıra bu yöntem ve modellerin analizi için yaygın olarak kullanılan iki istatistik paket programdan biri IBM SPSS ve diğeri de SAS’tır.

a. IBM SPSS

SPSS bilgisayar programı (*İngilizce açılımıyla: Statistical Package for the Social Sciences*), ilk sürümü 1968 yılında piyasaya verilmiş istatistiksel analize yönelik bir bilgisayar programıdır. Uzun bir dönem (1968 ile Mart 2009 arasında) bu program SPSS Inc. adını taşıyan bir ABD asıllı şirket tarafından hazırlanıp sürüme sokulup satılmıştır. 2009’da bu şirket ve bu programın sahipliği IBM şirketine satılmıştır. Bu tarihten sonra bir geçiş döneminde (Eylül 2009 ile Eylül 2010 döneminde) *PASW Statistics* adıyla (versiyon 17.0.3, 18.0, 19=8.0.1, 18.0.2 ve 18.0.3 için) anılıp Ağustos 2010 (versiyon 19.0)’dan itibaren resmen IBM SPSS Statistics olarak isimlendirilmeye başlanmıştır (Anonim, 2025b).

IBM SPSS Statistics, kapsamlı istatistiksel analiz yöntemleri ile bir taraftan üniversitelerde öğrencilerin geleceğe hazırlanmaları için önemli bir yardımcı olarak ve akademik araştırmalarda kullanılmakta, diğer ta-

raftan verinin olduğu her sektörde belirlenen iş hedeflerine göre verilerin kod yazmadan, kolayca analiz edilmesini sağlayan, modüler yapıda istatistiksel analiz ve istatistiksel raporlama yazılımıdır (Anonim, 2025e).

IBM SPSS Statistics'in yaygın olarak kullanıldığı sektörler ve bu sektörlerdeki temel kullanım amaçlarına dair birkaç örnek;

Akademik eğitim

Akademik araştırmalar

Pazar araştırmaları ve tüketici davranışı analizleri

Finans sektöründe kredi risk analizi, tahminleme, işlem sahteciliği, müşteri segmentasyonu vb. çalışmalar

Sağlık bilimleri ve klinik araştırmalar

Eğitim sektöründe öğrenci performans analizleri, öğretim yöntemlerinin değerlendirilmesi, öğrenci terk analizleri, vb.

Halkla ilişkiler ve medya sektöründe kamuoyu araştırmaları, sosyal medya analizleri, hedef kitle analizleri, vb.

Perakende ve e-ticaret- satış ve operasyonel verilerin analizi, müşteri davranışlarının tahmini, kampanya etkinlik analizleri, satış trendleri analizi, fiyatlandırma stratejileri, vb.

Kamu sektörü ve devlet kurumlarında sosyoekonomik analizler, halk sağlığı analizleri, gelir tahmini modellemeleri, risk analizleri, politika etki analizleri, vb.

İnsan kaynakları ve işletme yönetimi

Sigorta sektöründe risk profili analizi, talep tahminleri, kayıp ve hasar tahminleri, fiyatlandırma, vb.

Verilen örneklerle ek olarak tarımsal ürün ve üretim verilerinin analizinde de sıklıkla kullanılmaktadır.

Alkan ve ark. (2008) "Kıvalı Kekliklerde (*Alectoris chukar*) Erkek-Dişi Oranının Kuluçka Özelliklerine Etkileri" isimli çalışmalarında elde ettikleri verileri SPSS(1) paket programında Kruskal-Wallis testi ile analiz etmişlerdir. Bayındır ve Demirel (2008) Van ilindeki sığırcılık işletmelerinin genel durumu ve sorunları üzerine yaptıkları araştırma sonucu elde ettikleri verileri SPSS paket programıyla değerlendirmişlerdir. Küçükönder ve ark. (2014) Japon bıldırcınları yumurtalarında döllülüğe etki eden bazı faktörlerin belirlenmesi amacı ile yaptıkları çalışmada sınıfsal

değerlendirmeler için kullandıkları Khi-Kare test istatistiğinin hesaplanması için SPSS 15.0 programını kullanmışlardır. Ceyhan ve Karadağ (2009) Saanen Keçilerin bazı tanımlayıcı özelliklerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada elde ettikleri verileri SPSS 17.0 programında En Küçük Kareler yöntemi ile analiz etmişlerdir. Polat ve Süzümüş (2021) hayvancılık verilerinde kullanılan faktör analizi yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi için SPSS paket programında yer alan yedi tane faktör çıkartma yöntemini analiz etmişlerdir. Topçu (2008) Erzurum ilinde süt sığırcılığı işletmelerindeki başarıyı etkileyen faktörlerin analizi için SPSS paket programında çoklu doğrusal regresyon yöntemini kullanmıştır.

b. SAS

Statistical Analysis System (SAS), istatistiksel analizler ve veri yönetimi için kullanılan bir yazılım sistemidir. SAS, özellikle büyük veri setleri ile çalışırken güçlü veri analizi, raporlama, veri madenciliği ve modelleme gibi işlemleri kolaylaştıran bir dizi araç ve uygulama sunar. Genellikle araştırma, sağlık, finans, pazarlama, kamu sektörü gibi birçok alanda kullanılır (Anonim, 2025f).

Öne çıkan özellikleri şunlardır:

Veri Yönetimi: Verilerin toplanması, düzenlenmesi ve analiz için uygun hale getirilmesi.

İstatistiksel Analizler: Veri setlerinden anlamlı sonuçlar çıkarmak için çeşitli istatistiksel yöntemler (t-testi, regresyon analizi, ANOVA, vb.) sunar.

Modelleme: İleri düzey modelleme teknikleri ile tahminler ve sınıflandırmalar yapılabilir.

Raporlama ve Görselleştirme: Sonuçları görselleştirerek raporlar oluşturma ve paylaşma.

Veri Madenciliği ve Makine Öğrenimi: Karmaşık veri desenlerini ve ilişkilerini keşfetmek için kullanılır.

SAS, büyük veri ve karmaşık analizlerde oldukça etkilidir. Çoğu zaman, araştırmacılar ve veri bilimcileri bu yazılımı, iş yerlerinde daha hızlı ve doğru kararlar almak için kullanır.

Yıldırım ve Özcan (2001) kuluçkalık bildiricın yumurtalarında kekik ve kimyon uçucu yağlarının dezenfektan olarak kullanımı üzerine yürüttükleri çalışmada SAS programında one-way ANOVA prosedürü ile

elde ettikleri verileri analiz etmişlerdir. Piweczyński ve ark. (2021) Avrupa Birliği ve ABD'den seçilmiş bazı ülkelerdeki otomatik sağım parametrelerinin karşılaştırılmasında ülkeler arası farklılıkların belirlenmesi için SAS 9.4 programında Scheffé testini kullanmışlardır. Can ve Harun (2015) vakumda pişirme ile tavuk köftelerinin raf ömrünün nasıl etkilendiği üzerine yürüttükleri çalışmada elde ettikleri verileri SAS 6.1 paket programıyla analiz etmişlerdir. Şahin (2009) doktora çalışmasında 9 farklı hayvansal veri setinin analizinde parçalı regresyon modelini SAS 9.0 programıyla analiz etmiştir. Çevik (2019) yüksek lisans çalışmasında laktasyon süt verilerinin parçalı regresyonla modellenmesini SAS 9.0 programıyla yapmıştır. Çevik (2025) doktora çalışmasında buzağılarda yaşama gücü üzerine etkili çevresel ve genetik faktörlerin analizini lojistik regresyon modeli ile SAS 9.0 programını kullanarak yapmıştır.

Sonuçlar

Gelişen teknoloji ve keşfedilen yeni yöntemler ile istatistiksel analizlerin uygulanması, birçok alanda olduğu gibi hayvancılık alanında da yaygınlaşmıştır. Bu çalışmada, SPSS ve SAS gibi iki farklı istatistik paket programı tanıtılmış ve bu programlar kullanılarak gerçekleştirilmiş bazı çalışmalara yer verilmiştir. Ayrıca, birçok regresyon analizi yönteminden doğrusal, polinom, parçalı ve lojistik regresyon olmak üzere dört farklı yöntem tanıtılmıştır.

Doğrusal regresyon yöntemi, yıllar içerisinde hayvansal üretim verilerinin analizinde yaygın olarak kullanılmış olmakla birlikte, diğer regresyon yöntemleri ise daha yeni dönemde yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Özellikle lojistik regresyon yöntemi ile sığır verileri üzerine yapılmış sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmanın, gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalarda kullanılacak yöntem ve programların seçiminde araştırmacılara yol gösterici olacağı öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Aggrey, S. E. (2004). Modelling the effect of nutritional status on pre-asymptotic and relative growth rates in a random-bred chicken population. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 121, 260–268.
- Akçay, A. (2009). *Broiler coccidiosis'inde risk faktörlerinin lojistik regresyon analizi ile belirlenmesi* (Order No. 31162457). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (3108521976). Retrieved from <https://www.proquest.com/dissertations-theses/broiler-coccidiosis-inde-risk-faktörlerinin/docview/3108521976/se-2>
- Akçay, A., Abay, M. & Bekyürek, T. (2014). Süt sığırlarında gebelik oranı üzerine etkili bazı faktörlerin lojistik regresyon analizi ile değerlendirilmesi. *Journal of Animal Production*, 55(2), 16-21. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.363922>
- Akkol, S., Akıllı, A. & Cemal, İ. (2017). Kıl Keçilerinin canlı ağırlık tahmininde yapay sinir ağları ve çoklu doğrusal regresyon yöntemlerinin karşılaştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 21-29
- Aksoy, A. & Yavuz, F. (2008). Hayvancılık işletmelerinin Avrupa Birliğine uyumu ve rekabet edebilirliği; Doğu Anadolu örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 14(1 ve 2), 37-45.
- Alkan, S., Karabağ, K., Galiç, A. & Balcıoğlu, M. S. (2008). The effects of male and female ratio on hatchability traits of partridges (A. Chukar). *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 48(1), 45-50.
- Anonim, (2025a). <https://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0statistik> Erişim Tarihi: 19.06.2025.
- Anonim, (2025b). <https://tr.wikipedia.org/wiki/SPSS> Erişim Tarihi: 19.06.2025.
- Anonim, (2025c). <https://bulutistan.com/blog/regresyon/> Erişim Tarihi: 19.06.2025.
- Anonim, (2025d). https://en.wikipedia.org/wiki/Polynomial_regression Erişim Tarihi: 19.06.2025.
- Anonim, (2025e). <https://www.aims.com.tr/ibm-spss-statistics-nedir> Erişim Tarihi: 19.06.2025.
- Anonim, (2025f). https://www.sas.com/tr_tr/home.html Erişim Tarihi: 19.06.2025.
- Bayındır, A. & Demirel, M. (2008). Van ili sığırcılık işletmelerinin mevcut durumu ve sorunlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma 1. Genel yapı ve yetiştiricilik bakımından değerlendirme. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 110-118.
- Bohmanova, J., Miglior, F., Jamrozik, J., Misztal, I. & Sullivan, P. G. (2008). Comparison of random regression models with Legendre polynomials and linear splines for production traits and somatic cell score of Canadian Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 91(9), 3627-3638.
- Brian Allen, O., Burton, J. H. & Holt, J. D. (1983). Analysis of repeated

- measurements from animal experiments using polynomial regression. *Journal of Animal Science*, 57(3), 765-770.
- Can, Ö. P. & Harun, F. (2015). Shelf life of chicken meat balls submitted to sous vide treatment. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17, 137-144.
- Ceyhan, A. & Karadağ, O. (2009). Marmara Hayvancılık Araştırma Enstitüsünde yetiştirilen Saanen keçilerin bazı tanımlayıcı özellikleri. *Journal of Agricultural Sciences*, 15(02), 196-203.
- Comets, E., Mentré, F., Nimmerfall, F., Kawai, R., Mueller, I., Marbach, P. & Vonderscher, J. (1999). Nonparametric analysis of the absorption profile of octreotide in rabbits from long-acting release formulation OncoLAR. *Journal of Controlled Release*, 59(2), 197-205.
- Çevik, M. (2019). *Laktasyon süt veriminin parçalı regresyon yöntemiyle modellenmesi*. (Master's thesis, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Çevik, M. (2025). *Siyah Alaca ırkı süt sığırı buzağılarında yaşama gücü üzerine çevresel ve genetik faktörlerin etkisi*. (PhD thesis, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Çevik, M., Gevrekçi, Y. & Şahin, M. (2018). Use of spline regressions in livestock. *Uluslararası Çevre Araştırmaları ve Teknoloji Dergisi*. 1(3). 35-37.
- DeGroot, B., Keown, J. F., Vleck, L. D. & Kachman, S. D. (2007). Estimates of genetic parameters for Holstein cows for test-day yield traits with a random regression cubic spline model. *Genetics and Molecular Research*. 6(2). 434-444.
- Ercan, U. & Irmak, S. (2018). Lojistik regresyon analizi kullanılarak kanatlı hayvan eti tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 9-18.
- Güngör, G., Akçay, A., Sarıözkan, S. & Çelik, E. (2022). Buzağı hastalıkları üzerine etkili faktörlerin sınıflandırılmasında yapay sinir ağları, rassal orman algoritması ve lojistik regresyon analizi performanslarının karşılaştırılması. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(2), 94-100. <https://doi.org/10.32707/ercivet.1142552>
- Huisman, A. E., Veerkamp, R. F. & Arendonk, J. A. (2002). Genetic parameters for various random regression models to describe the weight data of pigs. *Journal of Animal Science*. 80. 575-582.
- Jung, H. G. & Sahlu, T. (1989). Influence of grazing pressure on forage quality and intake by sheep grazing smooth brome grass. *Journal of Animal Science*. 67(8). 2089-2097.
- Kayaalp, G. T., Çelik Güney, M. & Cebeci, Z. (2015). Çoklu doğrusal regresyon modelinde değişken seçiminin Zooteğniye uygulaması. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1), 1-8.
- Kılıç, B. & Keskin, İ. (2020). Siyah Alaca sığırlarda mastitis teşhisinde etkili olan faktörlerin lojistik regresyon analizi ile tespiti. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 8(2), 46-55.
- Kılıç, İ. & Özbeyaz, C. (2010). Live weight estimation of Karayaka and Bafra (Chios x Karayaka B1) sheep using some body measurements. *Lalahan*

Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 50(1), 1-11.

- Küçükönder, H., Üçkardeş, F. & Narinç, D. (2014). Hayvancılık alanında bir veri madenciliği uygulaması: Japon bildiricini yumurtalarında döllülüğe etki eden bazı faktörlerin belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(6), 900-908.
- Nagel-Alne, G. E., Krøntveit, R., Bohlin, J., Valle, P. S., Skjerve, E. & Sølverød, L. S. (2014). The Norwegian healthier goats program modeling lactation curves using a multilevel cubic spline regression model. *Journal of Dairy Science*, 97(7), 4166-4173.
- Piwczyński, D., Kolenda, M., Gondek, J. & Sitkowska, B. (2021). Comparison of parameters of automatic milking in selected countries in European Union and United States. *Livestock Studies*, 61(1), 1-8.
- Ploeger, H. V., Eysker, M., Borgsteede, F. H., Kloosterman, A., Straalen, W. V. & Frankena, K. (1990). Effect of nematode infections and management practices on growth performance of calves on commercial dairy farms. *Veterinary Parasitology*, 35(4), 323-339.
- Polat, Y. & Süzölmüş, S. (2021). Faktör analizi yöntemlerinin hayvancılık verileri üzerinde karşılaştırılmalı olarak incelenmesi. *2nd International Cukurova Agriculture And Veterinary Congress 4-5 January/Adana*
- Pool, M. H. & Meuwissen, T. H. E. (2000). Reduction of the number of parameters needed for a polynomial random regression test day model. *Livestock Production Science*, 64(2-3), 133-145.
- Sezgin, A. (2010). Hayvancılığa yönelik yeniliklerin benimsenmesinde kitle iletişim araçlarının etkisinin analizi: Erzurum ili örneği. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(1).
- Şahin, M. (2009). *Piecewise regressions and its using in agriculture fields*. PhD Thesis. Kahramanmaraş, Turkey.
- Takma, Ç., Atıl, H. & Aksakal, V. (2012). Çoklu doğrusal regresyon ve yapay sinir ağı modellerinin laktasyon süt verimlerine uyum yeteneklerinin karşılaştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(6).
- Topcu, Y. (2008). Süt sığırcılığı işletmelerinde başarıyı etkileyen faktörlerin analizi Erzurum ili örneği 23 1 17 24. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi)*, 23.
- Wall, E., Coffey, M. P. & Brotherstone, S. (2005). Body trait profiles in Holstein-Friesians modeled using random regression. *Journal of Dairy Science*, 88(10), 3663-3671.
- White, I., Thompson, R. & Brotherstone, S. (1999). Genetic and environmental smoothing of lactation curves with cubic splines. *Journal of Dairy Science*, 82, 632-638.
- Yıldırım, İ. & Özcan, M., (2001). Use of oregano and cumin essential oils as disinfectant on hatching quail eggs. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 11(2), 61-63.

”

Bölüm 5

TARIMSAL AMAÇLI GÜNEŞ ENERJİLİ SULAMA SİSTEMLERİNDE POMPA, ENERJİ VE SU VERİMLİLİĞİ İLİŞKİSİ

Abdullah SESSİZ¹, Nadide SOLMAZ²

1 Prof. Dr. / Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, 21280. e-posta: asessiz@dicle.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-3883-0793

2 Ziraat Yük. Müh. / Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye, 21280. e-posta: nadideya@gmail.com, ORCID ID: 0009-0005-5431-6777

Giriş

Tarım, dünyada en fazla doğal kaynak tüketen ve iklim değişikliğinden en çok etkilenen sektörlerin başında gelmektedir. Özellikle gelişmekte olan toplumlarda tarımsal üretim süreçleri hala yüksek oranda geleneksel yöntemlere dayalı olarak yürütülmekte ve bu durum, hem enerji hem de su kaynaklarının israfına yol açmaktadır. Dünya genelinde kullanılan tatlı suyun yaklaşık %70'i tarımda sulama amaçlı kullanılmakta olup, bu kullanım çoğu zaman verimlilik ilkelerinden uzaktır (FAO, 2020). Aynı zamanda artan enerji fiyatları, fosil yakıtlara bağımlılık ve elektrik altyapısının yetersizliği gibi faktörler, tarımsal üretimde sürdürülebilirliği tehdit eden başlıca sorunlar arasında yer almaktadır. Türkiye özelinde ise bu oran %73 civarındadır Ananım, (2023a). Buna karşın sulamada kullanılan sistemlerin büyük bir kısmı geleneksel yöntemlere dayanmakta; bu da ciddi anlamda su ve enerji israfına neden olmaktadır.

Son yıllarda modern tarımı, devrim niteliğinde değiştiren enerji ve su verimliliğini birlikte ele alan iki temel yenilik, sulama sistemleri ve güneş panelleridir (PV). Fotovoltaikler (PV'ler), güneş ışığını doğrudan elektriğe dönüştüren sistemlerdir. Klasik enerji kaynaklarının maliyetlerinin yüksek olması, enerji kesintilerinden kaynaklı yetersiz ve verimsiz sulama gibi nedenlerden dolayı tarımda sulama amaçlı yenilenebilir güneş enerji sistemlerinin (GES) kullanımına ilgi çiftçilerimiz arasında giderek artmaktadır (Bataineh, 2016; Sharma ve ark., 2020).

Güneş enerji sistemleri (GES) sayesinde güneşten elde edilen elektrik enerjisi doğrudan sulama pompalarında kullanılmaktadır. Bununla hem enerji maliyetleri azaltılmakta hem de sera gazı salınımı düşürülmektedir. Dolayısıyla, güneş enerji sistemleriyle (GES) çalışan sulama sistemleri, bu ihtiyaçlara yönelik olarak çevreci, ekonomik ve sürdürülebilir çözümler sunmaktadır (Sharma ve ark., 2020). Ayrıca, bu sistemlerin damla sulama gibi modern yöntemlerle entegre kullanılması durumunda su kayıpları da en aza indirilebilmektedir (Shinde ve Wandre, 2015; GIZ, 2020; Sharma ve ark., 2020). GES destekli sulama sistemleri yalnızca enerji maliyetlerini düşürmekle kalmayıp, aynı zamanda akıllı sulama teknolojileri ile birlikte su tüketimini optimize ederek tarımsal verimliliği artırmaktadır. Böylece çiftçilere ekonomik fayda sağlanırken, doğal kaynaklar da korunmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde bu sistemlerin yaygınlaştırılması, iklim değişikliğiyle mücadele, su güvenliği ve enerji bağımsızlığı hedeflerine katkı sağlamaktadır.

Su çıkartmak amacıyla kullanılan güneş enerjisiyle çalışan bir su pompası bir yandan su ve enerji tasarrufuna yardımcı olurken, diğer yandan geleneksel güç kaynaklarına olan bağımlılığı azaltmaktadır. Güneş

enerjisiyle çalışan pompalar; esas olarak daha düşük işletme ve bakım maliyetleri nedeniyle daha ekonomiktir ve diğer enerji kaynaklarıyla çalışan pompalara göre daha az olumsuz çevresel etkiye sahiptir. Bu yüzden güneş enerjisiyle çalışan pompalar, şebeke elektriğinin bulunmadığı veya pratik olmadığı veya alternatif kaynakların yeterli enerji sağlamadığı durumlarda oldukça faydalıdır. Üretilen güç sulama amaçlı kullanılan santrifüj veya dalgıç pompaya hareket vererek enerjinin sürekliliğini sağlamaktadır. Böylece sulama amaçlı güneş enerji sistemleri bir yandan işletme maliyetlerini düşürürken diğer yandan su verimliliğini ve suyun etkin kullanımını artırmaktadır. Tüm bunlara karşın paneller tarafından üretilen enerjinin bir kısmı invertörde elektrik enerjisine dönüştürürken çeşitli kayıplar oluşmaktadır. Enerji verimliliği sağlamak için öncelikli olarak paneller tarafından üretilen kayıpları azaltmak, enerji tüketimini azaltmak ve onu ekonomik olarak sürdürülebilir kılmak için enerji yönetimini, tarımın önemli bir parçası haline getirmeliyiz.

Tarımsal üretimin en büyük girdilerinden birisinin sulama amaçlı enerji olduğunu gerçeği göz önüne alındığında işletmenin yapısına uygun pompa ile enerji kaynağının seçimi ile aralarındaki uyumun önemi daha da artmaktadır. Sulamada enerji kaynağının verimli kullanımı aynı zamanda suyun verimliliğini de etkilemektedir. Çünkü tarımsal enerjinin büyük bir kısmı sulama pompalarının çalıştırılmasında kullanılmaktadır (Gellings, 2025). Örneğin sulu tarım alanlarının giderek arttığı Güneydoğu Anadolu Bölgesinde başta pamuk ve mısır gibi önemli miktarda suya ihtiyaç duyulan bitkiler için bir üretim sezonu boyunca 8-10 kez sulama yapılmaktadır. Her bir sulamanın üreticilere enerji maliyeti ve su tüketim miktarı oldukça yüksektir. Eğer pompaj sistemi bir bütün olarak birbiriyle uyumlu değilse bitkinin ihtiyacı dışında gereğinden fazla su tüketilmektedir. Pompalama sisteminin kurulumuna suyun kaynağı, pompa boyutu, pompaya enerji sağlayan motor, dağıtım boruları, yerel koşullara uygun tasarım ve kullanıcı eğitimi müştereken etkili olduğundan sistemin doğru tasarımı, suyun ve enerjinin verimli kullanılması açısından önemlidir. Aslında sistemin optimizasyonunda temel sorun enerjiden öte, suyun verimsiz kullanılmasıdır. Su kaynaklarının % 70 gibi önemli bir kısmının tarımsal amaçlı kullanılması ve su kaynaklarının giderek tükenmesi gibi gelecekte su yetersizliğinin sebep olacağı gıda temini gibi sorunlar dikkate alındığında tarımda su ve enerji yönetimi hayati öneme sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bunun için optimize edilmiş bir sulama planı ile minimum miktarda su kullanımı sağlanmalıdır.

Nitekim GES sistemlerinin tarımsal sulamada kullanımı üzerine yapılan araştırmalar, bu teknolojilerin hem enerji hem de su verimliliği açısından önemli kazanımlar sağladığını göstermektedir (Gellings, 2025). Farklı iklim ve arazi koşullarında yapılan çok sayıda uygulama, sistem tasarımı

ve yönetiminin verimlilik üzerinde belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Arazi verimliliğini artırmanın çözümlerinden biri, mevcut su kaynaklarının potansiyelini optimize ederek sulama için verimli suyu sağlamaktır. Mevcut durumunda elektrik veya fosil yakıtlarla çalışan su pompalarının kullanımı, küresel ısınmaya önemli ölçüde katkıda bulunan yüksek karbondioksit emisyonları nedeniyle çevresel hasara yol açmaktadır (Rejeki-ningrum ve Apriyana., 2021; Vatandaş ve Özgüven., 2024). Bu nedenle, hem enerji açısından verimli hem de su açısından verimli bir sulama teknolojisi modeli bulmak ve geliştirmek gerekiyor.

Günümüzde, enerji tüketimindeki dikkat çekici artış ve küresel ısınmaya ilişkin genel endişe, sulama tarım sektöründe yenilenebilir enerjilerin kullanımını teşvik etmiştir. Bununla ilgili olarak, fotovoltaik (PV) teknolojisi, dizel jeneratörler ve elektrik şebeke bağlantısının sorun olduğu kırsal bölgelerinde su pompalamanın geleneksel seçeneklere kıyasla enerji tedariki için daha sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır (Bakelli ve ark., 2011; GIZ, 2016; Li ve ark., 2017; Zaky ve ark., 2020; Maka ve ark., 2023). Bu teknoloji, işletimiyle ilişkili neredeyse sıfır çevresel etki nedeniyle daha düşük bir çevresel yüke sahiptir (Mérida García ve ark., 2019). Bibin ve ark., (2020), güneş enerjili sulama sistemlerinin damla sulama ile entegre edildiği uygulamalarda su kullanımında %30'a varan tasarruf, enerji verimliliğinde ise % 60'a varan iyileşme sağlandığını belirtmişler. Benzer şekilde Shinde ve Wandre (2015), PV panel yönelimi, eğimi ve yerel iklim şartlarının sistem performansı üzerindeki etkilerini incelemiş; uygun panel açılarında performans oranının (PR) % 65 seviyelerine kadar ulaşabildiğini ifade etmişler. Çalışmada ayrıca performans oranının sistem tipine bağlı olarak %51–69 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Diğer yandan, panel eğimi, yönü ve sıcaklığı gibi çevresel değişkenlerin PV panel verimliliği üzerindeki etkilerinin fazla olduğu, yüksek sıcaklığın panel verimliliğini düşürdüğü; doğru eğim ve yönelimin ise sistem verimini önemli ölçüde artırdığı rapor edilmiştir. Ayrıca inverter kalitesi ve pompa tipi gibi teknik faktörlerin sistemin genel verimliliğinde de belirleyici olduğu GIZ, (2020) tarafından rapor edilmiştir.

Tarımsal sulamada öne çıkan bir diğer konu ise enerji-su entegrasyonudur. Bu kapsamda suyun sadece etkin taşınması değil, aynı zamanda uygun zamanlamayla kullanılmasının da verimliliği artırdığı ifade edilmektedir. Gündüz saatlerinde üretilen enerjinin depolanarak, buharlaşmanın daha az olduğu akşam saatlerinde sulama yapılmasının PR ve su kullanım etkinliği (SKE) değerlerini iyileştirdiği gösterilmiştir (Bibin ve ark., 2020). Ayrıca, toprak nem sensörleri ile desteklenen sistemlerin su kullanımında israfı önleyerek sürdürülebilir kaynak yönetimine katkı sunduğu görülmektedir.

Birçok ülkede, tarım sektörü son yıllarda önemli bir modernizasyon sürecinden geçmiştir. Çok çeşitli ürünlerde basınçlı sulama sisteminin kullanılmasının bir sonucu olarak, su kıtlığı nedeniyle, suyu gerekli basınç ve akışa pompalamak için bu sistemlere elektrikli ve dizel motorlar entegre edilmiştir, böylece enerji talepleri artmıştır. Buna paralel olarak, yıllık petrol ve elektrik fiyatlarındaki artış, alternatif enerji kaynaklarının benimsenmesine yol açmıştır ve yenilenebilir enerji teknolojileri tarım sektörü için uygun maliyetli ve düşük karbonlu bir enerji kaynağını sunmaktadır (Merida García ve ark., 2019., Errouha ve ark., 2019; Maka ve ark., 2023). Son yıllarda kırsal alanlardaki tarımsal işletmeler; elektriğin kolayca bulunmadığı, şebeke elektriğine veya dizel üretimine olan bağımlılığını azaltarak, sulama ve içme suyu için güneş fotovoltaik (PV) pompa sistemine odaklanmıştır. Fotovoltaik (PV) sistemler, maliyet açısından rekabetçi ve güvenilir bir elektrik kaynağı olmanın yanı sıra, bir dizi ekolojik faydalar da sağlamaktadır (Morrisve Lynne, 2006; Renu ve ark., 2017; Sharma ve ark., 2020).

PV sistemlerin karbon ayak izi çok düşüktür. PV modüllerin üretim sürecindeki hammadde tasarrufu ve iyileştirmeler sayesinde, PV teknolojinin karbon ayak izi son yıllarda yaklaşık % 50 oranında azalmıştır. PV modüllerin geri dönüşümü, PV teknolojinin tüm enerji ve çevre üzerinde olumlu etkilere sahiptir. GES sitemleri, sera gazı salımları ve gürültü kirliliği bakımından, Dizel motorlu pompalar veya jeneratörler ile çalışan sulama sistemlerine kıyasla, önemli ölçüde daha az çevresel yük oluşturmaktadır (Errouhave ark., 2019; Öztürk ve ark., 2021).

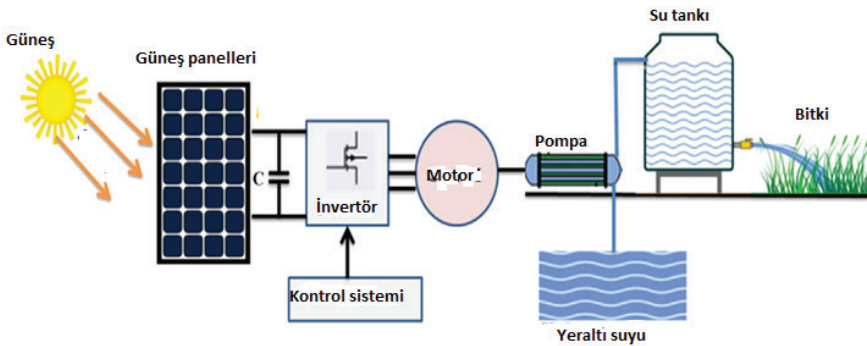
Sonuç olarak, suyu kaynağından alıp bitkiye ulaştırılması için bir enerji kaynağına, bir pompaya ve su dağıtım borularına ihtiyaç duyulmaktadır. Suyun iletiminde değişik enerji kaynakları kullanılmaktadır. Mevcut geleneksel kaynaklarla suyun iletimi ekonomik olmaktan çıkmıştır. Su ve enerji kayıpları fazladır. Her şeyden önce bu azaltmak ve ekonomik hale getirmek için sulama alışkanlıklarınızı değiştirmek zorundayız. Çünkü su tüketimi ne kadar düşük olursa, elektrik tüketimi de o kadar düşük olacaktır.

Bu makale kapsamında GES'lerinin genel özellikleri, güneş sisteminde hareket alarak çalışan pompaların verimliliği ve pompaların su verimliliğine olan etkisi ve ilişkileri incelenmiştir.

Güneş Enerji Sistemi (GES)

Güneş Enerji Sistemleri (GES), güneş ışınlarını elektrik enerjisine dönüştüren ve tarımsal alanda bu enerjiyi doğrudan su pompalarının çalıştırılmasında kullanan sistemdir (Şekil 1). GES sistemleri, tarımda sulama amaçlı kullanıldığında hem enerji üretimini sağlar hem de suyun

istenilen alana taşınmasını gerçekleştirir. Bu sistemler, özellikle elektrik şebekesinden uzak kırsal bölgelerde önemli bir çözüm alternatifi sunmaktadır. GES sistemleri **off-grid** (şebekeden bağımsız) ya da **on-grid** (şebekeye bağlı) şekilde çalışabilir. Tarımsal uygulamalarda yaygın olan off-grid sistemler, elektrik altyapısının bulunmadığı alanlarda büyük avantaj sağlar. Ayrıca, çiftçiye bağımsızlık ve düşük işletme maliyetini sunar.



Şekil 1. Güneş Enerjili Pompa Sistemi ve Sistemi Oluşturan Üniteler (Zaky ve ark., 2020)

Şekil 1'den görüleceği gibi GES sistemleri temel olarak fotovoltaik (PV) güneş panelleri, invertör (sürücü), kontrol ve otomasyon (sigorta kutusu/kesiciler, elektrik kabloları) sistemi, motor, sulama pompası, batarya (isteğe bağlı) ve su depolama tankından (isteğe bağlı) oluşmaktadır (Bakelli ve ark., 2011; López-Luque ve ark., 2015) .

Güneş panelleri(PV); Bu sistemde kullanılan fotovoltaiik (PV) paneller, güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştüren sistemler olup, sistemin ürettiği elektrik enerjiyle de sulama pompasına hareket sağlayan yenilenebilir güç kaynağıdır. Güneş panelleri tarafından üretilen doğru akım (DC) elektriği, pompalama için ya doğrudan kullanılır ya da akülerde depolanarak ihtiyaç durumunda kullanılırlar. Bu elektrik enerjisi, sistemde kullanılan pompa tipine göre doğrudan (DC pompalar için) ya da inverter (dönüştürücü) yardımıyla (AC pompalar için) sulama pompasına aktarılır. Üretilen DC akımı invertörde (sürücü) AC akımına dönüştürülmesi esnasında ısınmadan dolayı kayıplar oluşmaktadır. Bunun dışında elektrik akımının iletilmesinde kullanılan kablolarda da kayıplar oluşmaktadır. Bu durum panellerin ürettiği güçten daha az güç üretiminin

sağlanmasına neden olmaktadır. Pompaj tesisinin kurulumu yapılırken bu kayıpların dikkate alınması gerekmektedir. Genellikle güneş enerjisiyle çalışan pompalar su miktarı ve suyun iletileceği mesafe ile sulanacak alana bağlı olarak tarlada su kuyusunun bulunduğu alana kurulumu yapılmaktadır. Her bir panellin gücü güneşleme süresi ve güneş ışınlarının miktarına bağlıdır.

İnvertör (Sürücü); Paneller tarafından üretilen DC akımı AC akımına dönüştüren sistemdir. ***İnvertörün temel görevi,*** güneş panellerinden elde edilen gücü en üst düzeye çıkarmaktır. PV panellerin verimi genelde %21–22 arasında değişirken, yüksek sıcaklık ve gölgelenme panel verimini düşürür. DC pompalar doğrudan panele bağlanarak invertör kaybını azaltırken, AC sistemler daha yüksek debi sağlar. Pachaivannan ve ark. (2021), AC pompalarda % 65, DC pompalarda ise %28 verim sağladıklarını bildirmişlerdir. Ayrıca sulama zamanlaması da kritiktir. Enerji üretiminin yüksek olduğu saatlerde su depolanıp, sulama sabah veya akşam yapılırsa hem enerji hem su daha verimli kullanılır. Bu nedenle sistemin her bileşeni, genel verimliliği etkileyen kritik bir rol oynar.

Pompa; güneş panelleri tarafından elde edilen güneş enerjisiyle çalışırlar. Pompalar gün içinde güneşli saatlerde doğrudan çalışabileceği gibi enerjinin akülerde depolanmasıyla sürekli çalışabilirler. Gece çalışmasında suyun buharlaşması az olduğundan su kullanım verimliliği ile pompa etkinliği artmaktadır (Shinde ve Wandre, 2015; GIZ, 2020; Rejeki-ningrum ve Apriyana., 2021).

Güneş pompası, genellikle maksimum verimlilik için bir kontrol cihazına bağlanan fotovoltaik (PV) paneller aracılığıyla güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürerek çalışırlar. GES sistemlerinde en yaygın kullanılan iki pompa türü DC (doğru akım) ve AC (alternatif akım) pompalardır (Markvart ve Castaner, 2003; Errouha ve ark., 2019; Pachaivannan ve ark., 2021). DC pompalar, doğrudan PV panellere bağlanabilir, inverter gerekmez. Düşük derinlik ve debi ihtiyaçlarında tercih edilir. Verim %25–35 civarındadır. AC pompalar, inverterle çalışır, derin kuyular ve geniş alanlar için uygundur. Verim % 55–65 arasında değişir. Güneş Fotovoltaik (SPV) su pompalama sistemleri test performansı, AC pompalar için %28-65 ve DC pompalar için %8-60 maksimum verimlilikle elde edilir. Bu yüzden güneş enerjili su pompa sistemleri daha verimli ve ekonomik kullanan teknolojik bir yeniliktir (Rejeki-ningrum ve Apriyana, 2021).

Güneş enerjili su pompalarının elektrik motorları; genellikle doğru akım (DC) kaynaklarından veya alternatif akım (AC) kaynaklarından beslenir. DC motorlar çoğunlukla küçük ve orta ölçekli sulama sistem-

lerinde kullanılırken, AC motorlar daha yüksek çıkış/yük kombinasyonlarının gerekli olduğu uygulamalarda önem kazanmaktadır (Rejeki-ningrum ve Apriyana ., 2021). Bu bileşenlerin doğru seçimi ve sistemin iklim, coğrafya ve sulama ihtiyacına uygun şekilde tasarlanması, hem enerji hem de su verimliliğini doğrudan etkiler. Örneğin, PV panelin yönü ve eğimi, sistemin yıl boyunca ne kadar enerji üreteceğini belirler. Türkiye’de bu açı genellikle 30–35 derece arasında ve güneye bakan yön olarak tercih edilir.

Kontrolör; Kontrolör, özellikle güneş enerjisiyle çalışan sistemlerde güvenli çalışma seviyelerini aşmamak için PV panellerinden pompalara güç iletimini yönetir.

Piller(Batarya) (isteğe bağlı); Enerji depolamada önemli rol oynar. Herhangi PV sistemi tarafından üretilen elektrik enerjisini biriktirmek ve enerji üretimi ve talebini karşılamak için pillerden yararlanır. Ancak, pillerin kullanımı sistemin yatırım maliyetlerindeki artış, pilleri depolamak için gereken alan ve pillerin atılmasıyla ilgili çevresel endişeler gibi çeşitli dezavantajlara sahip olmakla birlikte (López-Luque ve ark., 2015), pompanın sürekli çalışmasını sağlaması bakımından önemli avantajlar sağlamaktadır.

Montaj Braketleri; PV panellerini yerinde tutarak güneşe maksimum maruz kalma için en uygun şekilde konumlandırılmalarını sağlar.

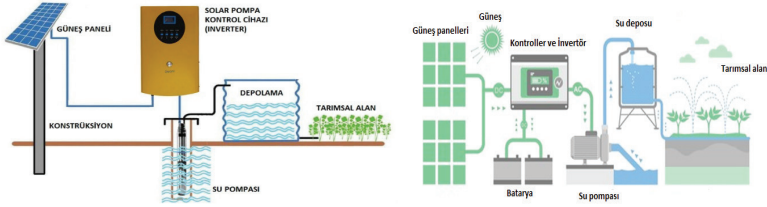
Su Boruları ve Bağlantı Parçaları; Bunlar, pompalanan suyu sulama için belirlenmiş alanlara iletmeye yardımcı olur, uygun yerleşim tasarımı ve verimli akış hızı yönetimi sağlar.

Bu parçalar, birlikte iyi çalışan bir bütün sistem oluşturur ve böylece tarımda enerji kullanımında artan verimlilik yoluyla çiftçilik yöntemlerini daha etkili hale getirir.

GES Pompa Sisteminin Başarısına Etkili Faktörler

Sistemin başarısı; PV panel verimi, invertör kalitesi, pompa tipi, boru hattı uzunluğu, yükseklik farkı ve sulama zamanlaması gibi birçok faktöre bağlıdır. Türkiye gibi güneşlenme süresi uzun olan ülkelerde PV panel veriminin yıl boyu yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, panel yönelimi (genellikle güney) ve eğim açısı (yaklaşık 30–35°) sistem verimliliğini doğrudan etkileyen tasarım unsurlarıdır (Şekil 2). Ayrıca, enerji üretimi ile sulama zamanlaması arasındaki uyum da önemlidir. Gündüz enerji üretimi maksimum seviyeye ulaştığında, eğer su depolama sistemi yoksa sulama da bu saatlerde yapılır; bu durum suyun buharlaşarak kaybolmasına neden olabilir. Bu nedenle akıllı kontrol sistemleri ve

otomasyon, hem enerji hem su verimliliğini artıran tamamlayıcı unsurlar olarak değerlendirilmektedir (Bibin ve ark., 2020). Sonuç olarak, GES sistemlerinin verimli çalışabilmesi için sadece enerji üretimi değil, aynı zamanda sulama altyapısının da bu sistemlere uygun şekilde tasarlanması gerekmektedir. Yani enerji üretimi ve su uygulaması bir bütün olarak değerlendirilmelidir.



Şekil 2. Güneş Enerjili Su Pompalama Sistemi (<https://pamasenergy.weebly.com/solar-water-pumping-system.html>)

Güneş Enerjili Su Pompasının Çalışma Prensibi

Güneş panelleri güneş ışınlarını emer ve onu pompalama için hemen kullanılan veya ihtiyaç duyulana kadar pillerde depolanan doğru akım (DC) gücüne dönüştürür. Dalgıç veya yüzey pompalarından gelen bu elektrik enerjisi, tasarlandıkları türe bağlı olarak kuyulardan veya nehirler/göller vb. gibi diğer kaynaklardan suyu çeker. Bu sistemlerin etkinliği büyük ölçüde PV hücrelerinin boyutu/yönlendirmesi ve bunlarla birlikte kullanılan pompaların tasarım özellikleri gibi değişkenlere bağlıdır. Ancak yine de verimli dönüşümün gerçekleştiği ve suyun hareketini kolaylaştıran iyi performans için gerekli olan güneş ışığının mevcudiyeti de dikkate alınır.

GES Sistemlerinin Avantajları

Sulama sistemleri için güneşle çalışan bir su pompası, su tasarrufuna yardımcı olur ve geleneksel güç kaynaklarına olan bağımlılığı azaltır, böylece işletme maliyetlerini düşürür. Güneş enerjisiyle çalışan pompaların çalışması, esas olarak daha düşük işletme ve bakım maliyetleri nedeniyle daha ekonomiktir ve içten yanmalı motorla çalışan pompalara göre daha az çevresel etkiye sahiptir. Güneş enerjisiyle çalışan pompalar, şebeke elektriğinin bulunmadığı veya pratik olmadığı ve alternatif kaynakların (özellikle rüzgar) yeterli enerji sağlamadığı durumlarda faydalıdır. Ayrıca;

- Karbon salımı yoktur, çevre dostudur.
- Dizel sistemlere kıyasla %60 daha düşük işletme maliyeti sunar (GİZ, 2020).
- Güneşten ücretsiz enerji üretildiği için uzun vadede ekonomiktir.
- Modüler yapısı sayesinde kapasite kolayca artırılabilir.
- Yüksek güneşlenme potansiyeline sahip ülkelerde verimlidir (Örneğin Türkiye’de yıllık ortalama 2.640 saat güneşlenme süresi vardır).

Güneş Enerji Sistemlerinde Enerji Verimliliği

Verimlilik, en basit tanımıyla elde edilen çıktının kullanılan girdiye oranı olarak tanımlanır. Tarımsal anlamda ise bu kavram, sınırlı kaynaklarla maksimum üretim gerçekleştirme çabasını ifade eder. Girdi olarak enerji ve su kullanılırken, çıktı olarak ürün miktarı, ürün kalitesi veya ekonomik değer değerlendirilir. Özellikle su verimliliği açısından iki temel kavram öne çıkmaktadır: Bunlar; Su kullanım etkinliği (SKE) ve Su verimliliği (SV) dir.

SKE, kullanılan suyun ne kadarının doğrudan bitki tarafından alınıp kullanıldığını ifade eder. Bitki kök bölgesine ulaşan su miktarının toplam uygulanan suya oranı bu değeri belirler. SV ise, birim suyla elde edilen ürün miktarını gösterir; yani suyun üretime dönüştüğü ölçüdür. Her iki ölçüt de sulama sisteminin etkinliğini ve kaynak kullanımının doğruluğunu ortaya koyar .

Güneş enerjisi, pompaj tesislerinde kullanılan enerjinin büyük bir kısmını sağlamak için ideal bir kaynaktır. GES sistemleriyle entegre çalışan modern sulama yöntemleri, bu verimlilik ölçütlerini iyileştirmek açısından büyük potansiyele sahiptir. Sensör destekli sulama, buharlaşma kayıplarının azaltılması, uygun bitkilerin yetiştirilmesi ve sulama zamanlamasının optimize edilmesi gibi uygulamalar sayesinde hem SKE hem SV değerleri artırılabilir. Bu sayede “daha az su ve enerji ile daha fazla üretim” ilkesi pratiğe dönüştürülebilir (Vatandaş ve Özgüven, 2024).

GES sistemlerinde enerji verimliliği, üretilen güneş enerjisinin ne kadarının etkili biçimde sulama için kullanıldığını ifade eder. Bu verimlilik; panel yönü, eğimi, sıcaklığı, pompa tipi ve inverter kalitesi gibi birçok faktöre bağlıdır. GES’in enerji verimliliği, pompanın enerji tüketimini doğrudan etkiler. Enerji verimliliği şu faktörlere dayanır:

Güneş Panellerinin Verimliliği: Güneş panellerinin verimliliği, alınan güneş ışığının ne kadarının elektrik enerjisine dönüştürülebildiğini belirler. GES sistemlerinin verimliliği, sulama tesisinin enerji gereksinimlerini karşılayabilmesi için kritik bir faktördür.

Enerji Depolama ve Yönetimi: Güneş enerjisi kesintili bir kaynaktır, bu nedenle enerji depolama sistemleri, güneşin olmadığı zamanlarda bile pompanın çalışmasını sağlamak için gereklidir. Akü ve batarya sistemlerinin verimli çalışması, enerji verimliliğini artırır.

Motor ve İnvertör (Sürücü) Verimliliği: Pompa motorunun verimliliği, kullanılan enerji miktarını doğrudan etkiler. Ayrıca, motor hızının kontrolü (örneğin, frekans invertörü kullanımı) pompa verimliliğini artırarak enerji tüketimini azaltabilir.

Enerji verimliliği, kullanılan birim enerji başına elde edilen çıktının artırılmasını ifade eder. GES sistemleri, sulama faaliyetlerinde kullanılan enerjiyi doğrudan güneşten sağlayarak hem enerji tüketimini azaltmakta hem de dışa bağımlılığı ortadan kaldırmaktadır. Bu da özellikle elektrik şebekesine erişimin sınırlı olduğu kırsal bölgelerde tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini desteklemektedir. Enerji verimliliği, sistemin performans oranı (PR) ile ölçülebilir. PR değeri, güneş ışınlamı, panel verimi, invertör kayıpları, pompa tipi ve borulardaki sürtünme gibi unsurların toplam etkisini yansıtır.

Enerji verimliliği açısından bir diğer önemli konu sulama zamanlamasıdır. Güneş enerjisi, gün içinde belirli saatlerde maksimum düzeye ulaşır; ancak bu saatlerde sulama yapılması, suyun buharlaşarak kaybolmasına neden olabilir. Bu nedenle gündüz saatlerinde üretilen enerjiyle su depolanarak, sulamanın akşam veya sabah erken saatlerde yapılması önerilmektedir. Bu uygulama, hem enerji kaybını hem de su israfını azaltarak sistemin genel verimliliğini artırmaktadır (Bibin ve ark., 2020). Ayrıca sensör ve otomasyon sistemlerinin kullanılmasıyla sulama, gerçek zamanlı ihtiyaca göre yapılabilir ve enerji israfı minimuma indirilebilir. Zaky ve ark., (2020) Güneş Fotovoltaik (SPV) su pompalama sistemleri test performansı AC pompalar için %28-65 ve DC pompalar için %8-60 maksimum verimlilikle elde edildiğini bildirmişlerdir.

Sonuç olarak, GES sistemlerinde enerji verimliliği, sistemin bütünsel tasarımı ve işletme yönetimiyle doğrudan ilişkilidir. Panel yönü, pompa uyumu, inverter kalitesi ve otomasyon gibi unsurlar doğru planlandığında, tarımsal sulama işlemleri minimum enerjiyle maksimum fayda sağlayacak şekilde gerçekleştirilebilir.

Sulama İçin Enerjinin Önemi

Tarımsal üretimin en büyük girdilerinden biri enerjidir. Pompa ve sulama sistemleri, tarımsal enerji tüketiminin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Suyun kaynaktan alınmasında ve tarlaya iletilmesinde pompaya hareket veren bir enerjiye ihtiyaç vardır. Çoğunlukla elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Pompaj tesisinde pompa bir kuvvet makinasından aldığı enerjiyi suya verir. Su bu enerji ile su kaynağından tarlaya kadar boru hatları içinde hareket ederek iletilir. Bu noktada enerji kaynağının sürdürülebilir, ucuz ve çevre dostu olması büyük önem taşır.

GES sistemleri, tam da bu ihtiyacı karşılamak üzere geliştirilmiş, pompaj sistemlerinde enerji verimliliğini artıran ve çiftçiye enerji maliyetinden kurtaran güçlü bir alternatiftir. Pompa seçimi, su derinliği, arazi büyüklüğü ve sulama tipi gibi teknik ihtiyaçlara göre yapılmalı; böylece sistemin genel verimliliği desteklenmiş olur. GES sistemlerinin verimliliği sadece kullanılan pompadan değil, tüm sistemin birlikte nasıl çalıştığından etkilenir. ***Bu nedenle farklı sistemleri karşılaştırırken şu faktörlere bakılır:***

Panelin kalitesi ve yönü: Güneşi iyi alan paneller daha çok enerji üretir.

İnverter: DC elektriği AC'ye çevirirken enerji kaybı yaşanabilir. Kaliteli inverter verimliliği artırır.

✓ Pompa uyumu: Pompa, panel gücüne uygun değilse verimsizlik oluşur.

✓ Sulama zamanı: Güneş en güçlü olduğunda enerji üretimi yüksektir, ancak o saatlerde sulama yapılırsa buharlaşma kaybı olur. Enerjiyle suyun dengesi önemlidir.

Bilimsel çalışmalarda bu farklar ölçülüyor. Örneğin:

- ✓ DC sistemler genelde küçük ve yüzeysel sulama için uygundur.
- ✓ AC sistemler daha derin kuyularda, büyük alanlarda daha başarılıdır.
- ✓ İyi tasarlanmış bir sistemde %60–70 oranında verimlilik sağlanabilir.

Kısacası, GES sisteminin parça parça değil, bir bütün olarak uyum içinde çalışması gerekiyor. Pompa, panel, kablo, inverter ve sulama tipi birbiriyle uyumlu olursa performans yüksek olur.

Sulamada Enerji Etkinliği

- Tarımsal üretimin en büyük girdilerinden birisi, enerjidir.
- Tarımsal enerjinin büyük bir kısmı sulama pompalarının çalıştırılmasında kullanılmaktadır. Pompayla suyun iletiminde yoğun bir enerji kullanımı söz konusudur.
- Enerji kullanım etkinliğine; pompa boru hatları, sulama sistemi, ürün çeşidi, arazi koşulları gibi faktörler etkilidir.

Her şeyden önce,

- Doğru miktar, Doğru zaman ve etkili bir sulama sistemiyle su iletimi sağlanmalıdır.
- Artan enerji kullanımının ana nedenleri boru hattı sızıntıları, motor ve pompa verimliliği ve kuyu bakımı ile de ilişkilidir.
- Boru boyutunun arttırılması, debinin azaltılması ve boru tipinin değiştirilmesi su hızını düşürerek enerji tasarrufu sağlayabilir.
- Otomatik sulama sisteminin kullanılması enerji tasarrufu sağlayabilir
- Bu tedbiri uygulayarak elektrik faturalarında %40'a varan tasarruf sağlayabiliriz.
- Su uygulamasının eşitsizliği, pompalama süresini artırarak enerji kullanımını da etkileyebilir.
- Zayıf su uygulama homojenliğinin başlıca nedenleri;
- Aşınmış veya yanlış boyutlandırılmış sprinkler, eksik sprinkler başlıkları ve sızıntı yapan abotlardır.
- Önemli olan, bir sistemin doğru miktarda suyu doğru zamanda dağıtmaya devam etmesini ve ardından onu en verimli sistem aracılığıyla tedarik etmesini sağlamaktır.
- Doğru su yönetimi uygulamaları, çiftçilerin suyun verimli kullanımını en üst düzeye çıkarmasına ve sürdürülebilir tarımı teşvik etmesine yardımcı olabilir.

Su Verimliliği

Su, tarımsal üretimin temel bileşenlerinden biridir ve sürdürülebilir tarım için vazgeçilmez bir girdidir. Dünya yüzeyinin yaklaşık %71'i sularla kaplı olmasına rağmen, bu suyun yalnızca %2,5'i tatlı su olup,

doğrudan tarımsal üretimde kullanılabilir durumdadır. Tatlı su kaynaklarının büyük bir kısmı tarımda kullanılmakta ve bu kullanım genellikle verimlilikten uzaktır. Küresel ölçekte tarımsal sulamada kullanılan suyun %30–50’si buharlaşma, yüzey akışı veya sızma yoluyla kaybedilmektedir (FAO, 2020). Özellikle geleneksel yüzey sulama yöntemlerinde bu oran daha da artmakta, su kaynakları hızla tükenmektedir. 2050 yılına kadar dünya nüfusunun üçte ikisi su sıkıntısı yaşayacaktır. Artan nüfusu doyurmak için daha fazla gıdaya, dolayısıyla daha fazla suya ihtiyaç vardır. Su kaynakları azalıyor, verimli kullanım artık zorunludur. Bu yüzden yaşam için gerekli gıdanın temini suya bağlı olduğundan tarımda su yönetimi ve suyun verimli kullanımı hayati öneme sahiptir. Sulama sistemlerinde su verimliliği, suyun doğru miktarda, doğru zamanda ve doğru şekilde kullanılması ifade eder. Su verimliliğini etkileyen faktörler arasında:

Sulama Yöntemi: Yüzeysel sulama, damla sulama veya yağmurlama sistemlerinin her biri suyun kullanımını farklı şekilde etkiler. Damla sulama, suyun doğrudan bitkilerin köklerine verilmesi sayesinde en verimli sulama yöntemidir.

Zamanlama ve Sıklık: Sulamanın doğru zamanlarda yapılması ve bitkinin ihtiyacına göre sulama sıklığının ayarlanması, su verimliliği açısından kritik öneme sahiptir. Ayrıca, sulama yapılan bölgenin nem kaybını önlemek amacıyla geceleri veya sabah erken saatlerde sulama yapmak daha verimli olabilir.

Su Kaynağı ve Kalitesi: Su kaynağının debisi ve kalitesi, sulama sisteminin verimliliğini doğrudan etkiler. Örneğin, tuzlu su kullanımı sulama verimliliğini düşürebilir.

Tarımsal sulamada temel sorun, enerjiden çok suyun verimsiz kullanımıdır.

Su olmadan sulama, sulama olmadan gıda olmaz. Damla sulama gibi tekniklerle bu kayıpları %10’un altına indirebiliyoruz. Bu noktada GES ile entegre sistemler bize hem suyu hem enerjiyi birlikte koruma imkanı veriyor.

Su verimliliği, birim hacimde kullanılan suya karşılık elde edilen tarımsal ürün miktarını ifade eder. Bu verimlilik, hem suyun teknik olarak ne kadarının bitkiye ulaştığı (hem de bu suyun ne kadarının faydalı ürüne dönüştüğü) ölçütleriyle değerlendirilir. Yani sadece suyu iletmek değil, doğru zamanda, doğru miktarda ve doğru yöntemle uygulamak esastır.

GES sistemleri ile sulama, su verimliliği açısından birçok avantaj sağlar. GES ile çalışan damla sulama sistemleri, enerji ile su yönetimi-

ni entegre biçimde yürütür. Gündüz saatlerinde güneş enerjisiyle çalışan sistem, suyu depolayarak sulamanın daha az buharlaşmanın olduğu saatlerde yapılmasını sağlar. Ayrıca toprak nemi, hava sıcaklığı ve bitki ihtiyacına göre çalışan sensör sistemleriyle sulama tam zamanında ve ihtiyaç kadar yapılabilir. Bibin et al. (2020) ve GIZ, (2020) gibi çalışmalarda bu tür sistemlerin performans ve su kullanım etkinliğini yükselttiği, aynı zamanda sistem ömrünü uzattığını belirtmişlerdir.

Türkiye özelinde bakıldığında, su kaynaklarının sınırlı olduğu birçok bölgede modern sulama tekniklerinin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın "Ulusal Su Verimliliği Strateji Belgesi"nde de suyun akıllı sistemlerle yönetilmesi, özellikle GES destekli sistemlerin yaygınlaştırılması gerektiği belirtilmiştir. Nitekim son 5 yılda başta pamuk ve mısır üretimin yaygınlaştığı Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sulama amaçlı güneş enerji sistemlerine verilen hibe destekleri yardımlıya kurulan GES'lerde ciddi artışlar olmuştur. Özetle, su verimliliği sadece çevresel bir gereklilik değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik açısından da zorunludur. GES sistemleri bu noktada yalnızca enerji değil, suyun da en etkin şekilde kullanılmasını sağlayarak tarımsal üretimi daha verimli ve sürdürülebilir hâle getirmektedir.

Fazla Enerji –Su Tüketiminin Sebepleri ve Azaltma Önlemleri

Su kaynakları, bitki ihtiyacı dışında gereğinden fazla tüketilmektedir. Bu durum bir yandan elektrik enerjisi tüketimini artırırken diğer yandan aşırı su tüketimine neden olmaktadır. Bunun için ne yapılabilir. Sulama verimliliğini artırmanın iki ana yolu vardır: Bunlar;

- Sulama sistemini iyileştirmek ve
- Sistemin yönetimini ve operasyonlarını geliştirmektir.

Enerji verimliliği için (Morris ve Lynne, 2006; Gellings, 2025);

- Su israfını, sulama sayısını ve miktarını azaltılmalıdır.
- Modern sulama (basınçlı) yöntemlerini uygulamalıyız.
- Olanaklar dahilinde sulamayı gece yapmalıyız,
- Akıllı tarım uygulamalarını artırmalıyız, Sulama sistemini iyileştirmek (Otomatik sulama sistemi)
- Sistemin yönetimini ve basıncının ayarlanması,
- Daha büyük çaplı boruların kullanılması,

- Pompa çarkının (Tamir veya değişim) periyodik olarak kontrolü,
- Aşırı sıcaklıklarda pompayı çalıştırmaktan kaçınılmalıyız,
- Akıllı tarım uygulamalarını artırmalıyız,
- Değişkin oranlı su, nem ölçümü, debi ölçümü, motor devir takibi yapmalıyız.

Bunlarla ne tür faydalar sağlanacak;

- Su tüketimi azalacak,
- Buharlaşma azalacak,
- Elektrik tüketimi azalacak,
- Toprak erozyonu azalacak,
- Toprağın sürdürülebilirliği ve kalitesi korunacaktır.

Enerji etkinliğini iyileştirmek için yapılması gerekenler,

- Motora uygun pompa boyutunu seçmek,
- Boru hatlarını optimize etmek,
- Pompanın periyodik bakımını yapmak,
- Değişken hızlı tahrik, uzaktan frekans değiştirme tercih etmek,
- Tesisat basınç kayıplarının kontrolün yapılması,
- Damlacıkların basınç kontrolünün ihtiyaca göre yapılmasını sağlamak,
- Akış hızını azaltmak ,
- Eski pompanın değiştirilmesini sağlamak (% 30 enerji tüketimi azaltır).
- Sonuç olarak su tüketimi ne kadar düşük olursa elektrik tüketimi de o kadar düşük olur.

Sulama için gereken enerji, pompalama büyüklüğünün bir fonksiyonudur. Enerji verimliliği için her şeyden önce sulama pompasının verimliliğini artırmalıyız. Pompaj tesisinin seçimi ve bakımı, yüksek verimli çalışma için çok önemlidir. Pompalama enerji gereksinimleri ise birkaç ana faktöre bağlıdır (Gellings, 2025).

- Su kaynağı ile suyun iletildiği nokta arasındaki yükseklik,
- Su kaynağı ile pompa arasındaki düşey mesafe,
- Sulama türü için gereken su basıncı (örneğin, yağmurlama sistemleri için yüksek basınç, mikro ve yüzey sulama için düşük basınç),
- Sulama derinliği ve
- Sulama sıklığını azaltmalıyız.

Su ve Pompalama Sisteminin Verimliliği için (Morris ve Lynne, 2006; Scherer., 2022; Gellings, 2025).

- **Verimli pompaları seçin.** Pompalama tesisi, su kaynağı ve dağıtım sistemi arasında uyum olmalıdır.

- **Gereksiz su kaybını ortadan kaldırın:** Borular, vanalar, bağlantı parçaları, bağlantılar vb. yerlerdeki sızıntılar nedeniyle su kaybedilebilir. Su ve pompalamada enerji kaybını azaltmak için sızıntıların zamanında onarılmalıdır.

- **Mümkünse geceleri sulayın.** Gece sulama, gündüz sulamaya göre daha az su buharlaşacağından önemli ölçüde su ve enerji tasarrufu sağlayacaktır. Gece sulama özellikle yağmurlama sulanan bitkiler için caziptir.

- **Pompa ve motor veya motor verimliliğini artırın:** İyi işletme, bakım-onarım uygulamalarıyla pompa ve motor verimliliği artırılabilir.

- **Mümkünse su basıncını en aza indirin:** Suyu yalnızca ilgili sulama sisteminin gerektirdiği noktaya kadar basınçlandırın.

- **En uygun sulama yöntemini seçiniz:** Yağmurlama, damlama, mikro gibi sistemleri kullanarak sulama verimliliğini artırın,

- **Olanaklar dahilinde kaynak ile tarla arasında kapalı boru kullanınız.**

- **Düşük enerjili bir yağmurlama sistemi seçmeyi düşünün (pivot sistemi gibi).** Bu pompalamayı azaltır.

- **Topraktaki su içeriğini ölçün:** Çeşitli toprak nemi ölçen cihazlar kullanın.

- **Tesisin kurulacağı yerin tesviyesini yapınız** (lazerli olanı kullanın).

• **Kuyuları, pompaları ve dağıtım sistemlerini dikkatli bir şekilde tasarlayın.** Akışı verimli bir şekilde idare etmek için boru ve dağıtım sisteminin boyutlandırılması da önemlidir. Bu yüzden, pompa ve kuyu, sulama gereksinimlerine uyacak şekilde uyum içinde tasarlanmalıdır.

• Ayrıca hendekleri beton veya plastikle kaplayarak, kemirgen yuvalarını önleyerek ve yabancı otları kontrol ederek sızıntıyı ve genel su kaybını azaltmak da önemlidir.

- Otomatik ve düşük basınçlı filtreleme ekipmanı kurunuz,
- Su seviyesi düştükçe çok kademeli pompaların kullanınız,
- Armatör sayılarını olabildiğince azaltınız,

Sulama sistemlerinde enerji israfının bazı yaygın nedenleri;

- Aşınmış veya yanlış boyutlandırılmış pompalar,
- Aşınmış kanatlar ve
- Yanlış boyutlandırılmış veya tasarlanmış bağlantılardır.
- Kötü tasarlanmış veya bakımı yetersiz olan pompalar ve motorların kullanımından kaçınınız.
- Filtrelerin tıkmaması tesisattaki elektrik tüketimini artırır. Bu yüzden sürekli kontrolü yapınız

Sulama Yönetimi İçin Yapılması gereken İyileştirmeler

• Mekanik iyileştirmeler tek başına mutlaka enerji tasarrufu sağlamaz. Daha iyi sistem performansı genellikle daha yüksek basınç ve uygulanan su hacminin artmasına neden olur. Bu iyileştirmeler, ürünün su ihtiyaçlarının daha az sulama saati ile karşılanmasını mümkün kılmaktadır.

• Hem aşırı sulamayı hem de su altında kalmayı önlemek için, tüm sulamacıların sistemlerinin saatte veya sulama başına ölçülen net su uygulama oranını bilmesi gerekir.

• Tüm sulamacılar yetiştirdikleri ürüne ilişkin genel sulama kurallarını bilmelidir.

• Ayrıca toprağın nem seviyelerini nasıl kontrol edeceklerini de bilmelidirler. Çoğu sulamacı aynı zamanda mevsim ilerledikçe mahsulün su kullanımını veya buharlaşma-terlemeyi de takip etmelidir.

Pompa Verimliliği

Sulama pompaları genellikle sulu tarım yapan bir tarımsal işletme için en büyük enerji tüketicileridir. Pompa, suyun belirli bir yüksekliğe taşınması için gerekli enerjiyi sağlayan temel bileşendir. Güneş paneli, bu pompaları çalıştırmak için gereken elektriği sağlayarak şebeke elektriğine olan bağımlılığı azaltabilir veya ortadan kaldırabilir. Güneş su pompası, fotovoltaik (PV) paneller güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürür ve bu da pompaya güç verir (Morris ve Lynne, 2006; Scherer, 2022; Gellings, 2025) .

Pompaj sisteminin verimliliği, pompa tasarımı, motor verimliliği ve sistemdeki kayıplarla doğrudan ilişkilidir. Suyu kaynağından istenilen yere taşıyan bir dalgıç veya santrifüj pompası olabilir (Yavuz, 2020).

Dalgıç Pompalar: Bu pompalar tamamen su kaynağının altına, yani kuyulara veya sondaj deliklerine yerleştirilebilir. Derin kaynaklardan su kaldırmak için oldukça verimlidirler ve öncelikle evlerde ve çiftliklerde kullanılırlar.

Santrifüj (Yüzey) Pompaları: Bu pompalar su kaynağının üstüne yerleştirilir ve emme yoluyla çekilir. Örneğin, yüzey pompaları derinliğin çok fazla olmadığı gölet veya nehirlerdeki sulama sistemlerinde en iyi şekilde çalışırlar.

Pompa verimliliği aşağıda verilen bazı ana faktörlere bağlıdır:

- *Pompa Tipi:* Farklı sulama sistemleri için farklı tipte pompalar gerekebilir. Örneğin, yer altı sulama sistemleri için düşük debili ancak yüksek basınçlı pompalar gerekebilirken, yüzey sulama sistemleri için daha yüksek debili pompalar tercih edilir.

- *Pompa Seçimi ve Boyutu:* Pompa boyutunun doğru seçilmesi çok önemlidir. Aşırı büyük bir pompa gereksiz enerji tüketimine yol açabilir, küçük bir pompa ise ihtiyaç duyulan debiyi sağlayamayabilir.

- *Pompa Bakımı:* Pompa verimliliği, bakım ve temizlikle doğrudan ilişkilidir. Pompa kanatlarının ve diğer bileşenlerinin aşındığı veya tıkanmış durumda, verimlilik düşer ve daha fazla enerji tüketilir.

Sulama suyun tüketimini artıran ve pompa verimliliğini düşüren başlıca nedenler

- Yanlış pompa seçimi
- Bakım-onarımın periyodik olarak yapılmaması (ayar-bozuk)

- Pompa, motor tahrik ünitesi, contalar, kırık çark, mil arasındaki sızıntılar, uygun olmayan yağlama, dengesiz basınç
- Aşınmış parçalar,
- Kavitasyon (çarkların zarar görmesi, kapasiteyi düşürür, sıcak havalarda çalışma kavitasyonu artırır),
- Yanlış bağlantı ve parçaların kullanılması (küçük çaplı boruların kullanımı gibi).
- Su seviyesinin düşmesi,
- Küçük boru çaplarının kullanılması gibi nedenler (Morris ve Lynne, 2006; Scherer, 2022)

GES sistemleri, enerji ve su kaynaklarını eş zamanlı verimli kullanabilme özelliğiyle öne çıkar. Bu iki kavram birbirini doğrudan etkiler: Gereksiz su çekimi fazla enerji tüketimine, yetersiz sulama ise boşa harcanan enerjiye yol açar. Verimliliği artırmak için sistemler genellikle sensörlerle desteklenir. Toprak nem sensörleri sayesinde sadece ihtiyaç duyulan kadar sulama yapılır. Gündüz üretilen enerjiyle su depolanarak, sulama akşam saatlerine planlanabilir; bu da hem buharlaşma kaybını hem de enerji israfını önler. Bibin et al. (2020) ve GIZ (2020), bu tür entegre sistemlerin hem performans oranını (PR) hem de su kullanım verimliliğini (SKE) artırdığını göstermektedir. Sonuç olarak, GES sistemlerinde enerji ve su verimliliği birlikte ele alındığında hem kaynaklar korunur hem de ekonomik fayda artar.

Pompa Tipleri ve Sistem Performansı

Güneş enerji sistemleriyle çalışan sulama sistemlerinde pompa, sistemin en kritik bileşenlerinden biridir. Pompa, PV panellerden veya batarya sistemlerinden sağlanan elektrik enerjisini kullanarak suyu kaynaktan alır ve bitkiye ulaştırmak üzere sulama hattına iletir. GES sistemlerinde yaygın olarak iki tür pompa tercih edilmektedir: Doğru akım (DC) ve alternatif akım (AC) ile çalışan pompalar. Bu pompalar, enerji verimliliği, su debisi ve sistem uyumu gibi yönlerden birbirinden farklıdır.

DC pompalar, doğrudan PV panellere bağlanabildiği için inverter ihtiyacı duymaz. Bu durum enerji dönüşümünden kaynaklanan kayıpları ortadan kaldırarak daha verimli bir yapı sağlar. DC sistemler özellikle düşük debili sulama gereksinimi olan küçük alanlar için uygundur. Ancak yüksek debi ve derin su kaynağı gerektiren büyük tarım alanlarında DC pompalar yeterli performans gösteremez. Buna karşılık AC pompalar daha güçlüdür, derin kuyulardan su çekme kapasitesine sahiptir. İnvertör

yardımla çalışırlar ve bu nedenle % 5–15 arasında enerji kaybına neden olabilirler (Shinde ve Wandre, 2015; GIZ, 2020).

Pompa seçimi, GES sistemlerinin toplam verimliliği üzerinde doğrudan etkilidir. Yanlış pompa seçimi, sistemde enerji kaybına, debi yetersizliğine veya aşırı yüklemeye neden olabilir. Dolayısıyla sulama alanının büyüklüğü, bitkinin su ihtiyacı, su kaynağının derinliği ve günlük çalışma süresi gibi parametreler dikkate alınarak pompa tercihi yapılmalıdır. Ayrıca pompanın verim eğrisi ile PV panelin enerji üretim profili birbiriyle uyumlu olmalıdır. Uyumlu sistemlerde performans oranı (PR) daha yüksek çıkmakta, su ve enerji verimliliği optimize edilmektedir.

GES sistemlerinin genel performansı ise sadece pompa seçimine değil, sistem bileşenlerinin tümünün entegrasyonuna bağlıdır. Panel yönelimi, güneşlenme süresi, gölgelenme riski, boru hattı uzunluğu ve arazi eğimi gibi unsurlar pompanın çalışma yükünü etkiler. Ayrıca, sensör destekli otomasyon sistemleriyle entegre çalışan pompalar, sadece ihtiyaç duyulan zamanlarda devreye girerek gereksiz enerji ve su tüketimini önler. Bu durum, hem sistemin ömrünü uzatır hem de bakım maliyetlerini düşürür.

Pompa, su ve enerji verimliliği arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişkiyi şu başlıklar altında inceleyebiliriz:

a. Pompa Seçimi ve Sistem Verimliliği

Pompanın doğru seçilmesi, sistemin enerji verimliliğini etkileyen önemli bir faktördür. Örneğin, bir pompa, her zaman belirli bir debi ve basınçla çalışacak şekilde tasarlanmışsa, bu pompanın verimliliği yüksek olacaktır. Ancak, pompa kapasitesinden daha düşük debili suya ihtiyaç duyuluyorsa, bu pompa düşük verimle çalışacak ve daha fazla enerji tüketecektir. Ayrıca, sistemin su verimliliği arttıkça, pompa daha az enerji harcar çünkü daha az su taşınır ve daha az basınca ihtiyaç duyulur.

b. Enerji Kaynağı ve Tüketimi

Güneş enerjisinin kullanılması, sulama sistemlerinde enerji verimliliğini artırabilir, çünkü güneş enerjisi doğrudan pompa motorlarına enerji sağlayarak işletme maliyetlerini düşürür. Ayrıca, enerji tasarrufu sağlamak için kullanılan güneş enerjisi sistemlerinin verimliliği ile pompa verimliliği arasında doğru bir ilişki bulunmalıdır. GES sistemlerinin enerji üretim kapasitesi, sulama tesisinin gereksinimlerine uygun olmalıdır.

c. Sistemdeki Enerji Kaybı

Sulama sisteminde her aşamada enerji kayıpları olabilir. Örneğin, pompaların, boruların, valflerin ve diğer ekipmanların sürtünmesi sonu-

cu oluşan enerji kayıpları, verimliliği olumsuz etkileyebilir. Enerji kaybı, suyun verimli şekilde taşınması ve dağıtılması için daha fazla enerji gereksinimi doğurur.

d. Sistem Optimizasyonu ve Yönetimi

Sistem verimliliği, güneş enerjisinin maksimum düzeyde kullanılmasını ve suyun en verimli şekilde sulama alanlarına dağıtılmasını sağlamak için optimize edilmelidir. Akıllı sulama yönetim sistemleri, hem suyun hem de enerjinin verimli kullanımını sağlar. Örneğin, sensörler ve otomatik kontrol sistemleri, sulama ihtiyacına göre pompa hızını ve güneş enerjisinin kullanımını optimize edebilir. Sürdürülebilir su yönetimi için;

- Sulama sisteminin verimliliğini artırarak, hem su hem de enerji tasarrufu sağlanabilir.
- Bunun için optimize edilmiş bir sulama planı ile minimum miktarda su kullanımı sağlanmalıdır.
- Sulama amaçlı kullanılan su miktarı azaldıkça, suyu dağıtmak için gereken enerji de aynı şekilde azalacaktır.
- Tarımda sürdürülebilir su kullanımını sağlamak için her şeyden önce çiftçilerin ve politika yapımcıların damla sulama, hassas tarım ve yağmur suyu hasadı gibi su kullanım verimliliğini en üst düzeye çıkarmak uygulamaları benimsemeleri gerekiyor.
- Yani, sulama alışkanlıklarınızı değiştirmek zorundayız.
- Sonuçta, su tüketimi ne kadar düşük olursa, elektrik tüketimi de o kadar düşük olur.

Sonuç ve Öneriler

Türkiye’de, Tarım ve Orman Bakanlığı (2023) tarafından yayımlanan “Su Verimliliği Strateji Belgesi”nde, yenilenebilir enerji kaynaklarının modern sulama sistemleriyle entegre edilmesinin, hem enerji bağımsızlığına hem de su tasarrufuna katkı sağladığı belirtilmiştir. Buna ek olarak, Dicle Elektrik tarafından Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yürütülen güneş enerjili sulama projelerinde, çiftçilerin elektrik maliyetlerinde %60’a varan düşüş sağlandığı, aynı zamanda su yönetiminin de iyileştirildiği rapor edilmiştir. Dolayısıyla bu çalışma, GES destekli sulama sistemlerinde enerji ve su verimliliği ilişkisini teknik, ekonomik ve çevresel boyutlarıyla incelemeyi; farklı sistem tasarımları üzerinden performans analizleri sunmayı ve Türkiye ile dünyadan uygulama örnekleri

üzerinden değerlendirmelerde bulunmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, Dicle Elektrik'in GAP Bölgesi'nde gerçekleştirdiği GES uygulamalarında, çiftçilerin enerji maliyetlerinde %50–60 oranında azalma rapor edilmiştir. Nitekim Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Su Verimliliği Strateji Belgesi'nde de güneş enerjili sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması öncelikli hedefler arasında yer almaktadır. Bu durum, GES sistemlerinin yalnızca teknik değil, aynı zamanda kalkınma politikaları bağlamında da ele alındığını göstermektedir.

Sulu tarım, ülkemiz ve bölgemiz için yerel ekonominin kalkınmasında için önemli bir faktördür. Sulama suyuna güvenilir ve uygun fiyatlı erişim, bu nedenle gıda güvenliği ve yoksulluğun azaltılması için temel anahtardır. Su iletimi için bir enerji gerektiğinden su ve enerjiyi birlikte ele alınmalıdır. Sulama amaçlı kullanılan su miktarı azaldıkça, suyu dağıtmak için gereken enerji de aynı şekilde azalacaktır.

Tarımda sürdürülebilir su kullanımını sağlamak için her şeyden önce çiftçilerin ve politika yapımcıların damla sulama, hassas tarım ve yağmur suyu hasadı gibi su kullanım verimliliğini en üst düzeye çıkaracak uygulamaları benimsemeleri gerekiyor. Çünkü enerji verimliliği, sistemin birim subaşına harcadığı enerji miktarıyla ölçülürken; su verimliliği ise, dağıtılan suyun hedeflenen bitki kök bölgesine ne derece etkili ulaştırıldığını ifade eder. Güneş enerjili sistemlerde enerji üretimi gün içinde değişkenlik gösterdiğinden, pompanın çalışacağı zaman dilimi ile sulama zamanlamasının uyumlu olması, hem enerji israfını hem de su kaybını en aza indirmede kritik rol oynamaktadır. Bu nedenle, zamanlama, basınç yönetimi, damla veya yağmurlama gibi sulama tipinin seçimi ile depo hacmi gibi teknik detaylar, enerji-su verimliliği ilişkisinde belirleyicidir.

Türkiye, yıllık ortalama 2.600 saat güneşlenme süresiyle güneş enerjisi potansiyeli yüksek ülkeler arasında yer almaktadır (Yavuz, 2020) Bu doğal avantaj, tarımsal sulama faaliyetlerinde güneş enerjisinin kullanımını mümkün ve verimli kılmaktadır. Son yıllarda kamu kurumları, özel sektör ve çiftçi iş birlikleriyle birçok bölgede GES destekli sulama sistemleri kurulmuştur. Özellikle Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgeleri'nde yapılan uygulamalar, bu sistemlerin pratikte de yüksek verim sağladığını ortaya koymaktadır.

Örneğin, Dicle Elektrik tarafından yürütülen GES projeleri kapsamında, Şanlıurfa, Mardin ve Diyarbakır gibi illerde pilot çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalarda çiftçilerin enerji maliyetlerinde %50–60 oranında azalma sağlandığı rapor edilmiştir. Aynı zamanda sistemlerin kurulumu sonrası ürün veriminde artış ve sulama sürelerinde azalma gözlenmiştir. Bu durum, hem enerji hem de su kaynaklarının

daha verimli kullanıldığını göstermektedir. Ayrıca, sistemlerin yatırım geri dönüş süresi ortalama 5–7 yıl arasında değişmekte olup, uzun vadede çiftçiye ekonomik katkı sağlamaktadır. GES sistemleri, dizel motorlu pompalarla karşılaştırıldığında enerji maliyetlerini ortalama %60 oranında azaltmaktadır (GIZ, 2020; Pachaivannan ve ark., 2021).

Fotovoltaik sistemlerle entegre edilen damla sulama uygulamalarında, geleneksel salma sulamaya göre %30–40 oranında su tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir (Bibin et al., 2020). PR (Performans Oranı) değerleri sistem kalitesine göre %50–70 arasında değişmekte olup, en verimli sonuçlar inverter uyumu ve doğru panel eğimiyle elde edilmektedir. Araştırma sonuçları, GES sistemlerinin geleneksel yöntemlere kıyasla %30–40 su tasarrufu sağladığını, enerji maliyetlerini %60'a kadar azalttığını ve çevresel etkilerini minimuma indirdiğini göstermektedir (Bibin et al., 2020; Anonim, (2023b). Ancak bu potansiyelin tam olarak kullanılabilmesi için sistemlerin iyi planlanması ve uygun teknikle uygulanması gerekir.

GES sistemleri, fosil yakıt bağımlılığını azaltarak karbon salımını düşürmekte, aynı zamanda sulama için gereken enerjiyi ücretsiz ve çevre dostu bir şekilde sağlamaktadır (Merida García ve ark., 2019). Özellikle kırsal bölgelerde elektrik şebekesine erişimin zor olduğu alanlarda GES sistemleri tarımsal üretime erişimi kolaylaştırmakta, üretici maliyetlerini düşürmekte ve verimliliği artırmaktadır. Ayrıca damla sulama, toprak nem sensörleri ve otomasyon sistemleriyle entegre edilen GES uygulamaları, su israfını önleyerek verimli sulama imkânı sunmaktadır. Bu durum hem teknik performans göstergelerine (PR, SKE, SV) hem de ekonomik çıktılara olumlu yansımaktadır.

Ancak bu sistemlerin verimli çalışması, sadece teknik kurulumla sınırlı değildir. Pompa seçimi, panel yönü, inverter kalitesi gibi tasarım unsurlarının doğru belirlenmesi kadar, çiftçilerin sistemi doğru kullanabilmesi için teknik eğitime erişimi de büyük önem taşımaktadır. Türkiye örnekleri, kurulum sonrası bakım yetersizliği veya kullanıcı hataları nedeniyle bazı sistemlerin tam kapasiteyle çalışmadığını göstermektedir. Bu nedenle yaygınlaştırma politikalarının sadece finansal destek değil, teknik rehberlik ve sürdürülebilir işletme modellerini de içermesi gerekmektedir.

GES destekli sulama sistemlerinin başarısı, doğru pompa tipiyle başlayan ve tüm sistem bileşenlerinin uyum içinde çalışmasıyla sürdürülen bir verimlilik yaklaşımına bağlıdır. Gerek enerji gerekse su açısından en yüksek faydanın sağlanması için pompa seçimi sistemin tasarım aşamasında detaylı şekilde analiz edilmelidir.

Pompa verimliliği, su verimliliği ve enerji verimliliği birbirini doğrudan etkileyen faktörlerdir. Bu yüzden, sulama amaçlı GES çalışan pompaj tesislerinde, pompa, su ve enerji verimliliği arasındaki ilişki, sistemin verimli çalışması için kritik öneme sahiptir. Pompa seçiminden güneş enerjisinin verimli kullanılmasına, enerji kayıplarının en aza indirilmesinden sistem optimizasyonuna kadar tüm bu faktörler bir arada çalışarak sistemin etkinliğini belirler. Bu üç bileşenin uyumlu bir şekilde çalışması, hem çevresel hem de ekonomik açıdan en verimli sulama çözümünü sağlayacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma, güneş enerji sistemleriyle (GES) çalışan sulama amaçlı pompalarda enerji ile su verimliliği arasındaki ilişkiyi teknik, çevresel ve uygulamalı yönleriyle ortaya koymuştur. GES sistemleri tarımsal sulamada enerji ve su verimliliğini birlikte sağlayarak hem çevresel hem ekonomik hem de sosyal fayda üretmektedir. Bu sistemler, gıda güvenliği, kırsal kalkınma ve iklim kriziyle mücadele hedeflerine doğrudan katkı sunmaktadır. Önümüzdeki süreçte bu sistemlerin yaygınlaştırılması, tarım politikalarının merkezine alınmalı ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu biçimde desteklenmelidir.

Literatür taraması ve Türkiye'deki saha uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde, GES sistemlerinin yalnızca alternatif bir enerji kaynağı değil, aynı zamanda sürdürülebilir tarımsal üretimin temel bileşenlerinden biri olduğu anlaşılmaktadır. Enerji ve su kaynaklarının birlikte ve verimli yönetilmesi, gelecekte tarımsal üretimin devamlılığı açısından stratejik bir zorunluluk haline gelmiştir.

Kaynaklar

- Anonim (2022). GAP Bölgesi'nde Güneş Enerjisi ile Tarımsal Sulama Projeleri Raporu. Şanlıurfa: DEDAŞ Ar-Ge Birimi.
- Anonim, (2023a). Ulusal Su Verimliliği Strateji Belgesi 2023–2033. Ankara: Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Anonim, (2023b). Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2023–2030. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları. <https://www.tarimorman.gov.tr>
- Bakelli, Y., Arab, A.H. & Azouni, B.(2011). Optimal sizing of photovoltaic pumping system with water tank storage using LPSP concept. *Solar Energy* 85 (2011) 288–294.
- Bataineh, K. M. (2016). Techno-economic performance evaluation of photovoltaic water pumping systems. *Renewable Energy*, 97, 254–267. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.05.021>
- Bibin, D., Bose, B. & Krishnan, A. (2020). Solar photovoltaic water pumping system for irrigation: A comprehensive review on performance and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 125, 109790. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109790>
- Bibin, D., Meera, V. R. & Aravindakshan, T. V. (2020). Performance evaluation of solar photovoltaic water pumping systems under different operational strategies. *Renewable Energy*, 148, 1234–1245. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.10.098>
- Errouha, M., A. Derouicha, B.Nahid-Mobarakheh, S.Motahhirc, A. El Ghzizal (2019). Improvement control of photovoltaic based water pumping system without energy storage. *Solar Energy*.Volume 190, 1, 319-328,
- FAO, (2017). Water for sustainable food and agriculture: A report produced for the G20 Presidency of Germany. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/i7959e/i7959e.pdf>
- FAO, (2020). Food and Agriculture Organization. (2020). The State of Food and Agriculture: Overcoming water challenges in agriculture. Rome: FAO.
- Gellings,C.W. (2025). Energy Efficiency in Pumping and Irrigation Systems. Efficient Use and Conservation of Energy – Vol. II -
- GIZ, (2016). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit,. Frequently Asked Questions on Solar Powered Irrigation Pumps.
- GIZ, (2020). Solar powered irrigation systems: A toolkit for practitioners. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. https://www.giz.de/en/downloads/giz2020-Toolkit_Solar-Irrigation.pdf.<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.055> <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.08.024>
- Li,G., Y. Jin, M.W. Akram, X.Chen. (Research and current status of the solar photovoltaic water pumping system– A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 79, November 2017, Pages 440-458

- López-Luque, R. J. & Martínez, J. R. (2015). Optimal design of a standalone direct pumping photovoltaic system for deficit irrigation of olive orchards. *Applied Energy*. 149 (2015) 13–23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.03.107>
- Maka, A. O. M., Mehmood, M., & Chaudhary, T. N. (2023). Design, simulation and performance analysis of photovoltaic solar water pumping system. *Energy Harvesting and Systems*. 10(2): 287–299. <https://doi.org/10.1515/ehs-2022-0040>
- Markvart, T., Castaner, L., (2003). *Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications*. Elsevier Science & Technology.
- Mérida García, A., Gallagher, J., McNabola, A., Camacho Poyato, E., Montesinos Barrios, P., Rodríguez Díaz, J.A., 2019. Comparing the environmental and economic impacts of on- or off-grid solar photovoltaics with traditional energy sources for rural irrigation systems. *Renew. Energy* 140, 895–904. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.122>.
- Ministry of New and Renewable Energy [MNRE]. (2022). PM-KUSUM Scheme Progress Report. Government of India. Retrieved from <https://mnre.gov.in>
- Morris, M., V.Lynne. (2006). *Energy Saving Tips for Irrigators*. A Publication of ATTRA - National Sustainable Agriculture Information Service • 1-800-346-9140. www.attra.ncat.org
- Öztürk, H.H., Ü. Atay , H. Göker, B.Ayhan, S.Gök. (2021). Güneş Enerjiyle Sulama Sistemlerinin Ekolojik Etkileri. Euroasia Summit. 4th International Applied Science Congress. Isbn: 978-625-7341-40-0. www.Avrasyakongresi.Org
- Pachaivannan, S., Murugesan, V. & Senthilkumar, A. (2021). Comparative energy performance analysis of AC and DC solar water pumping systems. *Solar Energy*, 221, 411–423. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.05.024>
- Rejekiningrum, P. & Apriyana, Y. (2021). Design and implementation of solar pump irrigation systems for the optimization of irrigation and increase of productivity. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/622/1/012046
- Renu, B., Bora, B., Prasad, B., Sastry, O. S., Kumar, A. & Bangar, M. (2020). Optimum sizing and performance modeling of Solar Photovoltaic (SPV) water pumps for different climatic conditions, *Solar Energy* 155 (2017) 1326–1338, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.07.058>.
- Sass, J. & Hahn, A. (2020). *Solar Powered Irrigation Systems (SPIS) Technology, Economy, Impacts*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. <https://www.giz.de/de/weltweit/38429.html> https://energypedia.info/wiki/Portal:Powering_Agriculture
- Scherer, T. F. (2022). *Irrigation Water Pumps*. AE1057. www.ag.ndsu.edu
- Sharma, R., S. Sharma, S. Tiwaric. (2020). Design optimization of solar PV water pumping system. *Materials Today: Proceedings* 21,1673–1679. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.11.322>

- Shinde, V. R. & Wandre, S. S. (2015). Solar photovoltaic water pumping system for irrigation: A review. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 5(6), 225–230.
- Vatandaş, V. & Özgüven, A. (2024). İklim Değişikliği Baskısı Altında Tarımda Enerji Kullanım Etkinliğinin Artırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*. <http://dergipark.org.tr/tr/pub/tarmak>, ISSN: 2651-4230, 20(2), 2024: 112-126
- Yavuz, H.A. (2020). Solar thermoelectric generator assisted irrigation water pump: Design, simulation and economic analysis Sustainable Energy Technologies and Assessments. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100786>
- Zaky, A. A., Kladas, A., Sergeant, P. & Falaras, P. (2020). Energy efficiency improvement of water pumping system using synchronous reluctance motor fed by perovskite solar cells, *Int. J. Energy Res.* 1–14, <https://doi.org/10.1002/er.5788>.

”

Bölüm 6

HAYVAN GÜBRESİ ÜRETİM SÜRECİNDE MEKANİZASYON UYGULAMALARI VE GÜBRE DAĞITIM SİSTEMLERİ

Fatıma Susen ÇEVİK¹ , Abdullah SESSİZ²

1 Ziraat Yük. Müh. / Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye 21280. e-posta: ozdemirsusen@gmail.com ORCID ID: 0009-0001-8409-773X

2 Prof. Dr. / Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, 21280. e-posta: asessiz@dicle.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-3883-0793

Giriş

Hayvan gübresi, genellikle evcil hayvanların dışkısı (katı) ve idrarıyla (sıvı) sap, saman, ot veya yataklık gibi artıklarla birlikte veya bunlar olmadan toprağı gübrelemek için kullanılan önemli bir organik gübre kaynağıdır. Çiftlik gübresi olarak da adlandırılır. Hayvan gübresi, katı ve sıvı gübre olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İçerdiği azot, fosfor ve potasyum açısından bitkisel üretim için muazzam bir verimlilik kaynağı oluşturmaktadır. Bitkisel üretim için organik bir gübre kaynağı olması bakımından sürdürülebilir tarım ve toprağın üretkenlik potansiyelinin artırılması açısından büyük bir öneme sahiptir (Bary ve ark., 2000; Burton ve Turner, 2003; Çelik, 2005; Lal, 2006; Møller ve ark., 2007). Gübrelerde azot %2,6-3,5, fosfor %2,5, potasyum %45, ham protein %16-25, organik madde % 45 bulunmaktadır. Katı ahır gübresinin 700 kg/m³ ağırlığı içerisinde 2.8 kg/m³ azot (N), 1.4 kg/m³ fosfor pentaoksit (P₂O₅) ve 3.5 kg/m³ potasyum (K₂O) bulunmaktadır. Bu değerler sıvı ahır gübresinde ise 700 kg/m³ ağırlığı içerisinde 4.7 kg/m³ azot (N), 2.4 kg/m³ fosfor pentaoksit (P₂O₅) ve 5.9 kg/m³ potasyum (K₂O) bulunmaktadır (Burton ve Turner, 2003; Clanton, 2002). Sıvı ahır gübresi, bitki besin maddeleri yönünden katı ahır gübresine göre daha zengindir diyebiliriz. Sığır, domuz veya atlardan elde edilen bir ton gübre genellikle 4-5 kg azot, 2-3 kg fosfor ve 4-5 kg potasyum içerir. Ancak, kimyasal gübrelerle göre azot, fosfor ve potasyum açısından daha az zengindir ve bu nedenle çok daha fazla miktarda uygulanmalıdır. Ayrıca gübre, organik madde veya humus açısından zengin olması nedeniyle toprağın suyu emme ve depolama kapasitesini artırarak erozyonu önlemektedir (Singh ve Singh, 2017; Smith ve ark., 2018).

Hayvan barınaklarında zamanla biriken gübrenin periyodik olarak toplanması ve barınaktan uzaklaştırılması gerekmektedir. Aksi halde sızıntıdan dolayı kaybolan gübre içeriğinin yanı sıra biriken gübre, sürekli bir koku ve hastalık kaynağı olmaktadır. Bu durum, hayvanların sağlıklarının bozulmasına ve elde edilen hayvansal ürünlerin miktar ve kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bitkisel üretim için de çok önemli değeri bulunan çiftlik gübresinin, en az kayıpla elde edilmesi ve barınaklardan uzaklaştırılması gerekmektedir. Hayvan yetiştiriciliğinde gübrenin temizlenmesi, barınaktan alınıp tarlaya atılması belki de en zahmetli, yorucu ve aynı zamanda işgücü tüketen işlemlerden birisidir. Bu işlerin insan el emeğiyle yürütülmesi maliyet ve iş gücü açısından ekonomik olmayıp insan sağlığı açısından da uygun değildir (Ünal ve ark., 2016, Aher ve ark., 2022; Yadav ve Pawar, 2015). Günlük olarak biriken hayvan artıklarının miktarı; onların fiziko-mekanik özellikleri, hayvanların yaş ve türleri, besleme şekli, yemin bileşimi ve yetiştirme tekniği gibi birçok etkenlere bağlıdır. Gübre temizliği süreklilik gerektiren bir işlem

olması nedeniyle de biriktirilen ve sızıntı yapan gübre insan ve çevre sağlığı üzerine olumsuz etkiler yaratmaktadır. Gübredeki potasyum ve azotun çoğu, tarlaya uygulanmadan önce yağmura maruz kalırsa sızma yoluyla kaybolabilir. Kayıpların minimize etmek, toprak için besin değerini korumak için gübre yönetiminin mekanize edilmesi bu anlamda oldukça önemlidir. Buna karşın aşırı gübre uygulaması toprak ve su kirliliği açısından olumsuz etkiye neden olmaktadır (Güngör ve Demirer, 2003; Karamanoğlu, 2006; Kara, 2013; Ünal ve ark., 2016; Sengottaian ve ark., 2019; Bary ve ark., 2000). Gübrenin verimli bir şekilde işlenmesi, depolanması ve dağıtılması için uygun mekanizasyon sistemlerinin kullanımı gerekmektedir. Bu bağlamda, hayvan gübresinin üretim ve yönetim sürecindeki mekanizasyon uygulamaları hem iş gücünü azaltmak hem de çevresel etkileri en aza indirerek gübre yönetimini optimize etmesi bakımından da önemli roller üstlenmektedir (Morning Ag Clips, 2024; Niles ve ark., 2022).

Powell ve ark. (2011), hayvan gübresi yönetiminin verimli bir şekilde uygulanmasının, tarımsal ekosistemlerde besin geri dönüşümünü artırdığını ve çevresel etkileri azalttığını belirtmektedir. Sommer ve Hutchings (2001), gübre yönetiminin her aşamasında (toplama, depolama, işleme ve dağıtım) uygun mekanizasyon tekniklerinin kullanılmasıyla sera gazı emisyonlarının ve besin kayıplarının önemli ölçüde azaltılabileceğini vurgulamışlardır.

Gübre yönetimi süreci, insan sağlığı ve çevre üzerinde önemli bir etkiye sahip olup toplama, depolama, işleme ve dağıtım aşamalarını içermektedir. İlk aşama olan gübre barınaktan uzaklaştırma işlemi, ahırlarda biriken gübrenin geleneksel yöntemler, mekanik sıyrıcılar, vakumlu sistemler gibi yöntemlerle toplanıp uzaklaştırmasını kapsamaktadır. Özellikle büyük ölçekli hayvancılık işletmelerinde otomatik sıyrıcı sistemler yaygın olarak tercih edilmekte ve iş gücü maliyetlerini düşürmektedir.

Gübre üretiminde ilk adım olan toplama aşamasında, çeşitli mekanizasyon sistemleri kullanılmaktadır. Örneğin; gübre sıyrıcıları, pompalar ve yükleyici traktörler kullanılarak gübrenin etkin bir şekilde toplanması sağlanmaktadır. Gübre depolama aşamasında ise, kapalı depolar, gübre çukurları ve yer altı sistemleri gibi yapıların kullanılması, çevresel etkilere karşı koruma sağlar. Gübrenin işlenmesinde ise, gübrenin kalitesini artıran ayırıştırma, biyogaz üretimi ve kompostlama gibi yöntemler ön plana çıkmaktadır.

Dağıtım aşamasında, katı gübreler için döner diskli ve helezonlu dağıtıcılar, sıvı gübreler içinse enjeksiyon sistemleri, damlama sulama ve yağmurlama sistemleri gibi çeşitli mekanize çözümler kullanılır. Enjeksiyon

sistemleri, sıvı gübrenin toprakta daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayarak besin kayıplarını ve azot emisyonlarını azaltır. Modern mekanizasyon sistemlerinin kullanımı, hayvan gübresinin daha verimli ve çevre dostu bir şekilde yönetilmesine olanak tanır.

Gübre işleme sürecinde, katı-sıvı ayrıştırma sistemleri, kompostlaştırma ve biyogaz üretim tesisleri gibi teknolojiler kullanılmaktadır. Katı gübrenin kompostlaştırılması, organik madde içeriğini artırarak toprağa daha verimli bir katkı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, sıvı gübrenin anaerobik çürütme yöntemleriyle biyogaz üretiminde kullanılması, hem enerji üretimi açısından avantaj sağlamakta hem de atık yönetimini daha verimli hale getirmektedir. Carraro ve ark. (2007) tarafından yapılan bir araştırma sıvı ve katı gübrenin ayrıştırılmasıyla biyogaz üretim verimliliğinin artırılabilirliğini ve gübre uygulama süreçlerinin optimize edilebileceğini göstermektedirler. Bu çalışmalar, modern gübre yönetim sistemlerinin tarımsal sürdürülebilirliğe katkı sağladığını ve çevresel etkileri minimize ettiğini ortaya koymaktadır.

Son aşama olan gübre dağıtımında ise farklı mekanizasyon yöntem ve makineleri devreye girmektedir. Katı gübrelerin dağıtımı için döner diskli veya helezonlu gübre dağıtıcıları kullanılırken, sıvı ahır (şerbet) gübresinin dağıtımı için tanklı gübre dağıtıcıları, yağmurlama sistemleri ve damlama sulama entegrasyonu gibi çeşitli mekanizasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Özellikle ve sulama sistemine entegre biçimde gübrenin verilmesi hem gübre verimliliğini artırması hem de çevresel etkileri azaltması nedeniyle en çok tercih edilen yöntemler arasında yer almaktadır. Geleneksel serpmeye yöntemlerine kıyasla enjeksiyon sistemleri, besin maddelerinin toprakta daha etkin şekilde tutulmasını sağlamakta ve azot kaybını en aza indirmektedir (Wang ve ark., 2024). Bu çalışmada yukarıda verilen bilgilerin ışığında hayvan barınaklarında uygulanan mekanizasyon süreçleri ile gübre işleme, dağıtma ve yönetim süreçleri açıklanmıştır.

Gübre Üretim Süreci

Gübre, sığır, bitki atığı ve diğer doğal maddelerinin bir yan ürünüdür. Gübre üretim sürecinin ilk aşaması gübrenin toplanması yani, barınak ortamından uzaklaştırılmasıdır. Hayvansal üretim yapılarında barınak içerisinde biriken gübrenin dışarı alınması, hayvan ve insan sağlığı açısından oldukça önemlidir (Anonymous,2003). Bu yüzden gübrenin belirli periyotlarla toplanması gerekmektedir. Zengin bir organik gübre içreğine sahip olması nedeniyle hayvan gübresinin uygun yöntem ve zamanında barınaklardan uzaklaştırılarak bitkilere verilmesi ürün verimini artırılması bakımından önemlidir (Aher ve ark., 2022; Miller, 2009).

Hayvansal üretim yapılarında gübre yönetimi; gübre ve atıkların barı-

nak içerisinde toplanması, depolama yapılarına iletilmesi, depolanması, isteğe bağlı olarak farklı işleme yöntemlerinden geçirilmesi ve değerlendirilmesi aşamalarını içermektedir (Anonymous, 1996). Gübre işleme süreci, organik ve inorganik atıkların bitkisel üretimde kullanılabilir forma dönüştürülmesini sağlayan, sürdürülebilirlik ve yönetim, verimlilik açısından büyük öneme sahip sistemdir. Özellikle hayvansal üretimden kaynaklanan gübrelerin uygun şekilde saklanması ve işlenmesi, atık yönetimi, barınak içi hijyenin sağlanması ve hayvan refahı hem de toprak sağlığının korunmasında kritik bir role sahip olduğu söylenebilir. Hayvan gübresi barınak içi ortamdan alınıp doğrudan tarlaya uygulanması mümkün değildir çünkü; öncelikli olarak yüksek miktarda amonyak (NH_3) içermektedir ve bitkiler bu amonyak miktarını tolere edemeyebilirler (Hornig ve ark., 1999; Sommer ve ark., 2001). Ülkemizde çiftlik gübresi üretimine ilişkin olarak kesin değerler bulunmamaktadır. Yılın büyük bir kısmında mera hayvancılığı yapıldığından bu dönemlerde açığa çıkan gübrenin biriktirilmesi söz konusu değildir. Hayvanların barınak içerisinde bulundukları dönem ve hayvan varlığı göz önüne alındığında, yılda ortalama 82 milyon ton gübre açığa çıkmaktadır. Bunun %81 gibi büyük bir kısmı tavuk ve büyükbaş hayvan çiftliklerinden kaynaklanmaktadır. Biyogaz üretimi için en uygun gübre, ısıl değerinin ve toplam uçucu katı madde konsantrasyonunun yüksek oluşu nedeniyle, tavuk ve büyükbaş hayvanlardan elde edilen gübre olmaktadır (Güngör ve Demirer, 2003).



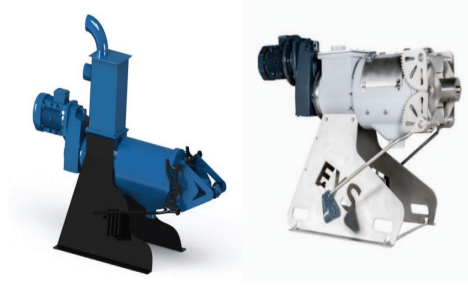
Şekil 9. Gübre Karıştırıcı.

c. Gübre İşleme

Gübre işleme; temel anlamda fiziksel, kimyasal ve biyolojik işleme olarak üç başlıkta incelenebilir. Gübrenin işlenmesinde ilk başvuru, fiziksel daha sonra ise kimyasal işleme yöntemleridir. Bu aşamalardan sonra, biyolojik yöntemle işleme yapılır. Bu üç aşamadan sonra gübre karışımında oluşan katı maddelerin üzerinde de farklı işlemler yapılmaktadır (Anonymous , 2005). Gübre uygulaması sırasında karşılaşılan sorunların başında, yalnızca hektar başına uygulanacak olan gübre miktarının yanı sıra parçacıkların boyutunun tekdüze olmaması da gelmektedir (Yadav ve Pawar, 2015).

Fiziksel işlemede amaç katı ve sıvı gübrenin birbirinden ayrılması ile başlar. Bu noktada ayrılan katı ve sıvı gübre farklı yöntemlerle ve farklı amaçlar için kullanılabilir. Katı ve sıvı halde birlikte bulunan gübrenin ayrılmasına separasyon işlemi adı verilir. Bu bağlamda katı ve sıvı fazların ayrılması için gübre separatörüne ihtiyaç duyulmaktadır. Gübre seperatörü, hayvan gübresinin sıvı ve katı kısımlarını ayıran bir ekipmandır (Şekil 10). Bu ekipman sayesinde, hayvan çiftliklerinde biriken atık malzeme işlenerek, gübreleme için kullanılacak yüksek kaliteli organik gübre elde edilir (Miller, 2009). Hayvan gübre seperatörleri, çiftliklerdeki hijyen düzeyini artırır ve hayvanların yaşam alanlarında daha düşük koku ve hastalık riski oluşturur. Aynı zamanda ayrıştırılmasıyla gübreleme etkinliği artar, sıvı gübrenin akıcılık özelliği geliştirilir ve depolanmasını kolaylaştırır.

Separatörler başlıca elekli, santrifüj ve pres tip olarak üç farklı çeşide ayrılabilir. Separatöre gelen gübre bu sistemlerin çalışma prensibine bağlı olarak ayrılır. Separatörlerde bulamaç girip, sıvı gübre çıkışı ve katı gübre çıkışı bulunmaktadır. Karıştırılmış bulamaç halinde yani sıvı ve katı fazın bir arada bulunduğu gübre pompa yardımıyla depodan separatöre ulaştırılır. Separatör motordan aldığı güç ile çalışmaktadır. Gübre giriş noktasından separatör içine alınan gübre separatör tipine bağlı olarak ayırım yapar. Pres tipi separatörler en çok tercih edilen separatör tipidir ve genellikle vidalı pres tipi separatörler kullanılır. Vidalı separatörlerde aktif eleman presleme işlevini yerine getiren helezondur. Presleme işlemi boyunca helezon kesintisiz bir şekilde sıkıştırma yapmaktadır. Elekli tip separatörlerde bulamaç halindeki gübre separatör içine geldikten sonra sıvı faz elekten aşağı doğru süzülürken katı faz elek üzerinde kalmaktadır. Sıvı gübre çıkışından sıvı faz çıkışı, katı gübre çıkışından katı fazın çıkışı sağlanır. Elekli tip separatörler sabit eğimli, titreşimli, kanal içi kanatlı ve döner tip elekli olabilirler. Elekli tip separatörlerde tıkanma problemleri diğer tiplere göre daha fazladır. Santrifüj tip separatörlerde merkezkaç kuvvetinden yararlanılarak gübre ayırımı sağlanır. Bulundurduğu merkez elekler, bir filtre bezi ile kaplanmıştır ve separatörler eğimli bir döner tamburdan oluşur. Ayrılacak gübre, tambur merkezine pompalanır. Sıvı, filtre sayesinde tamburu terk eder ve katı gübre, merkezkaç kuvveti ile tamburun kenarına hareket ederek çıkıştan sağlanır. Santrifüj tip separatörlerde dekantör ve hidrosiklon olarak farklı tiplerde olabilir. (Pain ve ark., 1990; Ford ve Fleming, 2002; Kataria ve ark., 2011; Bahadır, 2024).



Şekil 10. Gübre Separatörü

Gübresi işleme sürecinde kimyasal işleme, organik gübrelerin kimyasal reaksiyonlar ve işlemlerle daha kullanışlı ve etkili hale getirilmesi sürecini ifade eder. Hayvansal atıkların kimyasal yollarla olgunlaştırılma nedenleri, dezenfeksiyon, kötü koku – toz kontrolü, gübrenin pH seviyesinin kontrolü, kimyasal çökeltme sağlamak ve atıkların tekrar (yem hammaddesi) kullanılabilmesidir (Van Devender ve Carman, 2002).

Biyolojik işleme, oksijenli (aerobik) ve oksijensiz (anaerobik) sistemleri, veya her ikisini birlikte içeren işlemede üçüncü aşamadır. Genellikle, gübrelerin biriktirildiği toprak havuzlarda oluşturulur. Anaerobik (oksijensiz) biyolojik işleme çoğunlukla biyogaz üretimi için kullanılmaktadır. Biyolojik işleme, organik atıkların çevre dostu bir şekilde işlenmesini ve gübre haline getirilmesini sağlar (Miller, 2017).

Biyogaz; ucuz, çevre dostu bir enerji ve gübre kaynağıdır. Hayvansal gübrenin oksijensiz ortamda fermentasyonu ile üretilen biyogazın dünyada kullanımı da oldukça yaygındır. Organik kökenli atık ve artıkların oksijensiz ortamda fermentasyonu sonucu ortaya çıkan renksiz, kokusuz, havadan hafif, parlak mavi bir alevle yanan bir gaz karışımdır. Bileşiminde organik maddelerin bileşimine bağlı olarak yaklaşık; % 40-70 metan, % 30-60 karbondioksit, % 0-3 hidrojen sülfür ile çok az miktarda azot ve hidrojen bulunur. Biyogaz üretimi sonucunda hayvan gübresinde bulunabilecek yabancı ot tohumları çimlenme özelliğini kaybeder. Hayvan gübrelerinden kaynaklanan insan sağlığını ve yer altı sularını tehdit eden hastalık etmenlerinin büyük oranda etkinliğinin kaybolmasını sağlamaktadır. Biyogaz üretiminden sonra atıklar yok olmamakta, üstelik çok daha değerli bir organik gübre haline dönüşmektedir. Biyogaz elde edimi temel olarak organik maddelerin ayrıştırılmasına dayandığı için temel madde olarak bitkisel atıklar ya da hayvansal gübreler kullanılabilir. Biyogaz, elektrik üretimi, ısınma, araç yakıtı olarak kullanılabilir ve çevre dostu bir enerji kaynağıdır. Aynı zamanda atıkların değerlendirilmesi ve metan emisyonlarının kontrol altına alınması gibi

çevresel faydalar sunar. Biyogaz tesislerinden elde edilen sıvı gübre aynı zamanda doğrudan toprağa da verilmektedir (Alibaş ve ark., 2015; Şenol ve ark., 2017; Tabatabaei ve ark., 2018; Burg ve ark., 2023).

Hayvansal gübrenin doğrudan kullanımı hem bitki hem de toprak için çeşitli sorunlara neden olabilir. Katı gübreler genellikle kompostlama işlemi uygulanır. Kompostlama, organik atıkların mikroorganizmalar tarafından biyolojik olarak parçalanması ve stabil hale getirilmesi sürecidir. Oksijenli (aerobik) bir birleşme gerçekleşir ve sonuçta toprak için oldukça verimli, organik madde açısından zengin bir gübre olan kompost elde edilir. Kompostlamada koşullar kontrol altına alınarak organik maddelerin daha hızlı çürümesi sağlanır.

Gübre Dağıtım Makineleri

Organik gübre, toprağın verimliliğinin sağlanmasında önemli rol oynar. İyi kalitede azot fosfor ve mükemmel kalsiyum ve potasyum kaynağıdır aynı zamanda hayvancılık işletmelerinin bir yan ürünüdür. Gübre işleme süreci bittikten sonra katı, sıvı veya sıvı-katı karışık gübre elde edilmiş olur. Gübrelerin belirli bir bekleme süresinden sonra tarlaya atılması gerekmektedir. Organik gübre, toprağın verimliliğinin sağlanmasında önemli rol oynar. Gübrenin tarlaya eşit şekilde yayılması, daha iyi etki elde etmek için son derece önemlidir (Yadav ve Pawar, 2015). Çiftlik gübresinin elle dağıtımında besin maddeleri kaybolduğu gibi araziye düzgün bir dağılım da elde edilememektedir. Bu sorunlar nedeniyle de mekanizasyona ihtiyaç kaçınılmaz olacaktır. Gübrenin formuna göre (katı veya sıvı) toprak içine ve toprak yüzeyinde homojen bir şekilde dağılımının sağlanması amaçlanmaktadır. Bu aşamada katı ve sıvı gübre dağıtıcıları kullanılmaktadır.

Çiftlik gübresi dağıtma makineleri, hareketini ya tekerlekten ya da traktörün kuyruk milinden almaktadır. Kuyruk milinden alınan hareket mafsallı şaft, düz dişli, zincir veya “V” kayışı ile diğer organlara aktarılmaktadır. Hareket, bir hidrolik motorla da sağlanabilmektedir. Hareketini tekerlekten alanlarda birim alana dağıtılan gübre miktarı, konveyör besleme düzeninin hız ayarına ve gübre doluluğuna bağlıdır. Hareketini kuyruk milinden alan tiplerde ise gübre normunu bu faktörlerin yanı sıra traktörün ilerleme hızı da etkilemektedir. Kuyruk mili devri sabit olduğundan besleme düzeninin hızı ve gübre doluluğu arttırıldığında birim alana dağıtılan gübre miktarı da artmaktadır. Buna karşın traktör ilerleme hızı arttıkça birim alana dağıtılan gübre miktarı azalmaktadır. Dağıtıcı tamburların konumu ise iş genişliğini etkilemektedir. Yatay tamburlu tiplerde dağıtıcı tambur genişliğince bir iş genişliği elde edilebilirken, dikey tamburlu tiplerde bu değer daha fazla olmaktadır.

a. Katı Gübre Dağıtma Makineleri

Katı hayvan gübresi, hayvanlardan elde edilen organik maddelerden oluşur ve içerisinde mineraller ile toprak ve bitki için üst düzey bir öneme sahiptir ancak bu gübrenin verimli bir şekilde uygulanabilmesi için homojen bir dağıtımın sağlanması gereklidir. Katı hayvan gübresinin doğru bir şekilde dağıtılması, besin öğelerinin etkin bir şekilde korunmasını ve bitkiye ulaşmasını sağlar. Katı gübre dağıtımı için genellikle traktör tarafından çekilen katı gübre dağıtma römorkları kullanılmaktadır (Şekil 11).

Çiftlik gübresi dağıtıcıları genellikle tek akslı römork yapısında olup, esas olarak bir şasiye, hareketli bir tabana ve arkada gübreyi atan dairesel bir dağıtıcıya sahiptirler. Dağıtıcıya güç, traktörden verilmektedir. Toplam yükleri 15 tona ulaşabilmekte ve dağıtılan gübre miktarı 0.8-2.5 ton/dak arasında olabilmektedir (Augustin ve ark., 2009). Ürün verimliliğini en üst düzeye çıkarmak ve olumsuz çevresel etkileri en aza indirmek için, gübre uygulamalarında toprağın bitki besin gereksinimini karşılamak önemlidir. Gübreleme kalibrasyonunun amacı birim alan başına gübre miktarının, ağırlık olarak belirlenmesidir (Marsh ve ark., 2009). Gübre dağıtma makinelerinin kalibrasyonu genel olarak 3 şekilde yapılır. Bunlar; branda metodu, iş genişliği ve uzaklığı metodu ve alan başına yükleme metodu. Branda metodu, ölçüleri bilinen branda üzerinde gübrenin dağıtılması ve brandanın tartılması ile bulunur. İş genişliği ve uzaklığı metodu, gübre dağıtım genişliği ve römorkun boşalana kadar ne kadar uzağa gittiği esas alınarak hesaplanır. Alan başına yükleme metodu, tüm araziye uygulanan gübrenin yükleme adedini saptadıktan sonra arazi alanına bölünerek hesaplanır (Davis ve Meyer, 1999).

Katı gübre dağıtma makinelerinin kasaları ahşap, çelik, alüminyum, paslanmaz çelik nadiren de polietilen malzemeden yapılmaktadır. Çelik kasalar uzun ömürlü olması için tercih edilirken üretilen yeni makinelerde alüminyum malzeme daha çok yeni üretilen makineler de makine toplam ağırlığını azaltmak için tercih edilmektedir. Paslanmaz çelik, özellikle gübrenin içeriği ve nem oranı yüksek olduğunda, korozyona karşı daha dayanıklıdır. Çalışma esnasında aşırı yük ve dağıtma organlarında sıkışma vb. nedenlerle oluşacak riskleri önlemek için ahır gübresi dağıtma makineleri bir veya birkaç emniyet kavramasına sahiptirler. Dağıtıcıların traktörlere bağlanmaları tek dingilli tarım arabalarında olduğu gibi traktörün kancasına bağlanarak gerçekleştirilmektedir.



Şekil 11. Katı Gübre Dağıtma Makinesi

Gübre dağıtma makinelerinin besleme düzeni hareketini tekerlekten veya traktörün kuyruk milinden almaktadır. Besleme düzeninin ilerleme hızı 8-50 mm/s arasında değişmektedir. Besleme düzeninin getirdiği gübrenin tarlaya fırlatılmasını sağlayan dağıtıcı düzen, kasa arkasına yerleştirilmiş iki adet tamburdan oluşmaktadır. Tamburların çevresi dişli olup, içe doğru ters yönden dönmektedirler. Üst tambur, besleme düzeni tarafından getirilen gübre tabakasını düzeltir, alt tambur ise bu gübreyi arkaya doğru fırlatır. Dağıtıcı tamburun çevre hızı 4 m/s dolayındadır. Dağıtma düzeni de hareketini ya tekerlekten ya da traktörün kuyruk milinden almaktadır (Norm-Ham ve ark.,2006; Akdemir ve ark., 2023).

Dağıtma organlarının çalışması üç aşamalıdır; hareketli tabanın ittiği gübre, parçalama (ufalama) ve fırlatmadır. Yatay tamburların gübreyi almadaki başarısı gübre türüne ve gübrenin dağıtıcı kanatları taşıyan yerin yüksekliğine bağlıdır. Bu yüksekliğin parçalama organlarının hareketi ve birim zamanda dağıtılacak gübre miktarı üzerinde önemli bir etkisi vardır. Dağıtmadaki düzensizliği önlemek için; dağıtıcıya enlemesine ve boylamasına düzenli bir yükleme yapmak, gübre yüksekliğinin dağıtıcı kanatları taşıyan yerin yüksekliğini aşmaması gerekir (Boz, 2008).

Yatay veya dikey çırpıcılarla (döner çırpıcıların aksine) gübre dağıtıcıları kullanarak karıştırma, birçok çiftlikte bu tür ekipmanlara zaten sahip olunması nedeniyle tarımsal kompostlama işlemlerinde daha yaygındır. Çırpıcıların kesme ve fırlatma hareketi, hammadde ve katkı maddelerinin iyi bir karışımını sağlar ve ayrıca kümelenmiş gübre ve yiyecek artıkları gibi daha yumuşak malzemeler için makul derecede parçacık boyutu küçültmesi sağlar.

Uygulama öncesinde, hammaddeler ve katkı maddeleri gübre dağıtma makinesine uygun oranlarda yüklenir. Karıştırma sürecini iyileştirmek için, hammaddeler ve katkı maddeleri makineye katmanlar halinde veya sırasıyla yüklenmelidir. Örneğin, bir kova hammadde ardından iki kova

katkı maddesi, bir kova hammadde vb. şeklinde olabilir (Michel ve ark., 1996). Gübre makineye yüklendikten sonra, gübre dağıtıcı, tarlaya yani gübrenin dağıtılacağı alana götürülür. Makine uygun hızda ilerlerken gübrenin tarlaya dağıtılması sağlanır. Eğer gübre hafifse, makinenin yan tarafındaki kapaklar yukarı kaldırılarak yükseltilebilir. Bu sayede makine daha fazla gübre alabilir ve bu sayede tarla trafiği ve zaman azaltılması sağlanır.

b. Sıvı Gübre Dağıtım Mekanizasyonu

Şerbetin atılmasında esas amaç, atılacak belirli bir miktar gübreyi tüm alana düzgün dağıtmaktır. Bunun yanı sıra atım sırasında koku etkisi, hastalıkların yayılması, yüzey akışı, yıkanma ve gaz formunda azot kaybı, yem ve yiyeceklerin kirlenmesi, bitkiye zarar verme ve toprak sıkışması, gibi hususlardan kaçınılmalıdır (Ford ve Fleming, 2002). Yüze-ye uygulanan gübre ayrıca akış yoluyla su yollarına girebilir. Sıvı gübre dağıtımı temel anlamda 3 farklı şekilde olabilir; geleneksel gübre yayma, toprak altına enjekte etme ve sulama suyuna entegre biçimde gübrenin verilmesi şeklindedir.

Geleneksel gübre yayma yöntemi olan sıçrama plakası (SP) aplikatörü ile yüzey yayma, hızlı ve ucuzdur. Ancak, gübrenin yayılması genellikle düzensizdir. Özellikle rüzgârlı koşullar altında yayılan gübre ayrıca bitkiye zarar verebilir (Christie, 1987; Prins ve Snijders, 1987).

Diğer bir yöntem doğrudan toprak enjeksiyonu sistemidir. Bu sistemle ayrıştırılmış gübre basınç ile beraber toprağa uygulamaktadır. Bununla gübrenin bitki örtüsünün altına verilmesi sayesinde, bitki büyürken yaprakların kirlenmesi önlenir ve gübre uygulaması için daha uzun bir zaman aralığı sağlanmaktadır. Enjeksiyon yöntemi, daha yüksek amonyum muhafazası sağlarken, yüzey bantlama ve yayma uygulamaları enjeksiyona göre daha düşük maliyetlidir (Rodhe ve Rammer, 2002; Morken ve Sakshaug, 1998; Lorenz ve Steffens, 1997; Stevens ve Laughlin, 1997; Bittman ve ark., 1999).

Sıvı gübre dağıtımının sulama suyuyla beraber tarlaya verilmesi genellikle damla sulama sistemi ile yapılmaktadır. Sıvı gübre damla sulama sistemin verilerek doğrudan bitkiye ulaşması sağlanır. Benzer şekilde Brown ve ark. (2022), sıvı gübre enjeksiyon sistemlerinin azot kayıplarını minimize ettiğini ve toprak besin dengesini iyileştirdiğini vurgulamaktadır. Bu tür mekanizasyon uygulamaların yaygınlaşması, sürdürülebilir tarım ve çevre koruma açısından kritik öneme sahiptir.

Sıvı hayvan gübresi dağıtma tankerleri traktör tarafından çekilir tipte olan makinelerdir. Sıvı hayvan gübresi tankerleri santrifüjlü, pompalı ve

kompresörlü tankerler olarak üçe ayrılmaktadır. Taylor ve James (2019), bu makinelerin kullanımı sayesinde iş gücü verimliliğinin artırıldığını ve gübreleme işlemlerinin daha hızlı gerçekleştirildiğini belirtmişlerdir. Pompalı ve kompresörlü tankerler; sıvı gübrenin depoda karıştırılmasını, depodan çekilmesini, tarlaya taşınmasını ve dağıtımını yaparlar. Santrifüjlü tankerler ise, yalnızca taşıma ve dağıtma işine elverişlidirler. Tankerleri genelde tek akslı ve tank kapasiteleri 3 – 24 m³ arasındadır. Genelde sacdan ve fiber glasstan yapılmaktadır. Makinada sıvı gübrenin dağıtılması esnasında akış miktarının sabit tutulabilmesi için pompa ya da kompresörle donatılmışlardır. Sıvı gübre dağıtım makinaları gübre deposundan pompa yardımıyla aldıkları sıvı gübreyi, toprak yüzeyine dağıtıcı mekanik bir elemanla ya da hidrolik bir elemanla dağıtırlar. Sıvı gübreyi enjektörle toprak altına dağıtan makinalar, dağıtma işini gömücü ayaklar yardımıyla gerçekleştirirler. Gübreyi yüzeye dağıtma ve toprak altına enjekte (Şekil 12) etme yönteminde tankerin sahip olduğu dağıtıcı yöntem sayesinde de belirlenebilmektedir. Yüzeye serpmeye için meme kullanımı veya toprak altına enjekte için gömücü ayaklar kullanılabilir.



Şekil 12. Yüzeye Serpme Dağıtma Yöntemi ve Toprak Altına Enjekte Yöntemi

c. Gübre Dağıtma Makinelerinde Karşılaşılabilen Teknik Problemler

Gübre dağıtma makineleri iş gücünün azaltılması ve gübrenin verimi açısından ciddi önem taşımaktadır fakat makinenin kullanımına, gübreye ve çevresel etkilere bağlı çeşitli sorunlar oluşmaktadır. Bu problemler zaman kaybına, iş gücünün artması gibi çeşitli sorunlara yol açmaktadır.

Makine kullanımı sırasında nem içeriği yüksek veya lifli yapıya sahip gübrenin kullanımı, gübrenin içerisinde bulunan yabancı maddeler (kaya, ot vb.) makinenin dağıtıcı organında tıkanmalara neden olmaktadır. Bu tıkanmaların sonucunda çalışma kesintiye uğrayabilir veya makinenin özellikle hareketli parçaları zarar görebilir. Aynı zamanda yüksek nem içeriğine sahip veya kimyasal içeriği bulunan gübreler makine parçalarında korozyon ve pas problemine yol açabilir. Makine bakım ve te-

mizliğinin yapılmadığı durumlarda risk artacaktır ve bu problem makine parçalarına zarar vererek, makine kullanım ömrünü azaltacaktır. Uygun olmayan koşullarda makinenin saklanması da korozyon ve pas riskini arttıracaktır.

Yeterli bilgi ve donanımına sahip olmayan operatör tarafından kullanım da makine açısından sorunlara yol açmaktadır. Engebeli arazide uzun süreli kullanım, uygun olmayan hızlarda ilerleme, doğru kalibrasyonun yapılmaması veya makineyi belirlenen sınırlardan fazla yükleme gibi faktörlerde makine ve parçalarında ve hatta kullanılan traktörde aşınma, kullanım ömrünün kısalması, yakıt tüketiminin artması gibi ciddi problemlere yol açacaktır. Aynı zamanda uygun olmayan kullanım ve kurallara dikkat edilmemesi çevre kirliliğine de yol açabilir. Örneğin su kaynaklarına yakın alanlarda kullanım sırasında veya kalibrasyon hataları sonucunda toprak veya su kirliliği problemi yaşanabilir (Norman-Ham ve ark., 2020; Marsh ve ark., 2009; Webb ve ark., 2010). Aşınmış parçalar ve özellikle aşınmış dağıtıcılar, doğru kalibrasyon ayarının yapılmaması, uygun olmayan hızda kullanım fazla gübre ile yüklenmiş makine kullanımını vb. problemler en başta dağılım düzgünlüğünü olumsuz anlamda etkileyecektir. Homojen olmayan gübre dağılımı yani düzensiz yayılım toprakta dengesiz besin maddesi dağılımına ve ürün veriminin azalmasına yol açacaktır. Aynı zamanda iş gücünde ve yakıt tüketiminde artışa neden olacaktır.

Bu sorunların yaşanmaması için öncelikli olarak makine üretim aşamasında doğru malzeme seçimi yapılmalıdır. Makine parçaları seçimi yapılırken özellikle korozyona dayanıklı malzemeler seçilmelidir. Dağıtım aşamasından önce gübre işleme aşamasında gübrenin uygun formda olmasına dikkat edilmelidir. Bunun içinde gübre üretim ve işleme aşamasındaki adımların uygun ve tam yapılması gerekmektedir. Operatörün yeterli bilgi ve donanımına sahip olması da büyük önem taşımaktadır. Operatör makine kullanımını bilmeli, uyarı ve kullanımı hakkında donanımına sahip olmalı ve arazi koşullarına göre uygun kalibrasyonu yapıp, uygun hız da gitmelidir. Makine kullanımını öncesinde uygun bakım ve onarımlar muhakkak yapılmalı ve makine kullanımından sonra temizliğin yapılması da makine ömrü için önemli rol oynamaktadır.

d. Teknolojik Gelişmeler

Hassas tarım uygulamalarının gelişmesiyle beraber gübre dağıtım makineleri için de akıllı tarım uygulamaları kullanılmaya başlanmıştır. Sensörler, veri analiz yöntemlerinin bunların başında yer aldığını söyleyebiliriz. Sensörler yardımıyla toprağın, gübrenin ayrı ayrı nemi ve pH değerlerinin ölçülmesi sağlanmaktadır. Bu sayede gübrelemenin daha ve-

rimli olması hedeflenmektedir. Bölgedeki nem ve pH değerine göre hassas gübreleme yapılması sağlanmaktadır. Verim haritalanması sisteminin entegre edilmesi ile birlikte daha verimli bir gübreleme yapılması ve verimliliğin artırılması hedeflenmektedir (Türker ve ark., 2015; Özgüven ve ark., 2024; Evcim ve ark., 2015).

Makinelerde bulunan kontrol sistemleri sayesinde makine arızalarının, bakım zamanlarının tespit edilmesi daha kısa sürede yapılmaktadır. Bu sayede zaman kaybının minimuma indirilmesi hedeflenmektedir. GPS teknolojileri sayesinde arazi koşulları önceden belirlenebilir. Arazinin durumu (şekli, yapısı vb.) GPS sistemi sayesinde algılanabileceğinden çalışma süresi ve daha düzgün dağılım yapılması hedeflenmektedir. Teknolojik gelişmelerin en temel hedefinin iş gücünü azaltmak ve dağılım düzgünlüğünü sağlamak olduğunu söyleyebiliriz.

Sonuçlar

FAO verilerine göre 2010 yılından bu yana hayvansal gübre kullanım oranı %30-35 arasında artmıştır. Gelecek yıl tahminlerinde de hayvansal gübre kullanımının artacağı söylenmektedir. Organik gübrenin bitkisel üretim için önemi göz ardı edilemez. Hem toprak için hem de ürün verimi için pozitif etkilerinin yanı sıra farklı kullanım alanlarından da çalışmada bahsedilmiştir. Tüm bu bulgular göz önünde bulundurulduğunda gübre üretim, işleme ve dağıtım sürecinin de önemi ortaya çıkmaktadır. Sürecin tamamı boyunca (toplama, işleme vb.) mekanizasyon olmadan devam edebilmek mümkün değildir. Tarımsal mekanizasyonun temel amaçlarından olan iş gücünde ve zaman da azalma, verimde artış ve doğru uygulamanın mümkün kılınması bu işlem adımları içerisinde de geçerlidir. Ancak mekanizasyon ile gübre kullanılabilir ve uygulanabilir hale gelmektedir diyebiliriz. Gelişen ve gelişmekte olan akıllı tarım uygulamaları ile bu sürecin tam otomasyon hali ile yapılması hedeflenmektedir ve gübre toplama aşaması gibi tam entegre olan aşamalarda mevcuttur.

Kaynaklar

- Aher, H., Adhav, A., Salunke, A. & Avhad, N. (2022). A review paper on design and fabrication of manur spreader. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 9(5), e-ISSN: 2395-0056.
- Akdemir, B. & Önler, E. (2023). Gerçek Zamanlı Değişken Oranlı Gübre Kontrol Sisteminin Performansının Saptanması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 19(1), 15-35.
- Alibaş, İ., Özsoy, G. & Eliçin, A. K. (2015). Diyarbakır İli Tarımsal Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 11(1), 75-87.
- Anonymous, (1996). *Agricultural Waste Management Field Handbook*. 10-VI-NEH-651). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Anonymous, (2003). *Codes of Good Agricultural Practice for the Protection of Water, Air and Soil - Summary*. DEFRA – Department for Environment, Food and Rural Affairs. Defra Publications.
- Augustin, C., Wiederholt, R. & Dvorak, T. (2009). *Manure spreader calibration*. North Dakota State University, Fargo, North Dakota. Retrieved from http://library.ndsu.edu/tools/dspace/load/?file=/repository/bitstream/handle/10365/9406/nm1418_2009.pdf
- Bahadır, M. (2024). Vidalı pres tipi ahır gübresi separatörlerinde helezon aşınmalarının belirlenmesi (Doktora tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. <https://acikerisim.selcuk.edu.tr/items/e8629ca9-344f-411e-b1d0-874926ac155d>
- Bary, A., Cogger, C. & Sullivan, D. M. (2000). *Fertilizing with manure*. Washington State University. Retrieved from <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/pnw533/pnw533.pdf>
- Bittman, S., Mikkelsen, R. & Wittenberg, K. M. (1999). Surface banding of slurry to grassland: Effects on ammonia emissions and herbage nitrogen uptake. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 72(1), 85–91.
- Brundin, S. G., Rodhe, L. K. K. (1994). Comparison of manure processing systems under Swedish conditions. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 58, 181–190.
- Burg, V., Rolli, C., Schnorf, V., Scharfy, D., Anspach, V. & Bowman, G. (2023). Agricultural biogas plants as a hub to foster circular economy and bioenergy: An assessment using substance and energy flow analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 190, 106770. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106770>
- Burton, C. H. & Turner, C. (2003). *Manure Management: Treatment Strategies for Sustainable Agriculture*. Silsoe Research Institute.
- Carraro, G., Tonderski, K. & Enrich-Prast, A. (2024). Solid-liquid separation of digestate from biogas plants: A systematic review of the techniques' performance. *Journal of Environmental Management*, 356, 120585. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120585>

- Clanton, C. J. (2002). Alternative Waste Management Systems. Department of Biosystems and Agricultural Engineering, University of Minnesota.
- Çelik, İ. (2005). Organik gübrenin toprak özellikleri üzerine etkileri. *Toprak ve Su Kaynakları Dergisi*, 7(1), 32–40.
- Davis, J. G. & Meyer, R. B. (1999). Manure spreader calibration (No. 0.561). Colorado State University. Retrieved from http://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/CO/COATN_92_manure_spreader_calibration.pdf
- Evcim, Ü., Tekin, A. B., Gülsoylu, E., Demir, V., Yürdem, H., Güler, H. & Evrenosoğlu, M. (2015). Tarımsal Mekanizasyon Durumu, Sorunları ve Çözüm Öneriler. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Ankara*, 1080-1106.
- Ford, M. & Fleming, R. (2002). Mechanical solid-liquid separation of livestock manure. Literature review, Report to Ontario Pork, case study.
- Fullhage, C. D. & Pfost, D. L. (1999). Earthen Basins for Liquid Dairy Waste. Water Quality Initiative Publication, University of Missouri Extension. Retrieved from <http://www.muextension.missouri.edu>
- Güngör, N. & Demirel, G. N. (2003). Et tavuğu ve büyükbaş hayvan gübresinin anaerobik arıtılabilirliği. V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 1–4 Ekim, Ankara.
- Jeppson, K. H. (2000). Indoor air quality in livestock buildings without insulation. Swedish University of Agricultural Sciences. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria* 245.
- Kara, S. (2013). Organik gübrenin çevresel etkileri ve kullanımında dikkat edilmesi gerekenler. *Çevre ve Tarım Dergisi*, 9(4), 157–162.
- Karamanoğlu, H. (2006). *Organomineral gübre çalıştay bildirileri* (s. 23–30). Süttaş Tarım İşletmeleri.
- Kataria, M. B., George, P. M., Mehta, H. & Jivani, R. G., 2011, Experiments For Designing A Screen Of A Screw Press For Dewatering Of Cattle Dung Slurry. *National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology*.
- Lal, R. (2006). Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands. *Food Policy*, 31(5), 437–446.
- Lee, J. & Kim, S. (2021). Efficiency of Pump Systems in Large-Scale Manure Distribution: A Review. *Journal of Agricultural Engineering*, 42(3), 123–134.
- Lorenz, F. & Steffens, G. (1997). Effect of application techniques on slurry application to grassland. In Jarvis, S. C. & Pain, B. F. (Eds.), *Gaseous Nitrogen Emissions from Grasslands* (pp. 287–292). Wallingford, UK: CAB International.
- Marsh, L., Mullins, G., Ambler, S. & Heidel, R. (2009). Manure spreader calibration for rear-discharge equipment – handling solid and semi-solid manures and poultry litter. Virginia Cooperative Extension, Virginia State University. Retrieved from https://pubs.ext.vt.edu/442/442-004/442-004_

pdf.pdf

- Michel, F. C. Jr., Forney, L. J., Huang, A. J.F., Drew, S., Czuprenski, M., Lindeberg, J. D. & Reddy, C. A. (1996). Effects of turning frequency, leaves to grass mix ratio, and windrow vs. pile configuration on the composting of yard trimmings. *Compost Science & Utilization*, 4(1), 26–43.
- Miller, D. (2017). Biological waste management: A comparison of composting and anaerobic digestion methods. *Journal of Environmental Sciences*, 28(3), 450–460.
- Miller, R. M. & Lehmann, J. (2009). The role of soil organic matter in soil health. *Advances in Agronomy*, 101, 1–57.
- Møller, H. B., Sommer, S. G. & Ahring, B. K. (2007). Separation and pathogen distribution depending on slurry type and storage conditions. *Bioresource Technology*, 98(12), 2268–2274.
- Morken, J. & Sakshaug, S. (1998). Slurry injection with direct ground injection systems. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B Soil & Plant Science*, 48(4), 212–217.
- Morning Ag Clips, (2024). *Understanding the mechanics of manure spreaders: A farmer's guide*. <https://www.morningagclips.com/understanding-the-mechanics-of-manure-spreaders-a-farmers-guide/>
- Niles, M. T., Wiltshire, S., Lombard, J., Branan, M., Vuolo, M., Chintala, R. & Tricarico, J. (2022). *anure management strategies are interconnected with complexity across US dairy farms*. *Plos one*, 17(6), e0267731.
- Norman-Ham, H. A., Hanna, H. M. & Richard, T. L. (2006). *Solid manure distribution by rear- and side-delivery spreaders*. ASABE Annual International Meeting. Paper No. 061061. American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE).
- Özgüven, M. M., Eminoğlu, M. B. & Çolak, A. (2024). Tarımda Otonom Araçların Kullanımı. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 20(3), 218-234.
- Özocak, M. (2019). Hayvansal üretim yapılarında gübre atık sistemlerinin yönetimi ve vermikültür. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2), 316-324.
- Pain, B., Phillips, V., Clarkson, C., Misselbrook, T., Rees, Y. & Farrent, J., (1990). Odour and ammonia emissions following the spreading of aerobically-treated pig slurry on grassland, *Biological wastes*, 34 (2), 149-160.
- Philippe, F. X., Cabaraux, J. F. & Nicks, B. (2011). Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. *Agricultural and Forest Meteorology*, 159(3–4), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.11.005>
- Polat, M. (2015). Bir organik gübre tesisine ait üretim hattı üniteleri. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 11(3), 275-283.
- Powell, J. M., Aguerre, M. J. & Wattiaux, M. A. (2011). The effects of tannins on ammonia emissions from dairy slurry during storage. *Journal of Environmental Quality*, 40(3), 949–957.
- Rodhe, L. & Rammer, B. (2002). Efficiency and environmental effects of slurry

- injection techniques. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 82(2), 175–184.
- Sengottaian, K., Mohanrajhu, N., Palani, S. & Jayabalan, C. (2019). Design of manure spreader machine for agricultural farm field. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 9(1), ISSN: 2278-3075.
- Singh, R. & Singh, P. (2017). Nutrient composition and management of livestock manures: A review. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 8(5), 113–121. <https://doi.org/10.5897/JSSEM2017.0586>
- Smith, D. R., Watson, C. J. & Fisher, J. (2018). Chemical characterization of animal manures for sustainable agriculture. *Waste Management & Research*, 36(2), 99–108. <https://doi.org/10.1177/0734242X17746635>
- Sommer, S. G. & Hutchings, N. J. (2001). Ammonia emission from field applied manure and its reduction. *European Journal of Agronomy*, 15(1), 1–15. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(01\)00112-5](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(01)00112-5)
- Stevens, R. J. & Laughlin, R. J. (1997). Slurry application to grassland: Environmental and crop effects. *Soil Use and Management*, 13(3), 165–171
- Swensson, C. & Gustafsson, G. (2002). Characterization of influence of manure handling system and feeding on the level of ammonia release using a simple method in cow houses. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, 52(2), 49-56. <https://doi.org/10.1080/09064700212071>
- Şenol, H., Elibol, E. A., Açıkel, Ü. & Şenol, M. (2017). Türkiye’de biyogaz üretimi için başlıca biyokütle kaynakları. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 81-92. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.315118>
- Tabatabaei, M. & Ghanavati, H. (2018). Biogas. *Cham: Springer International Publishing*.
- Taylor, R. & James, M. (2019). Effects of liquid manure spreaders on efficiency in agriculture. *Journal of Agricultural Engineering*, 22(3), 45–58.
- Türker, U., Akdemir, B., Topakcı, M., Tekin, B., Aydın, İ. Ü. A., Özoğul, G. & Evrenosoğlu, M. (2015). Hassas Tarım Teknolojilerindeki Gelişmeler. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-I*, 295.
- USDA. (2008). United States Department of Agriculture. *Agricultural Waste Management Field Handbook (Part 651)*.
- Wang, Y., Zhang, X., Li, Y. & Zhang, L. (2024). Enhancing soil health and crop yields through water-fertilizer integration: A review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1494819>
- Webb, J., Pain, B., Bittman, S. & Morgan, J. (2010). The impacts of manure application methods on emissions of ammonia, nitrous oxide and on crop response. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 137, 39–46.
- Yadav, G. D. & Pawar, M. S. (2015). Design and development of manure spreader – A review. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 3(3, Part-2), ISSN 2091-2730, 262. Retrieved from <http://www.ijergs.org>

Yılmaz, K. & Arslan, D. (2019). Sıvı ve katı gübre karışımlarının karıştırılması: Verimlilik ve çevresel etkiler. Tarım Bilimleri ve Teknolojileri, 52(6), 432–440.

”

Bölüm 7

**TRAKTÖR SÜRÜCÜLERİNE YÖNELİK
ERGONOMİ VE KULLANICI KONFORU
DEĞERLENDİRMESİ
(ŞANLIURFA İLİ ÖRNEĞİ)**

Muhittin Murat TURGUT¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi / Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Sur-Diyarbakır, Türkiye, 21280. e-mail: mmturgut@dicle.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-27731-4910

Giriş

Sanayileşme ve teknolojik gelişmelerin etkisiyle tarım sektörü, yalnızca temel üretim süreçleriyle sınırlı kalmayan, aynı zamanda makineleşmenin ve otomasyonun belirleyici hâle geldiği çok boyutlu bir yapıya dönüşmüştür. Bu dönüşümün temel yapı taşlarından biri olan traktör ve tarımsal mekanizasyon araçları, günümüzde tarımsal üretimin vazgeçilmez bileşenleri arasında yer almaktadır. Ancak bu araçların etkin ve güvenli şekilde kullanılabilmesi, yalnızca teknolojik yeterlilikleriyle değil; aynı zamanda insan-makine etkileşimini önceleyen, ergonomik ve konfor odaklı bir tasarım anlayışıyla mümkün olabilmektedir. Traktör kullanıcılarının iş ortamında maruz kaldıkları fiziksel, duyuşsal ve bilişsel yük, çoğu zaman iş kazalarına, sağlık sorunlarına ve verimlilik kayıplarına neden olmakta; bu da ergonominin tarım sektöründeki önemini gün geçtikçe daha görünür kılmaktadır (Tiwari et al., 2022; Hansson et al., 2010).

Ergonomi, birey ile iş çevresi arasındaki etkileşimi inceleyen, bu etkileşimi daha güvenli, etkili ve verimli hale getirmeyi amaçlayan disiplinler arası bir bilim dalıdır. Tarım gibi açık alanlarda ve değişken iklim koşullarında yürütülen fiziksel olarak yoğun mesaili sektörlerde ergonomik koşullar, yalnızca bireysel konforla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda iş güvenliği ve üretim kalitesini de doğrudan etkileyen temel bir belirleyici hâline gelmektedir (Bridger, 2018). Özellikle Türkiye gibi tarımsal faaliyetlerin yaygın olduğu ülkelerde, tarım iş gücünün büyük bir bölümü traktör ve benzeri makinelerle doğrudan etkileşim halindedir. Ancak bu makinelerin çoğu, kullanıcı ergonomisi dikkate alınmadan tasarlanmakta ya da mevcut kullanıcı profiline uygun olmadan ithal edilmektedir. Bu durum, operatörlerde kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarından bilişsel yorgunluğa, dikkat dağınıklığından iş kazalarına kadar uzanan geniş bir yelpazede olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir (Yılmaz & Çakır, 2021).

Nitekim yapılan çalışmalar, traktör kullanıcılarının büyük çoğunluğunun uzun süreli kullanımlarda bel, boyun ve omuz ağrısı yaşadığını; sarsıntı ve titreşim gibi faktörlerin ergonomik konforu önemli ölçüde azalttığını ve bu durumun iş performansını doğrudan etkilediğini göstermektedir (Bovenzi, 2005; Gómez-Gil et al., 2014). Ayrıca sürücü kabini içindeki görüş açısının yetersiz olması, kontrol kollarına erişimde güçlük yaşanması, uyarı sistemlerinin yetersizliği ve koltuk tasarımının vücut yapısına uygun olmaması gibi unsurlar da hem fiziksel yükü artırmakta hem de kazalara zemin hazırlamaktadır (Pickett et al., 2017). Bu bağlamda, traktörlerde ergonomi konusu yalnızca bir mühendislik meselesi değil; aynı zamanda bir halk sağlığı, iş sağlığı ve üretkenlik sorunu olarak da ele alınmalıdır. Uluslararası düzeyde kabul gören ISO 6385 ve ISO 2631 gibi ergonomi standartları, özellikle tarımsal araçlarda insan mer-

kezli tasarımın nasıl olması gerektiğini belirlemekte; iş istasyonlarının kullanıcı profiline uygun düzenlenmesini, kontrol sistemlerinin erişilebilirliğini ve sarsıntı-titreşim gibi fiziksel etkenlerin sınırlandırılmasını tavsiye etmektedir (ISO, 2016; Griffin, 2012). Türkiye’de ise ergonomik ilkelerin tarım makinelerine entegre edilmesi yönündeki farkındalık artmakla birlikte, kırsal bölgelerde hâlen çok sayıda eski model traktörün kullanılıyor olması, bu alanda yapılacak saha temelli çalışmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Traktör sürücülerinin ergonomik koşullara ilişkin algılarını, deneyimlerini ve önerilerini doğrudan sahadan elde edilen verilerle analiz etmek, bu alandaki politika önerileri ve tasarım iyileştirmeleri açısından stratejik bir önem taşımaktadır. Bu kapsamda hazırlanan bu araştırma, traktör sürücülerinin demografik profilleri, traktör özellikleri, kullanıcı konfor düzeyleri ve ergonomi odaklı geri bildirimlerini kapsamlı biçimde incelemeyi amaçlamaktadır. Nitelikli bir saha çalışmasına dayanan bu araştırma, yalnızca mevcut durumun fotoğrafını çekmekle kalmayacak; aynı zamanda iyileştirme alanlarına ışık tutacak bulgulara ulaşmayı hedeflemektedir.

Araştırmanın Önemi

Tarım sektörü, özellikle gelişmekte olan ülkelerde hâlen önemli bir istihdam alanı oluşturmaya devam etmekte ve bu alanın mekanizasyon düzeyi, üretim verimliliğinin artırılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Traktör ve benzeri tarım makineleri, bu mekanizasyonun temel taşı olarak değerlendirilirken; bu araçları kullanan operatörlerin sağlık ve güvenliği, üretim sürecinin sürdürülebilirliği açısından stratejik öneme sahiptir. Ancak literatür incelendiğinde, traktör kullanıcılarının ergonomik koşullarına yönelik kapsamlı saha temelli çalışmalara sınırlı sayıda yer verildiği görülmektedir. Bu durum, ergonomik risklerin somut verilerle değerlendirilmesini ve buna bağlı olarak politika ve tasarım geliştirilmesini zorlaştırmaktadır (Gómez-Gil et al., 2014; Tiwari et al., 2022).

Ergonomik eksiklikler, özellikle kırsal bölgelerde kullanılan eski model traktörlerde çok daha belirgin olup; bu makinelerin sürücüleri sıklıkla bel, boyun ve sırt ağrıları, kas-iskelet sistemi zorlanmaları, dikkat dağınıklığı ve yorgunluk gibi sağlık sorunlarıyla karşı karşıya kalmaktadır (Yılmaz & Çakır, 2021). Bu sorunlar yalnızca bireysel düzeyde değil; aynı zamanda iş gücü verimliliğinde düşüş, sık mola verme gereksinimi ve hata yapma olasılığında artış gibi üretim sürecine doğrudan yansıyan olumsuzluklar doğurmaktadır. Dolayısıyla, bu araştırma ile hedeflenen traktör kullanıcılarının ergonomi algılarını, deneyimlerini ve iyileştirme önerilerini sistematik biçimde analiz etmek; hem mühendislik hem de iş sağlığı alanında uygulayıcılar için önemli bir bilgi kaynağı oluşturacaktır.

Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Bu araştırmanın temel amacı, traktör kullanıcılarının iş ortamlarında karşılaştıkları ergonomik koşulları, kullanıcı konforunu ve bu faktörlerin iş gücü verimliliği üzerindeki etkilerini çok boyutlu biçimde incelemektir. Traktör sürücülerinin ergonomiye ilişkin öznel algılarını, deneyimlerini ve iyileştirme önerilerini belirlemeye yönelik olarak yapılandırılan bu araştırma, saha temelli verilerle mevcut durumu ortaya koymakta ve çözüm odaklı değerlendirmeler sunmayı hedeflemektedir.

Araştırma Soruları ve Hipotezler

Bu çalışmada, traktör kullanıcılarının ergonomik koşullara dair deneyimlerinin, kullanıcı konfor düzeylerinin ve bu faktörlerin iş verimliliği üzerindeki etkilerinin çok boyutlu biçimde değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu doğrultuda araştırma aşağıdaki temel sorulara yanıt aramaktadır:

Bu sorular doğrultusunda araştırma aşağıdaki hipotezleri test etmeyi amaçlamaktadır:

Araştırma Hipotezleri

H1: Traktör kullanıcılarının demografik özellikleri ile ergonomik konfora ilişkin algıları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H2: Traktörün teknik özellikleri (kabinli/kabinsiz, yaşı, beygir gücü vb.) ile kullanıcı konfor düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır.

H3: Ergonomik rahatsızlık (bel-boyun ağrısı, yorgunluk vb.) bildiren kullanıcılar, daha düşük iş verimliliği beyan etmektedir.

H4: Koltuk yapısı, kontrol kollarına erişim, pedalların yerleşimi gibi ergonomik tasarım unsurları ile kullanıcı memnuniyeti arasında pozitif yönde bir ilişki vardır.

H5: Ergonomik yapı, traktör satın alma kararlarında belirleyici bir faktördür.

H6: Ergonomi konusunda eğitim almış kullanıcılar, ergonomik değerlere daha fazla önem vermekte ve traktör performansını bu doğrultuda değerlendirmektedir.

H7: Traktör kullanımına bağlı olarak yaşanan rahatsızlıkların sıklığı,

gerçekleştirilen tarımsal faaliyetin türüne göre anlamlı düzeyde değişiklik göstermektedir.

Ergonomi Ve Tarım Makineleri

Ergonominin Tanımı ve Önemi

Ergonomi, insan ile iş ortamı arasındaki etkileşimi inceleyen ve bu etkileşimi daha sağlıklı, güvenli ve verimli hâle getirmek amacıyla sistematik bilgiler sunan disiplinler arası bir bilim dalıdır. Temel olarak, iş sistemlerinin insan biyolojisi, psikolojisi ve fizyolojisine uygun hâle getirilmesi amacıyla tasarım sürecinde insan odaklı ilkelerin uygulanmasını kapsar. Ergonominin temel amacı, bireylerin yetenekleriyle iş çevresindeki talepler arasında uyum sağlayarak iş kazalarının azaltılması, iş verimliliğinin artırılması ve kullanıcı memnuniyetinin yükseltilmesidir (Bridger, 2018).

Uluslararası Ergonomi Derneği'ne (International Ergonomics Association [IEA], 2020) göre ergonomi, insanların beceri, sınır ve ihtiyaçlarına uygun ürün, sistem ve çevre tasarımıyla ilgilenir. Bu bağlamda ergonomi yalnızca fiziksel çevrenin iyileştirilmesiyle sınırlı kalmaz; aynı zamanda bilişsel ergonomi, organizasyonel ergonomi gibi alt disiplinleri de içerecek şekilde geniş bir uygulama alanına sahiptir. Örneğin fiziksel ergonomi, çalışma alanı tasarımı, oturma sistemleri, el aletleri ve makineler gibi unsurlar üzerinde yoğunlaşırken, bilişsel ergonomi karar verme, zihinsel yük ve insan-bilgisayar etkileşimi gibi süreçlerle ilgilenmektedir (Wilson, 2014).

Tarım sektöründe ergonomi, özellikle traktör ve tarım makineleri kullanıcıları için büyük bir önem arz etmektedir. Tarımsal faaliyetler genellikle uzun süreli, tekrarlı ve fiziksel olarak zorlayıcı işler içermekte, bu da kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına zemin hazırlamaktadır. Özellikle traktör kullanıcılarının maruz kaldığı titreşim, sarsıntı, yetersiz görüş alanı, kabin içi sıcaklık kontrolü eksikliği ve kontrol düğmelerine erişim güçlüğü gibi ergonomik sorunlar, hem iş verimliliğini düşürmekte hem de uzun vadede sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Hansson et al., 2010; Yılmaz & Çakır, 2021). Ergonominin önemini artıran bir diğer faktör, iş kazalarının ve mesleki hastalıkların önlenmesine olan katkısıdır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre, uygunsuz ergonomik koşullar, iş yerlerindeki sağlık sorunlarının başlıca nedenleri arasında yer almakta ve ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır (ILO, 2019). Bu bağlamda, ergonomi yalnızca bireysel sağlık açısından değil; aynı zamanda üretkenlik, maliyet etkinliği ve sürdürülebilir iş gücü açısından da kritik bir öneme sahiptir.

Tarım Makinelerinde Ergonomi Kavramı

Tarım makinelerinde ergonomi kavramı, insan-makine etkileşiminin tarımsal üretim ortamlarına uygulanması anlamına gelir. Bu bağlamda ergonomi, tarım makinelerinin tasarımının, kullanımının ve bakımının, operatörün fiziksel ve bilişsel kapasitesine uygun olarak yapılandırılmasını hedeflemektedir. Tarımsal faaliyetler; uzun çalışma süreleri, tekrarlayan hareketler, zorlu çevresel koşullar ve yüksek fiziksel efor gerektirmesi nedeniyle ergonomik açıdan yüksek riskli işler arasında yer almaktadır. Özellikle traktör gibi yaygın kullanılan tarım makinelerinde, operatör konforu, makine verimliliği ve iş güvenliği arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır (Tiwari et al., 2022).

Tarım makinelerinde ergonomi, yalnızca fiziksel konforu artırmakla sınırlı değildir; aynı zamanda kazaların önlenmesi, dikkat dağınıklığının azaltılması ve operatör verimliliğinin artırılması gibi çok boyutlu faydalar sağlar. Örneğin, kontrol sistemlerinin mantıklı bir dizilimle yerleştirilmesi, operatörün refleks sürelerini kısaltırken hatalı kullanım olasılığını da azaltmaktadır (Singh et al., 2019). Bunun yanı sıra koltuk süspansiyon sistemlerinin geliştirilmesi ve titreşim azaltıcı teknolojilerin kullanılması, özellikle uzun süreli çalışmalarda kas-iskelet sistemine binen yükü azaltarak iş gücü kayıplarının önüne geçebilmektedir (Hansson et al., 2010).

Tarım makineleri tasarımında insan-makine uyumu sağlanmadığı takdirde, hem makine performansında düşüş yaşanmakta hem de operatör sağlığı üzerinde olumsuz etkiler görülmektedir. Bu bağlamda, ISO 2631 standardı gibi uluslararası ergonomi standartları, özellikle traktör ve benzeri makinelerde titreşim maruziyetine dair ölçütler getirmekte; üreticilere insan sağlığını merkeze alan tasarımlar geliştirme sorumluluğu yüklemektedir (International Organization for Standardization, 1997).

Kullanıcı Konforu ve İş Gücü Verimliliği

Kullanıcı konforu, iş ortamında bireyin fiziksel, bilişsel ve duygusal açıdan kendini rahat ve güvende hissetmesini sağlayan çok boyutlu bir kavramdır. Özellikle tarımsal üretim gibi yoğun emek gerektiren sektörlerde kullanıcı konforu yalnızca bir ergonomik unsur olmanın ötesinde, doğrudan iş gücü verimliliğini etkileyen temel faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Fiziksel konforun artırılması, operatörün performansında sürdürülebilirlik sağladığı gibi yorgunluk, dikkat dağınıklığı ve iş kazası riskini de önemli ölçüde azaltmaktadır (Mital, 2000).

Traktör kullanıcılarının karşılaştığı ergonomik eksiklikler, konfor düzeyini doğrudan etkileyen başlıca unsurlar arasında yer almaktadır. Uzun

süreli oturma, titreşim, sarsıntı, yetersiz havalandırma ve kontrol birimlerine ulaşım güçlüğü gibi faktörler, kas-iskelet sistemi hastalıklarına yol açmakta; bu durum da hem bireysel sağlık hem de tarımsal üretimin sürekliliği açısından risk oluşturmaktadır (Hoy et al., 2010). Nitekim literatürde, konforsuz traktörlerde çalışan sürücülerin iş günü sonunda daha fazla yorgunluk yaşadığı, mola verme sıklığının arttığı ve genel üretkenliğin azaldığı gösterilmiştir (López-González et al., 2014).

Konfor düzeyinin artırılması, yalnızca operatör memnuniyetini değil, aynı zamanda iş gücünün etkin kullanımını da mümkün kılmaktadır. Özellikle koltuk süspansiyon sistemlerinin gelişmiş olması, titreşimi azaltıcı teknolojilerin kullanılması ve kumanda birimlerinin el ergonomisine uygun şekilde konumlandırılması gibi ergonomik tasarım iyileştirmeleri, tarım makineleri kullanıcılarının daha uzun süre yüksek performansla çalışabilmesini sağlamaktadır (Bovenzi, 2005). Bu da doğrudan iş gücü verimliliğine olumlu yansımaktadır. Özellikle gelişmiş ülkelerde yapılan araştırmalar, ergonomik olarak geliştirilen tarım makineleriyle çalışan işçilerin daha yüksek üretkenliğe sahip olduğunu ve hata yapma oranlarının düştüğünü ortaya koymuştur. Örneğin, Kanada’da yapılan bir çalışmada, kullanıcı konforuna yönelik yapılan kabin tasarımı iyileştirmelerinin, iş gününün sonunda operatörlerde %27 oranında daha az yorgunluk hissine neden olduğu, iş tamamlama süresini ise %18 oranında kısalttığı belirlenmiştir (Green et al., 2012).

Uluslararası Ergonomi Standartları

Ergonomi biliminde küresel ölçekte kabul görmüş standartlar, kullanıcı sağlığı, güvenliği ve iş verimliliğinin artırılması amacıyla sistematik bir rehberlik sunmaktadır. Bu standartlar, insan-makine etkileşimini güvenli ve etkili hale getirmek için ergonomik ilkeleri belirleyen ve uygulamaya aktaran normatif çerçevelerdir. Uluslararası düzeyde en yaygın ve temel referanslar, özellikle Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) ve Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN) tarafından yayımlanan normlardır. Bu standartlar, özellikle tarım makineleri gibi risk potansiyeli yüksek olan ekipmanların tasarımında büyük önem arz etmektedir (Helander, 2006).

ISO 6385 standardı, ergonomik prensiplerin genel ilkelerini ortaya koyarak insan merkezli sistem tasarımının temel dayanağını oluşturur. Bu standart, çalışma sistemlerinin tasarımında insan özelliklerinin, yeteneklerinin ve sınırlılıklarının göz önünde bulundurulmasını şart koşar. Aynı zamanda insan performansını artırmayı, sağlık ve güvenliği sağlamayı ve sistem etkinliğini iyileştirmeyi amaçlar (ISO, 2016). Bu çerçevede tarım makineleri için yapılan tasarımlar, sürücünün fiziksel ve bilişsel kapasitesine uygun olmalı, örneğin kumanda düzeni, koltuk tasarımı ve

görüş alanı bu kriterlere göre şekillendirilmelidir.

Tarım sektörü özelinde en sık başvurulanan standartlardan biri de ISO 2631'dir. Bu standart, bütün vücut titreşimi (whole-body vibration) maruziyetinin değerlendirilmesine yöneliktir. Özellikle traktör kullanıcıları için, uzun süreli titreşim maruziyeti kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, bel ağrısı ve kronik yorgunluk gibi sorunlara neden olabilmektedir. ISO 2631 bu etkilerin sınırlandırılması için günlük maruziyet limitleri, ölçüm yöntemleri ve mühendislik çözümleri sunar (Griffin, 2012). Traktör koltuklarının süspansiyon sistemlerinin bu standarda göre değerlendirilmesi, operatör sağlığı açısından yaşamsal bir öneme sahiptir. Bunlara ek olarak, ISO 9241 serisi, insan-bilgisayar etkileşimi üzerine geliştirilmiş olmasına rağmen; tarım makinelerinde ekranlar, simgeler, gösterge panelleri ve kullanıcı arayüzlerinin tasarımı açısından da referans alınmaktadır. Bu standart, kullanıcı dostu ve bilişsel yükü azaltan arayüz tasarımını önceler. Bu bağlamda ISO 9241, traktör kabinindeki dijital ekran sistemlerinin veya uyarı göstergelerinin daha anlaşılır, erişilebilir ve güvenli tasarlanmasına olanak tanır (Bevan et al., 2016).

Avrupa Birliği normları da ergonomi konusunda önemli bir düzenleyici çerçeve sunmaktadır. Özellikle Makine Direktifi 2006/42/EC, makinelerin tasarım ve imalat süreçlerinde ergonomik ilkelerin göz önünde bulundurulmasını zorunlu kılar. Bu direktife göre, tarım makineleri üreticileri, makinenin kullanım sırasında yol açabileceği fiziksel zorlanmaları, tekrarlayan hareketleri ve kötü duruşları en aza indirecek önlemleri almakla yükümlüdür (European Commission, 2006). Türkiye'de ise bu standartlara büyük ölçüde uyum sağlanmakta; Türk Standardları Enstitüsü (TSE), ISO ve CEN tarafından yayımlanan ergonomi standartlarını Türkçeye çevirerek uygulamaya kazandırmaktadır. Özellikle TS EN ISO 3411 standardı, tarım makineleri için sürücü pozisyonlarının boyutsal gerekliliklerini ve erişim bölgelerini belirleyerek ergonomik tasarım süreçlerine rehberlik etmektedir.

Ergonomik Eksiklikler ve Kaza Riskleri

Ergonomik eksiklikler, çalışma ortamında bireyin fiziksel ve bilişsel sınırlarını zorlayan, iş kazalarına ve mesleki hastalıklara zemin hazırlayan sistemsel hatalardır. Tarım sektöründe bu eksikliklerin etkileri daha belirgin ve yaygın şekilde gözlemlenmektedir. Özellikle traktör gibi makine yoğun ortamlarda ergonomi ilkesinden uzak tasarımlar, yalnızca kullanıcı konforunu değil, aynı zamanda can güvenliğini de tehdit etmektedir (Pickett et al., 2017).

Tarım işçilerinin karşı karşıya kaldığı kazaların önemli bir bölümü, insan-makine etkileşiminin hatalı tasarlanmasından kaynaklanmaktadır.

Bunlar arasında kontrol düğmelerine erişim zorluğu, yetersiz görüş alanı, koltuk desteğinin eksikliği, titreşim ve gürültü gibi fiziksel stres faktörleri öne çıkmaktadır. Örneğin, koltuk pozisyonunun kullanıcı boyuna uygun olmaması, kontrol kollarına ulaşımı zorlaştırmakta ve bu da operatörün ani manevra yapma kabiliyetini sınırlayarak kaza riskini artırmaktadır (Caffaro et al., 2020).

Traktör kazalarında öne çıkan en yaygın nedenlerden biri devrilme (roll-over) olaylarıdır. Devrilme kazalarının büyük çoğunluğu, sürücünün görüş açısını daraltan kabin tasarımları, yetersiz sarsıntı azaltımı ve ergonomik olmayan manevra sistemleri nedeniyle meydana gelmektedir. Nitekim Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2021) tarafından yayımlanan raporda, tarım sektöründe meydana gelen ölümcül iş kazalarının %45'inin traktör kaynaklı olduğu ve bu kazaların çoğunda sürücünün traktör dışına savrulmasıyla hayatını kaybettiği belirtilmektedir.

Ergonomik yetersizlikler yalnızca devrilme gibi büyük kazalara değil, aynı zamanda daha küçük çaplı ama kronik etkili güvenlik risklerine de neden olmaktadır. Sürekli titreşim maruziyeti, işitme kaybına yol açan gürültü düzeyleri, kötü aydınlatma sebebiyle göz yorgunluğu ve zorlayıcı postür sonucu oluşan kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, iş gücünün sürekliliğini tehdit eden önemli sonuçlardır (Bovenzi, 2005; Gómez-Gil et al., 2014). Bu tür faktörler hem kısa vadeli iş gücü kayıplarına hem de uzun vadeli sakatlık oranlarında artışa neden olmaktadır.

Araştırma Yöntemi

Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, traktör kullanıcılarının ergonomik koşullara ilişkin algılarını, kullanıcı konfor düzeylerini ve bu unsurların iş gücü verimliliği üzerindeki etkilerini bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmek amacıyla yapılandırılmıştır. Bu kapsamda araştırmada nicel araştırma yöntemi benimsenmiş olup, tarama modeli (survey method) esas alınmıştır. Tarama modeli, geniş örneklemelerde bireylerin belirli konulara ilişkin görüşlerini, deneyimlerini ve özelliklerini sistematik biçimde ortaya koymayı hedefleyen bir yöntemdir (Karasar, 2022). Bu yönüyle çalışma, mevcut durumu betimleyici ve ilişkisel nitelikli bir analiz sunmayı amaçlamaktadır.

Araştırmada kullanılan model, nicel veriler aracılığıyla hem betimleyici istatistiklerin (frekans, yüzde, ortalama, standart sapma) hem de ilişkisel istatistiksel analizlerin (korelasyon, bağımsız örneklem t-testi, ANOVA, regresyon) uygulanmasına olanak sağlayacak şekilde kurulanmıştır. Bu çerçevede, değişkenler arasında anlamlı ilişkilerin olup

olmadığı test edilerek, traktör ergonomisinin kullanıcı konforu ve iş gücü performansı üzerindeki etkileri sayısal verilere dayalı olarak değerlendirilecektir.

Araştırma modeli, aşağıdaki değişken gruplarına odaklanmaktadır:

- **Bağımsız Değişkenler:** Katılımcıların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi, traktör kullanım süresi), traktörün teknik özellikleri (yaş, model, kabin durumu, beygir gücü vb.), ergonomik donanımlar (koltuk tasarımı, kontrol sistemleri, pedallar, görüş alanı vb.)
- **Bağımlı Değişkenler:** Kullanıcı konfor düzeyi, ergonomik rahatsızlık algısı (ağrı, yorgunluk, rahatsızlık), iş verimliliği, mola ihtiyacı, traktör memnuniyeti, traktör değiştirme eğilimi

Bu modelin uygulanmasında temel veri toplama aracı olarak Traktör Sürücülerine Yönelik Ergonomi ve Kullanıcı Konforu Anketi kullanılmıştır. Anket formu, yapılandırılmış sorulardan ve dört ana bölümden oluşmaktadır: (A) Katılımcı Bilgileri, (B) Traktör Bilgileri, (C) Ergonomik Özelliklere İlişkin Değerlendirmeler ve (D) Kullanıcı Konforu ile İyileştirme Önerileri. Bu yapı, araştırma modelinin çok değişkenli yapısını desteklemekte ve sistematik analizlerin gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır.

Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın evrenini, Şanlıurfa ili ve Siverek ilçesi genelinde kırsal bölgelerde tarımsal üretimle uğraşan ve aktif olarak traktör kullanan bireyler oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemine, Şanlıurfa ili ve Siverek ilçesinin farklı bölgelerinde tarımsal faaliyet yürüten, aktif olarak traktör kullanan ve en az bir traktöre sahip olan bireyler arasından seçilen en az 100 katılımcı oluşturmaktadır. Örneklem seçiminde amaçlı örneklem (purposive sampling) yöntemi benimsenmiştir. Bu yöntemde, belirli bir ölçüte göre seçilen bireylerin bilgi, deneyim ve yaşantılarından elde edilen veriler doğrultusunda araştırma problemi daha derinlemesine analiz edilebilmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Katılımcılar, araştırmacı tarafından geliştirilen ve dört ana bölümden oluşan “Traktör Sürücülerine Yönelik Ergonomi ve Kullanıcı Konforu Anketi”ni gönüllülük esasına dayalı olarak doldurmuştur. Örneklemi oluşturan bireyler, kırsal bölgelerde ikamet eden, traktörlerini aktif olarak tarımsal üretimde kullanan, farklı yaş ve eğitim düzeylerinden gelen kullanıcılardan oluşmaktadır. Bu çeşitlilik, verilerin yorumlanmasında demografik farklılıkların etkisini analiz edebilme açısından da önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada veri toplama aracı olarak, traktör kullanıcılarının ergonomik koşullara ilişkin değerlendirmelerini, kullanıcı konforu algılarını ve verimlilik üzerindeki etkileri ortaya koymak amacıyla yapılandırılmış özgün bir anket formu kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen bu anket formu, mevcut literatür taraması doğrultusunda hazırlanmış, kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla uzman görüşleri doğrultusunda gözden geçirilmiş ve nihai hale getirilmiştir. Anket formu, traktör kullanıcılarının sosyo-demografik niteliklerinden traktörlerin teknik özelliklerine, ergonomik yapıdan kullanıcı konforuna ve iyileştirme taleplerine kadar uzanan çok boyutlu bir içerik sunmaktadır. Ayrıca traktör koltuğunun rahatlığı, kontrol birimlerinin erişilebilirliği, pedalların konumu, kabin içi görüş alanı, sarsıntı ve gürültü düzeyi gibi ergonomik faktörler, dört dereceli Likert ölçeği kullanılarak değerlendirilmiştir. Anketin bir diğer bölümü, traktör kullanımına bağlı olarak gelişen fiziksel rahatsızlıklar (örneğin bel ve boyun ağrısı, yorgunluk) ile iş gücü verimliliği arasındaki algısal ilişkiyi ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, kullanıcıların sık mola verme gereksinimi, daha konforlu makinelerde üretkenlik algısı, ergonomik yapının traktör tercihindeki rolü ve geçmişte bu konuda eğitim alıp almadıkları gibi parametreler de anket aracılığıyla sorgulanmıştır. Son bölümde ise katılımcılardan ergonomik iyileştirmeye ilişkin görüşlerini belirtmeleri istenmiş; koltuk tasarımı, kumanda kolları, kabin havalandırması, sarsıntı azaltma ve görüş alanı gibi alanlarda en çok iyileştirme gerektiren unsurlara yönelik tercihler toplanmıştır. Ayrıca kullanıcıların hangi tarımsal faaliyet sırasında daha fazla rahatsızlık yaşadıkları ve ergonomik nedenlerle traktör değişimi düşünüp düşünmedikleri de değerlendirilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında toplanan verilerin analizi, nicel araştırma yöntemleri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Veriler, SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programı aracılığıyla analiz edilmiş; betimleyici ve ilişkisel istatistiksel teknikler birlikte kullanılmıştır. Öncelikle, katılımcılara ait demografik özellikleri ve traktör kullanım pratiklerine ilişkin verileri özetlemek amacıyla frekans (f), yüzde (%), aritmetik ortalama ($\bar{X}$) ve standart sapma (SD) gibi betimsel istatistiksel yöntemlerden yararlanılmıştır. Bu sayede örneklemin yapısına ilişkin genel bir profil ortaya konulmuş ve değişkenlerin dağılımı incelenmiştir.

Ergonomik değerlendirme, kullanıcı konforu ve verimlilik düzeyleri gibi değişkenlerin karşılaştırmalı analizi için parametrik ve parametrik olmayan

testler kullanılmıştır. İki grup arasındaki farkların belirlenmesinde bağımsız örneklem t-testi, ikiden fazla grup karşılaştırmalarında ise tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Bu analizlerle, örneğin katılımcıların eğitim durumu, traktörün kabinli ya da kabinsiz olması, traktör yaşı gibi değişkenlerin kullanıcı konforuna etkisi test edilmiştir.

Bulgular

Araştırmaya katılan bireylerin demografik özellikleri incelendiğinde, örneklemin büyük çoğunluğunun erkeklerden oluştuğu görülmektedir. Katılımcıların %82'si erkek, %18'i ise kadındır. Eğitim düzeyi dağılımı incelendiğinde ise katılımcıların %27'sinin ortaokul, %20'sinin lise, %20'sinin ilkokul mezunu olduğu; %17'sinin okuryazar olmadığı ve %16'sının ise üniversite mezunu olduğu tespit edilmiştir. Ehliyet türlerine göre dağılım incelendiğinde, katılımcıların %31'inin B sınıfı ehliyete, %24'ünün G sınıfı ehliyete ve %22'sinin M sınıfı ehliyete sahip olduğu belirlenmiştir. %23'lük bir katılımcı grubunun ise herhangi bir sürücü belgesine sahip olmadığı dikkat çekmektedir.

Tablo 4.1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

		Frekans	Yüzde
Cinsiyet	Erkek	82	82.0%
	Kadın	18	18.0%
Eğitim Durumu	Ortaokul	27	27.0%
	Lise	20	20.0%
	İlkokul	20	20.0%
	Okuryazar değil	17	17.0%
	Üniversite	16	16.0%
Ehliyet	B	31	31.0%
	G	24	24.0%
	M	22	22.0%
	Yok	23	23.0%

Tablo 4.2. Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistik Analizi

Değişken	N	Ort.	Std. Sapma
Tarım Süresi (yıl)	100	23.95	14.02
Arazi Büyüklüğü (dekar)	100	247.53	129.12
Sulu Tarım Alanı	100	111.67	58.92
Kuru Tarım Alanı	100	158.11	88.42
Traktör Kullanım Süresi (yıl)	100	25.6	13.07

Araştırmaya katılan bireylerin tarımsal faaliyet geçmişlerine ve kullanım alışkanlıklarına ilişkin değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ince-

lendiğinde, örneklem grubunun oldukça deneyimli bir kullanıcı profiline sahip olduğu görülmektedir. Katılımcıların tarımla uğraşma sürelerinin ortalama 23.95 yıl olduğu ve bu sürenin 14.02 yıl standart sapma ile önemli bir çeşitlilik gösterdiği tespit edilmiştir. Arazi büyüklüğü açısından değerlendirildiğinde, katılımcıların sahip olduğu ortalama tarım arazisinin 247.53 dekar olduğu, bu büyüklüğün ise 129.12 dekar gibi oldukça yüksek bir standart sapma ile geniş bir dağılım sergilediği belirlenmiştir. Sulu tarım alanı ortalamasının 111.67 dekar, kuru tarım alanı ortalamasının ise 158.11 dekar olması, üreticilerin hem sulamalı hem de kuru sistemle üretim yaptığını; ancak kuru tarımın daha yaygın olduğunu göstermektedir. Katılımcıların traktör kullanım süreleri de benzer şekilde dikkat çekici düzeydedir. Ortalama 25.6 yıl olan traktör kullanım süresi, 13.07 yıl standart sapma ile geniş bir yaşanmışlık aralığını yansıtmaktadır.

Tablo 4.3. Cronbach's Alpha Analizi

Madde	Madde-Toplam Korelasyonu	Cronbach's Alpha
Koltuk Rahat	0.357	0.027
Görüş Alanı Yeterli	0.128	0.149
Göstergeler Anlaşılır	0.331	0.047
Kontroller Erişilebilir	0.184	0.118
Pedallar Erişilebilir	0.303	0.068
Koltuktan Kalkma Gerekli	0.291	0.065
Gürültü Rahatsız Etmiyor	0.289	0.072
Sarsıntı Az	0.357	0.031
Tasarım Yorucu Değil	0.261	0.084
Bel-Boyun Ağrısı	0.255	0.079
Yorgunluk Hissi	0.311	0.06
Ergonomi Verimi Etkiliyor	0.204	0.117
Konfor Verimlilik Artışı	0.248	0.08
Sık Mola İhtiyacı	0.358	0.031

Araştırmada kullanılan ergonomi ve kullanıcı konforu ölçeğinin iç tutarlılığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen Cronbach's Alpha analizi, ölçekteki her bir maddenin ölçeğe katkısını ve ölçeğin genel güvenilirliğini değerlendirmeye yönelik bilgiler sunmaktadır. Analiz sonucunda, ölçek geneline ilişkin Cronbach's Alpha katsayısı oldukça düşük çıkmıştır ($\alpha \approx 0.03-0.15$ arası). Maddelere tek tek bakıldığında, madde-toplam korelasyonu değerlerinin çoğunlukla 0.20 ile 0.35 arasında değiştiği, yani zayıf düzeyde ilişki gösterdiği görülmektedir. En yüksek madde-toplam korelasyonları “Koltuk Rahat” (0.357), “Sarsıntı Az” (0.357) ve “Sık Mola İhtiyacı” (0.358) maddelerinde görülmüş olup, bu maddelerin ölçekle diğerlerine kıyasla daha yüksek uyum gösterdiği söylenebilir. An-

cak bu değerlerin bile 0.40 düzeyini aşmaması, ölçeğin tutarlı olmadığını göstermektedir.

Araştırma kapsamında, katılımcıların ergonomi ve konfor algılarına ilişkin puanlarının bazı ikili demografik değişkenlere göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla bağımsız gruplar t-testi analizi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.4. Bağımsız Gruplar T-Testi Analizi

Gruplar	t değeri	p değeri
Kabinli/Kabinsiz	-1.251	0.214
Eğitim Alan/Almayan	0.791	0.431
Erkek/Kadın	0.812	0.425

Yapılan analiz sonuçlarına göre, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > .05$). İlk olarak, traktörlerinin kabinli olup olmama durumuna göre kullanıcıların ergonomi puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiş, elde edilen sonuçlara göre kabinli ve kabinsiz traktör kullananlar arasında farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($t = -1.251$, $p = 0.214$). Benzer şekilde, kullanıcıların ergonomi ve konfor eğitimine katılmış olup olmamalarına göre farklılık incelendiğinde, eğitim almış bireyler ile almayanlar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($t = 0.791$, $p = 0.431$). Son olarak, cinsiyet değişkenine göre yapılan karşılaştırma sonucunda da erkek ve kadın kullanıcıların ergonomi puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($t = 0.812$, $p = 0.425$).

Araştırmada, katılımcıların ergonomi ve kullanıcı konforuna ilişkin algılarının bazı çok kategorili değişkenler bağlamında farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır.

Tablo 4.5. Gruplar Arası One-Way ANOVA Analizi

Gruplar	F değeri	p değeri
Eğitim Durumu	1.213	0.31
Traktör Yaşı Grubu	2.542	0.061
Arazi Büyüklüğü Grubu	1.27	0.289

Elde edilen bulgulara göre, katılımcıların eğitim durumlarına göre ergonomi ve konfor algıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($F = 1.213$, $p = 0.31$). Bununla birlikte, traktör yaşı gruplarına göre yapılan varyans analizi, sınırda anlamlılık düzeyine ulaşmıştır ($F = 2.542$, $p = 0.061$). Son olarak, arazi büyüklüğü gruplarına göre kullanıcıların konfor algılarında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir ($F = 1.270$, $p = 0.289$).

Araştırmada, bazı sürekli değişkenler arasındaki ilişkilerin gücünü ve yönünü belirlemek amacıyla Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır.

Tablo 4.6. Korelasyon Analizi

Değişkenler	Pearson r	p değeri
Traktör Yaşı- Bel-Boyun Ağrısı	-0.1	0.324
Yıllık Kullanım- Yorgunluk Hissi	0.008	0.939
Ergonomi Skoru- Verimlilik Algısı	0.248	0.013

İlk olarak, traktör yaşı ile bel-boyun ağrısı düzeyi arasındaki ilişki incelenmiş ve negatif yönlü, ancak istatistiksel olarak anlamlı olmayan zayıf bir ilişki tespit edilmiştir ($r = -0.100$, $p = 0.324$). İkinci olarak, yıllık traktör kullanım süresi ile yorgunluk hissi arasındaki korelasyon analizinde oldukça zayıf ve anlamsız bir ilişki ortaya çıkmıştır ($r = 0.008$, $p = 0.939$). Üçüncü ve en dikkat çekici bulgu ise, ergonomi skoru ile verimlilik algısı arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmasıdır ($r = 0.248$, $p = 0.013$).

Araştırmada, traktör sürücülerinin ergonomiye ilişkin bazı deneyimlerinin, iş verimliliği algısı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.7. Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi

Değişken	B Katsayısı	Std. Hata	t	p
const	1.958	0.5	3.915	0.0
Koltuk Rahat	-0.02	0.097	-0.206	0.838
Sarsıntı Az	-0.085	0.093	-0.915	0.362
Pedallar Erişilebilir	0.128	0.088	1.449	0.151
Sık Mola İhtiyacı	0.067	0.091	0.733	0.466
Bel-Boyun Ağrısı	0.113	0.1	1.134	0.26

$$R^2 = 0.052$$

Regresyon katsayıları incelendiğinde, bağımsız değişkenlerden hiçbirinin istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir ($p > 0.05$). “Koltuk rahatlığı” değişkeni için katsayı $B = -0.02$, $p = 0.838$ olarak bulunmuş; bu, koltuk rahatlığı algısındaki bir birimlik artışın verimlilik algısında negatif ve anlamsız bir değişime yol açtığını göstermektedir. “Sarsıntı az” değişkeni için $B = -0.085$, $p = 0.362$ olup, bu değişkenin de anlamlı bir yordayıcı olmadığı tespit edilmiştir. “Pedalların erişilebilirliği” değişkeninin katsayısı $B = 0.128$, $p = 0.151$ ile pozitif yönde olsa da anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır. Benzer şekilde “sık mola ihtiyacı” ($B = 0.067$, $p = 0.466$) ve “bel-boyun ağrısı” ($B = 0.113$, $p = 0.260$) değişkenleri de iş verimliliği algısını yordamada anlamlı bir katkı sunmamaktadır. Modeldeki sabit terim (const) ise istatistiksel olarak anlamlıdır ($B = 1.958$, $p < 0.001$), bu da tüm ergonomik koşullar sabitken bireylerin verimlilik algılarının pozitif düzeyde başladığını göstermektedir.

Sonuçlar ve Öneriler

Bu araştırma, traktör sürücülerinin ergonomi ve kullanıcı konforuna yönelik algılarını, deneyimlerini ve bu algıların iş gücü verimliliği üzerindeki etkilerini çok boyutlu biçimde incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Şanlıurfa ili ve Siverek ilçesi genelinde farklı tarımsal üretim bölgelerinde aktif traktör kullanımında bulunan 100 katılımcıdan elde edilen veriler ışığında ulaşılan bulgular, kırsal tarım iş gücünün ergonomik koşullara dair karşılaştığı sorunları sayısal olarak ortaya koymuş; aynı zamanda bu sorunların üretkenlik, sağlık ve güvenlik üzerindeki yansımalarını değerlendirmeye olanak tanımıştır.

Araştırma sonucunda, traktör sürücülerinin büyük çoğunluğunun erkek ve orta yaş grubunda yer aldığı; kullanıcıların önemli bir kısmının temel ya da ortaöğretim düzeyinde eğitim aldığı belirlenmiştir. Bu durum, ergonomi konusunda teknik bilgi ya da farkındalığın sınırlı düzeyde olabileceğine işaret etmekte; kullanıcı geri bildirimlerinin genellikle pratik deneyime dayalı olarak şekillendiğini göstermektedir. Traktör kullanım süresi, tarım mesaisi ve arazi büyüklüğü gibi değişkenler incelendiğinde ise, örneklemin genel olarak oldukça deneyimli bir kullanıcı kitlesinden oluştuğu tespit edilmiştir. Bu, kullanıcıların ergonomik tasarım eksikliklerini doğrudan deneyimleyebilecek birikime sahip olduğunu göstermesi açısından önemli bir bulgudur.

Araştırmada kullanılan ölçeğin güvenilirliğini belirlemek üzere gerçekleştirilen Cronbach’s Alpha analizinde, ölçeğin genel iç tutarlılık düzeyinin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum, ölçekte yer alan ifadelerin bütüncül bir yapıyı yeterince temsil etmediğini ve kullanıcı al-

gılarının tutarlı biçimde yansıtlamadığını göstermektedir. Bu bağlamda, ergonomi ve konfor gibi çok boyutlu yapıları ölçmek üzere kullanılacak ölçeklerin daha sağlam psikometrik özelliklere sahip olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Yapılan bağımsız gruplar t-testleri ve ANOVA analizleri, ergonomik algıların katılımcıların cinsiyeti, eğitim düzeyi, traktörün kabinli olup olmaması ya da traktör yaşı gibi değişkenlerle istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaşmadığını göstermiştir. Bu bulgular, traktör kullanıcılarının ergonomi algılarının demografik ya da donanımsal farklılıklardan bağımsız olarak benzer düzeyde seyrettiğini göstermekte; dolayısıyla, ergonomik sorunların sistemik bir tasarım sorunu olduğunu düşündürmektedir.

Korelasyon analizleri, traktör yaşı ile bel-boyun ağrısı arasında zayıf ama negatif bir ilişki olduğunu; yıllık kullanım süresi ile yorgunluk hissi arasında ise anlamlı bir ilişki bulunmadığını ortaya koymuştur. Buna karşın en dikkat çekici bulgu, ergonomi skoru ile verimlilik algısı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmesidir. Bu durum, kullanıcıların ergonomik olarak daha uygun buldukları makinelerde kendilerini daha üretken hissettiklerini ve iş performanslarının olumlu yönde etkilendiğini göstermektedir. Ancak bu bulgu, çoklu regresyon analizinde desteklenmemiştir. Regresyon modeline göre, seçilen ergonomik faktörlerin iş verimliliğini yordama gücü son derece düşüktür ($R^2 = 0.052$) ve bağımsız değişkenlerin hiçbiri istatistiksel olarak anlamlı bir yordayıcı olarak öne çıkmamıştır. Bu sonuç, iş verimliliğinin yalnızca ergonomik donanım faktörleriyle açıklanamayacak kadar karmaşık bir yapı olduğunu; motivasyon, iş ortamı, psikososyal destek ve çalışma süresi gibi başka faktörlerin de etkili olabileceğini göstermektedir.

Bu araştırmanın bulguları doğrultusunda çeşitli önerilerde bulunmak mümkündür. Öncelikle, traktör kullanıcılarının ergonomi ve konfor algılarını daha tutarlı biçimde ölçebilmek için kullanılan ölçeklerin psikometrik açıdan yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Ölçeğin güvenilirliğinin düşük çıkması, mevcut maddelerin ölçtüğü yapılar arasında tutarsızlık olabileceğini ve bu nedenle kapsam geçerliği ile yapı geçerliğini test etmeye yönelik faktör analizlerinin gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, traktörlerin tasarım sürecinde kullanıcı merkezli bir yaklaşım benimsenmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle koltuk konforu, kontrol düzeneğinin erişilebilirliği, pedalların yerleşimi, görüş alanı açıklığı ve titreşim düzeyi gibi kritik parametrelerin, tarımsal faaliyetlerin zorluk derecesine ve kullanıcı profiline uygun şekilde biçimlendirilmesi hem iş verimliliğini artıracak hem de fiziksel rahatsızlıkların önüne geçecektir. Bu bağlamda uluslararası standartlara, özellikle ISO 6385 ve

ISO 2631 gibi insan-makine etkileşimini temel alan normlara daha sıkı biçimde uyum sağlanması gerekmektedir. Bununla birlikte, kırsal bölgelerde ergonomi farkındalığını artırmaya yönelik yaygınlaştırılmış eğitim programlarının uygulanması önem arz etmektedir. Eğitim düzeyinin düşük olduğu kullanıcı gruplarında, uygulamalı saha eğitimleri, kısa süreli teknik seminerler ve dijital eğitim materyalleriyle desteklenen bilgi aktarımı, konfor bilincini ve makine tercihlerindeki ergonomi duyarlılığını artırabilir. Bu süreçte, traktör üreticilerinin ve kamu kurumlarının iş birliği içinde çalışması, politika yapıcılarının da konuya duyarlılık geliştirmesine olanak tanıyacaktır. Aynı şekilde, ergonomik tasarımları önceleyen yeni traktör modellerinin yaygınlaştırılmasını teşvik eden kamu destekli programlar uygulanmalıdır. Özellikle yaşlı ve yıpranmış makine parklarının modernize edilmesine yönelik hurda teşvikleri, kredi destekleri ve vergi indirimleri gibi yapısal politikalarla dönüşüm hızlandırılabilir. Son olarak, bu araştırmada kullanılan anket verileri tek başına belirli sınırlılıklara sahip olduğundan, gelecekte yapılacak çalışmalarda niteliksel verilerle (örneğin görüşme ve gözlem) desteklenen karma yöntem yaklaşımlarının benimsenmesi önerilmektedir. Aynı zamanda biyomekanik ölçümlerle desteklenmiş deneysel çalışmalar da kullanıcıların yalnızca algı düzeyindeki değil, fizyolojik olarak ölçümlenebilir ergonomik maruziyetlerini de belirleme açısından oldukça değerli olacaktır. Bu tür çok boyutlu araştırmalar, hem akademik literatüre hem de tarım makineleri sanayisine yüksek katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Bevan, N., Carter, J. & Harker, S. (2016). ISO 9241-210 and the human-centred design process. *Proceedings of HCI International 2016*, 22–31. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39513-5_3
- Bovenzi, M. (2005). Health effects of mechanical vibration. *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia*, 27(1), 58–64.
- Bridger, R. S. (2018). *Introduction to Human Factors and Ergonomics* (4th ed.). CRC Press.
- Caffaro, F., Cremasco, M. M., Giustetto, A. & Cavallo, E. (2020). It does not affect me: Knowledge, perception and use of risk prevention measures in a sample of agricultural machinery operators. *Journal of Agromedicine*, 25(3), 311–319. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2020.1720883>
- European Commission. (2006). *Directive 2006/42/EC on Machinery*. Official Journal of the European Union. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu>
- Gómez-Gil, J., Conde, J. R. & López-González, L. M. (2014). Vibration and noise exposure of operators of agricultural tractors: A field study. *Applied Ergonomics*, 45(3), 548–554. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.07.004>
- Green, M., Smith, L. & Walters, H. (2012). Tractor cabin ergonomics and productivity: A Canadian perspective. *International Journal of Agricultural Ergonomics*, 19(2), 115–123.
- Griffin, M. J. (2012). *Handbook of Human Vibration*. Academic Press.
- Hansson, P. A., Alvsten, P. & Ortengren, R. (2010). Tractor driving and whole-body vibration. *Applied Ergonomics*, 31(4), 413–420. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(00\)00029-1](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(00)00029-1)
- Helander, M. (2006). *A Guide to Human Factors and Ergonomics* (2nd ed.). CRC Press.
- Hoy, J., et al. (2010). Occupational health and safety in agriculture. *Occupational Medicine*, 60(5), 325–331. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqq078>
- International Ergonomics Association (IEA). (2020). What is Ergonomics? Retrieved from <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>
- International Labour Organization (ILO). (2019). *Safety and health at the heart of the future of work: Building on 100 years of experience*. Geneva: ILO.
- International Organization for Standardization (ISO). (1997). *ISO 2631-1: Evaluation of human exposure to whole-body vibration*. Geneva: ISO.
- International Organization for Standardization (ISO). (2016). *ISO 6385: Ergonomic principles in the design of work systems*. Geneva: ISO.
- International Organization for Standardization. (1997). *ISO 2631: Mechanical vibration and shock Evaluation of human exposure to whole-body vibration*. Geneva: ISO.
- Karasar, N. (2022). *Bilimsel Araştırma Yöntemi* (35. baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.

- López-González, L. M., Gómez-Gil, J. & Aguilar, J. M. (2014). Assessment of operator comfort in agricultural tractors: A review. *Biosystems Engineering*, 127, 70–91. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.08.007>
- Mital, A., Kilbom, Å. & Kumar, S. (2000). *Ergonomics Guidelines and Problem Solving*. CRC Press.
- Pickett, W., Marlenga, B. & Berg, R. L. (2017). Mechanization and injury in agriculture: A review of international literature. *Journal of Agromedicine*, 22(2), 115–125. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2017.1282920>
- Singh, S. P., Kumar, P. & Patel, P. (2019). Ergonomic design interventions in agricultural tractors: An empirical review. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 21(2), 56–68.
- Tiwari, R., Mishra, R. P. & Pandey, K. P. (2022). Ergonomics in agricultural machinery: A comprehensive overview. *Journal of AgriTech Research*, 18(1), 22–35.
- Wilson, J. R. (2014). Fundamentals of systems ergonomics/human factors. *Applied Ergonomics*, 45(1), 5–13. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.03.021>
- WHO, (2021). World Health Organization. *Occupational health in agriculture*. Retrieved from <https://www.who.int>
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2018). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (11. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, R. & Çakır, A. (2021). Tarımsal üretimde makine kullanımı ve ergonomik değerlendirme. *Teknik Bilimler Dergisi*, 18(1), 12–23. <https://doi.org/10.33438/tekbil.927839>

”

Bölüm 8

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ PAMUK TARIMINDA GÖRÜLEN ÖNEMLİ ZARARLILAR VE MÜCADELELERİ

Musa BÜYÜK¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi/ Dicle Üniversitesi, Diyarbakır Tarım Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Organik Tarım Programı. Sur-Diyarbakır, Türkiye, 21280. e-posta: musa.buyuk@dicle.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-2477-1155

Giriş

Pamuk, Türkiye’de ve Dünya’da üretiminden vazgeçilemeyecek kadar büyük öneme sahip stratejik bir üründür. Dünya nüfusunun hızla artması ile sanayileşen ve kalkınan toplumlarda pamuk ve pamuğa dayalı ürün tüketimini artırmakta ve dolayısıyla da pamuğa olan ihtiyaç da giderek artmaktadır. Üretilen kütlü pamuk, işlenmesi açısından çırçır sanayisinin, lifi ile tekstil endüstrisinin, çiğiti ile de yağ ve yem sanayisinin vazgeçilmez hammaddesidir.

Türkiye, dünyada pamuk ekim alanında on birinci, birim alandan elde edilen lif pamuk veriminde beşinci, pamuk üretim miktarında yedinci; pamuk tüketiminde dördüncü, pamuk ithalatında da dördüncü ülkedir (Özüdoğru, 2023).

Pamuk, dünyada ülkemizin de içinde bulunduğu “Pamuk Kuşağı” (Cotton Belt) denilen; kuzey yarım küre içinde 37 oN ve Asya Ukrayna’da 47 oN ile Güney yarım kürede 35 oS enlem dereceleri arasında yetişmektedir. Ülkemizde Güney Akdeniz kıyı şeridinde: Antalya, Çukurova, Hatay; Güneydoğu’da: G. Antep, K. Maraş, Diyarbakır, Şanlıurfa, Mardin illeri ile Batı’da Muğla, Denizli, Aydın, İzmir, Balıkesir illeri uygun pamuk yetiştirme alanları olarak belirlenmiştir (Keskinkılıç, 2014).

Türkiye’de 2021/22 pamuk üretim sezonunda ekim alanları 432 bin ha olarak gerçekleşmiştir. Ekim alanları Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde 262 bin ha, Çukurova Bölgesi’nde 68 bin ha, Ege Bölgesi’nde 98 bin ha, Antalya’da ise 4 bin ha’dır. Türkiye’de 23 ilde pamuk üretimi yapılmakta, ekim alanlarının %87’si Şanlıurfa, Diyarbakır, Aydın, Hatay, Adana ve İzmir illerinde bulunmaktadır. Türkiye’nin toplam pamuk üretiminin yaklaşık %59’u Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde gerçekleşmiştir. Bu bölgeyi; Ege (%24) ve Çukurova (%16) bölgeleri izlemiştir (Özüdoğru, 2023).

Pamuk bitkisi ekiminden hasadına kadar geçen süreçte pek çok zararlı etmenin saldırısına maruz kalmakta, bu alanlarda yapılan bilinçsiz ve yanlış uygulamalarla zararlılara karşı kimyasal pestisitler kullanılmaktadır. Bunun neticesinde insan ve çevre sağlığı tehdit edilmekte, en önemlisi de canlılar arasında varolan doğal denge bozulmaktadır. Oysa Güneydoğu Anadolu Bölgesi Pamuk ekim alanlarında zararlı popülasyonlarının baskı altında tutulmasında doğal

düşmanlar gerek tür zenginliği, gerekse populasyon yoğunluğu bakımından oldukça ümitvar bulunmuştur (Karaat ve ark., 1987, Büyük ve ark., 2002).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekim alanlarında yapılan çalışmalara göre ana zararlılar; erken dönemde *Thrips* (*T. tabaci*) ve Çizgili pamuk yaprakkurdu (*Spodoptera exiqua* Hbn.), Çiçeklenme ve Koza dönemlerinde İkinoktalı Kırmızıörümcek (*T. urticae*), Yaprakbitleri (*A. gossypii*, *Acyrtosiphon gossypii*, *Macrosiphum* sp.) ve olgunlaşma döneminde ise Yaprakpireleri (*A. decedens* ve *E. decipiens*)'dir. Bunların dışında pamuğun çimlenme ve fide döneminde Bozkurt (*Agrotis segetum* Shiff.ve *Agrotis ipsilon* Hufn.), tarak, çiçek ve koza dönemlerinde Yeşilkurt (*Heliothis armigera* Hbn.), Dikenlikurt (*Earias insulana* Boisd.), Pembekurt (*Pectinophora gossypiella* Saund.) ve Beyazsinek (*Bemisia tabaci* ve *B. argentigolii*)'in de lokal olarak görülebildiği bildirilmiştir (Karaat ve ark., 1987, Özgür ve ark., 1988, Büyük ve ark., 2002.).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sulamaya açılan alanların günden güne artışı ve buna paralel olarak pamuk ekiliş sahalarının genişlemesi ile bölge ekolojisinde de değişimler meydana gelmeye başlamıştır. Bunun sonucunda bölgede daha önce bulunduğu tespit edilen ancak uygun ekolojiyi bulamadığı için (özellikle nemin %28-50 arasında olması) önemli bir populasyon yoğunluğuna ulaşamayan zararlılardan olan Pamukta tütün beyazsineği, Yaprakbitleri ve Pamuk yaprak pireleri gibi zararlıların populasyonlarının artması ve daha çok sorun olmaları beklenmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde GAP projesi ile birlikte bölgede sulama olanaklarının artmasına paralel olarak hastalık, zararlı ve yabancıotlarda bir artış, buna bağlı olarak da ilaç tüketiminde bir artışın olduğu bir gerçektir. Bölgede var olan doğal dengenin korunması, ikinci bir Çukurova örneğinin yaşanmaması ve bilinçsiz ilaç tüketiminin önlenmesi için pamuk üreticilerinin pamuk zararlılarını iyi tanıması, bitki fenolojisi ile ilişkisini iyi bilmesi, mücadele metotları konusunda bilgilendirilmesi ve ülkesel entegre mücadele projelerinin yürütülmesi gerekmektedir.

Bu çalışmayı hazırlamanın amacı, pamukta ürün kayıplarına neden olan etmenlerin başında gelen zararlı böcek ve akarların tanıtılması,

biyolojik özelliklerinin bilinmesi ve bunlara karşı uygun mücadele metotlarının uygulanması ile ilaçlama sayısını en aza indirmektir. Bu şekilde kimyasal pestisitlerin çevreye olan olumsuz etkilerinin azaltılmasıyla, doğal dengenin korunması ve doğal düşmanların daha etkin hale getirilmesi amaçlamıştır.

Pamuk Zararlılarının Gruplandırılması ve Tanınması

Pamuk tarımında görülen önemli zararlıları taksonomik olarak ve bitki fenolojisi ile ilişkili olarak gruplandırmak mümkündür. Taksonomik olarak takım, familya, cins ve tür düzeyinde gruplama yapıldıktan sonra, uygulama açısından daha çok önem arzeden bu zararlıların bitkinin fenolojik gelişimine göre gruplandırılmaları ve tanıtımı, ekonomik önemleri, tanınması, zarar şekli, önemi ve mücadele zamanı hakkında bilgiler sunulacaktır.

1- Pamuk Zararlılarının Taksonomik Gruplandırılması

1.1. Takım: Acarina

Familya: Tetranychidae

1- *Tetranychus urticae* Koch.

1.2. Takım: Hemiptera

Familya: Aphididae

1- *Aphis gossypii* Glov.

2- *Acyrtosiphon gossypii* Mordwil.

3- *Macrosiphum* sp.

Familya: Aleyrodidae

1- *Bemisia tabaci* Genn.

2- *B. argentifolii* Bellows and Perring

Familya: Cicadellidae

1- *Asymmetrasca decedens* (Paoli)

2- *Empoasca decipiens* Paoli

Familya: Cixiidae

1- *Hyalestes obsoletus* Sign.

Familya: Miridae

1- *Exolygus pratensis* (L.)

2- *E. rugulipennis* Popp.

3- *Creontiades pallidus* R.

1.3. Takım: Thysanoptera

Familya: Thripidae

1- *Thrips tabaci* L.

1.4. Takım: Lepidoptera

Familya: Noctuidae

1- *Helicoverpa (Heliothis) armygera* (Hbn.)

2- *H. peltigera* Schiff.

3- *Spodoptera exigua* Hbn.

4- *S. littoralis* Boisd.

5- *Earias insulana* Boisd.

6- *Agrotis segetum* Schiff.

7- *A. ipsilon* Hufn.

2- Pamuk Zararlılarının Bitki Fonolojisine Göre Gruplandırılması

2.1. Temel Gelişim Dönemi Zararlıları

1. *Agrothis segetum* Shiff.

2. *A. ipsilon* Hufn.

3. *Thrips tabaci* Lind.

4. *Spodoptera exigua* Hbn.

5. *Aphis gossypii* Glov.

6. *Achyrthosiphon gossypii* Mord.

7. *Macrosiphum* sp.

2.2. Çiçek ve Koza Dönemi Zararlıları

1. *Tetranychus urticae* Koch.

2. *Aphis gossypii* Glov.

3. *Asymmetrasca decedens* (Paoli)

4. *Spodoptera littoralis* Boisd.

5. *Helicoverpa (Heliothis) spp.* (Hbn.)

6. *Pectinophora gossypiella* (Saund.)

7. *Creontiades pallidus* (Rumb.)

2.3. Olgunlaşma Dönemi Zararlıları

1. *Tetranychus urticae* Koch.

2. *Aphis gossypii* Glov.

3. *Helicoverpa (Heliothis) spp.*

4. *Bemisia tabaci* Genn.
5. *B. argentifolii* Bellows and Pering
6. *Exolygus* spp.
7. *Creontiades pallidus* R.
8. *Earias insulana* Boisd.
9. *Pectinophora gossypiella* (Saund.)

Pamuk Zararlılarının Bitki Fonolojisine Göre Tanınması ve Önemleri

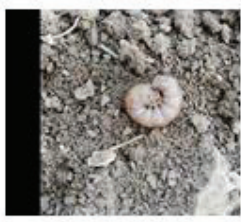
- a. Pamukta Bozkurtlar (=Kesicikurtlar) (*agrotis ipsilon* hufn.)
(*a. segetum* schiff.)

Agrotis ipsilon Hufn.

Tanınması: Erginleri 37-51 mm kanat açıklığına sahip kelebeklerdir. Vücutları gri - siyah pullarla kaplıdır. Ön kanatlarındaki böbrek şeklindeki lekelerin üzerinde siyah renkli üçgen şeklinde bir uzantı vardır (Resim 1). Antenler erkeklerde çift yönlü tarak şeklinde, dişilerde ise ip gibidir. Yumurtadan yeni çıkmış larvaları 1,5-1,7 mm, son dönem larvaları ise 35 - 50 mm boyundadır. Larvalar kıllıdır ve renkleri griden siyaha kadar değişir (Anonymous, 2008).

A. segetum Schiff.

Tanınması: Erginleri 33 - 43 mm kanat açıklığına sahip olan kelebeklerdir. Vücutları sarı griden koyu griye kadar değişen renkte pullarla kaplıdır. Ön kanatlarındaki böbrek şeklindeki lekeler üzerinde *A. ipsilon*'daki gibi bir uzantı yoktur (Resim 1).



Resim 1. *Agrotis ipsilon*'un ergini ve larvası, *A. segetum*'un ergini

Her iki türün Yumurtaları da yeni konulduğunda parlak, kirli beyazdır. Üstten basık küre biçiminde ve boyuna damarlıdır. Bir dişi çevre koşullarına bağlı olarak 300-1500 yumurta bırakabilir. Larvaları olgun hale gelinceye kadar 6 gömlek değiştirirler. Yılda 2-3 döl verir (Anonymous, 2008).

Zarar Şekli ve Önemi: Polifag bir zararlı olup, larvaları ilk üç dönemlerinde bitkilerin taze yapraklarını yiyerek beslenirler. Dördüncü dönemden sonra toprak içinde gizlenmeye ve geceleri beslenmeye başlarlar. Genç bitki köklerini toprak yüzeyinde keserek zararlı olurlar (Resim 2). Gündüzleri toprağın 4-5 cm derinliğinde ve kestikleri bitki diplerinde kıvrılmış durumda bulunurlar. Özellikle genç bitkilerde ve fideliklerde olmak üzere %5-25 arasında zarara neden olabilirler (Anonymous, 2008). Pamuk fidelerini çıkıştan itibaren 6-8 yapraklı oluncaya kadar keserler.



Resim 2. *Agrotis* türlerinin zararı

Mücadele Zamanı: Pamuk 2-4 yapraklı iken tarlalar sabah erken saatte kontrol edilir. Tarlanın en az 3 ayrı yerinde 2 m sıra uzunluğundaki bitkiler kontrol edilerek ortalama larva sayısı belirlenir. Çıkıştan sonra seyreltilmemiş pamukta 2 metre sıra uzunluğunda ortalama 1 larva varsa satılmalıdır.

b. Pamukta Tütün Tripsi (*Thrips tabaci* Lind.)

Tanınması: Yurdumuzun hemen hemen her yerinde rastlanan polifag bir zararlıdır. En önemli konukçuları pamuk ve tütündür. Erginleri 0.8-0.9 mm boyda, açık sarı veya esmerimsi renktedir. Vücutları silindirik şeklinde olup, abdomen incelerken son bulur. Kanatların kenarları kırpık şeklinde olup, saçaklıdır (Resim 3). Birinci dönem nimfler beyaz, ikinci

dönem nimf açık sarı renktedir. Kışı ergin halde çeşitli bitkiler üzerinde geçirirler. Yumurtalar yaprakların alt yüzüne veya içine paketler halinde bırakılır. Yılda 4-6 döl verir (Anonymous, 2008).



Resim 3. *Thrips tabaci*'nin ergini ve nimfi

Zarar Şekli ve Önemi: Ergin ve nimfleri pamuk bitkilerinin yapraklarını çıkıştan itibaren ağız parçaları ile zedeleyerek özsuynunu emerler. En belirgin zararları yaprakların alt yüzünde damarlar boyunca oluşan gümüşü lekelerdir. Tepe tomurcuklarının buruşması, gelişim geriliği, yaprak doku sertleşmeleri ve kırılganlığı da önemli belirtilerindendir (Resim 4). Erken dönemdeki zararı çok önemlidir. Bitkilerin normal gelişimlerini engelleyerek, önemli verim kayıplarına sebep olabilirler. Özellikle kurak geçen mevsimlerde zararı önemlidir (Efil, 1999; Efil ve ark., 1999).



Resim 4. *Thrips tabaci*'nin pamuk bitkisinde erken dönemdeki zarar şekilleri

Mücadele Zamanı: Erken dönemde tarla çapraz olarak 2 ayrı yönde gezilerek en az 100 bitki kontrol edilir. Yaprak başına 2 nimf veya ergin tespit edildiğinde mücadeleye başlanır (Anonymous, 2008). Genellikle bir uygulama yeterli olmaktadır.

c. Pamukta Çizgili Yaprakkurdu (=Caradrina) (*Spodoptera exigua* (Hübner))

Tanınması: Kelebekler genel görünüşleri itibarı ile gri kahve ve kurşuni kahverengindedir. Ön kanatta biri böbrek diğeri daire şeklinde olan kahverengi gözle görülebilen iki leke vardır. Yumurtalarını pamuk yapraklarının üst kısmına kümeler halinde bırakır ve yumurta paketi beyaz pullarla örtülüdür (Resim 5). Son dönem larvalar 2-2.5 cm kadar olup, sırtta baştan sona doğru giden bir çizgi ile yanlarda baştan sona kadar uzanan açık renkte bir şerit bulunur. Larvaları gözle kılsız gibi görünür. Larvalara dokunulduğunda kıvrılır, eğer bitki üzerinde ise kendini yere atar. Pamuğun çıkışından mevsim sonuna kadar zararlıyı görmek mümkünse de mevsim başında daha çok görülür (Anonymous, 2008).



Resim 5. *Spodoptera exigua*'nın ergini, yumurta kümesi ve yeni larva zararı

Zarar Şekli ve Önemi:

Genelde pamuk bitkisi 4-6 yapraklı iken görülür. Bilhassa 1. çapadan sonra çapalanan otlardan pamuğa geçer ve bu devrede çok zararlı olur (Anonymous, 2008). Yapraktaki zararı muntazam kenarlı büyük delikler şeklindedir. Salgın yıllarında erken dönemde pamuğun tepe sürgünlerini ve yaprakları orta damar kalacak şekilde tamamen yiyerek çok zararlı olabilir.



Resim 6. Pamuk çizgili yaprakkurdunun yeni çıkmış ve olgun larvalarının zararı

Mücadele Zamanı: 40-50 dekarlık pamuk tarlası bir ünite kabul edilerek her ünite yaklaşık 4 bölüme ayrılır. 10-15 adımda bir bitki olmak üzere toplam 25 bitki ve buradaki geniş yapraklı yabancıotlar kontrol edilir. 100 bitkide 10 adet larva veya yeni açılmış iki yumurta paketi varsa ilaçlama yapılmalıdır (Anonymous, 2008).

d. Pamuk Yaprakbiti (*Aphis gossypii* Glov.)

Tanınması: 1.1-2 mm boyda, açık sarı-yeşil, pembemsi kırmızı ve siyah olmak üzere çeşitli renklerde görülebilir. Karakteristik görüntüsü vücutta abdomenin sonunda iki yanda bir çift mum borucuğu (=corniculus)'un bulunuşudur. Kanatlı vivipar dişide baş ve thorax siyah renklidir (Resim 7). Zararlıya halk arasında püseron, ballık, zenk gibi adlar verilir. Eşeyli ve eşeysiz olarak üreyebilen zararlının yılda 52 döl verdiği, ülkemizde ise 22 döl verdiği saptanmıştır (Tezcan, 1991).



Resim 7. *Aphis gossypii*'nin ergin ve nimfleri

Zarar Şekli ve Önemi: Zararlı polifag olup yaklaşık 400 bitki türünde saptandığı bildirilmiştir. Genç pamuk fidelerinin tepe

tomurcukları ve yapraklarında bitki öz suyunu emmek suretiyle zarar yapar. Emgili genç fide ve yapraklarda renk değişmesi ve kıvrılması olur, bitki gelişimi yavaşlar. Ağır bulaşmalarda salgıladıkları yapışkan ve tatlı madde ile fumajinin oluşmasına ortam sağlar (Resim 8). Bitki üzerinde ve çevresinde karıncaların görülmesi, yaprakbiti bulunduğu işaretler. Yaprakların alt yüzünde koloni halinde yaşarlar. Aşırı sulama ve aşırı azotlu gübre kullanımı zararlıların popülasyonunu artırır (Tezcan, 1991). Oluşan fumajin de fotosentezi önlediği için daha çok zararlı olur. Virüs hastalıklarına vektörlük yaparlar.



Resim 8. *Aphis gossypii*'nin pamuk bitkisindeki erken dönem ve olgunlaşma dönemindeki zarar şekli

Mücadele Zamanı: Pamuğun temel gelişim döneminde zararlı ile bulaşık bitkiler sayılarak tarladaki bitkilerin bulaşma oranı belirlenir. Elma oluşturma döneminden itibaren ise her bitkinin ana gövdesinden çıkan toplam 3 yaprak olmak üzere toplam 100 yaprak incelenir. Temel gelişim döneminde %50 bulaşık bitki, elma oluşturma döneminden itibaren ise 25 adet nimf+ergin/yaprak olduğunda parazitoit ve predatörlerin yoğunluğu da gözönüne alınarak mücadeleye karar verilmelidir (Anonymous, 2017).

e. İki Noktalı Kırmızıörümcek (*Tetranychus urticae* Koch.)

Tanınması: Esas rengi yeşilimsi olup, sarımtırak koyu yeşil renklerde de olabilir. Vücut ortasına yakın mesafede iki tarafta bir çift siyah leke vardır. Yumurtadan 3 çift bacaklı larva çıkar, daha sonra 4 çift bacaklı nimf ve erginler oluşur. Yumurtalarını yaprağın alt yüzüne ve daha çok ana damar ile yaprakların kenarlarına tek tek bırakırlar. Dişiler önce ağ öreerek yumurtalarını içirisine bırakır (Resim 9).

Ağların çokluğu kırmızıörümcek popülasyonunun yoğun olduğunu gösterir. Bir dişi ömrü boyunca 100-150 yumurta bırakabilir. Yılda 10-20 döl verebilir (Anonymous, 2017). Popülasyonun en çok artış gösterdiği aylar temmuz ve ağustos aylarıdır. Sıcak ve kuru hava popülasyonunun artmasına neden olur. Havaların serinlemesi ve çiğın düşmesi ile popülasyonu hızla düşer.



Resim 9. *Tetranychus urticae* 'nin ergin, yumurta ve nimfleri

Zarar Şekli ve Önemi: Kırmızıörümceğin yapraktaki zararı yaprağın sararıp sonra kızarmasıyla kendini gösterir. İlk bulaşmalarda yaprağa üstten bakıldığında serpiştirilmiş sarı noktalar şeklinde görülür. Daha sonra yaprağın bir bölümü veya tamamı homojen olarak kızarır (Resim 10). Yoğun popülasyonlarda zararı %40'a kadar çıkabilir (Anonymous, 2017).



Resim 10. *Tetranychus urticae* 'nin pamuk bitkisindeki zarar belirtileri

Mücadele Zamanı: 40-50 dekarlık pamuk tarlası bir ünite kabul edilerek her ünite yaklaşık 4 bölüme ayrılır. 10-15 adımda bir 25 bitkiden

birer yaprak alınarak toplam 100 yaprağın arka yüzündeki zararlının sayımları yapılır. Yaprak başına ortalama 10 adet zararlı tespit edildiğinde kaplama; sadece tarla kenarlarında bulaşma varsa lokal ilaçlamalar yapılmalıdır (Anonymous, 2017). İlaçlamada spesifik akarisitler kullanılmalıdır. İlaçlama aletlerine yaprakaltı meme setleri ilave edilmelidir.

**f. Pamukta Yaprakpireleri (*Empoasca decipiens* Paoli)
(*Asymmetrasca decedens* (Paoli))**

Tanınması: Ergin 3 mm boyda, yeşilimsi sarı, gri renklerde olur. Ön kanatları açık yeşil, arka kanatları renksizdir. Nimfleri çok hareketli olup, yaprağın alt yüzünde yan yan hızlı hareketleri ile karakteristiktirler (Resim 11). Daha çok 1. Sulamadan sonra populasyonunda artış görülür. Ergin oluncaya kadar 5 gömlek değiştirir. Ülkemizde yılda 8 döl verebilmektedir (Anonymous, 2008).



Resim 11. Pamuk yaprakpireleri erginleri ve nimfi

Zarar Şekli ve Önemi: Genellikle yaprağın alt yüzünde beslenir ve sokup emmek suretiyle yapraklarda siyahlaşmış noktalar oluşturur. Emgili yapraklar sararır, beyazlaşır ve aşağı doğru kıvrılır (Resim 12). Bitki gelişiminde de durgunluk göze çarpar, yaprak ve tarak dökümüne neden olur. Bitki bünyesine zehirli salgı salgılar, salgılanan toksik madde yaprağın phloem dokusu hücrelerinde hipertrofi meydana getirir. Bu durumda özsu taşınmasında tıkanıklık oluşturur (Bozkurt, 1970; Efil ve Güçlü, 2004).



Resim 12. Pamuk yaprakpirelerinin pamuk yaprağındaki yoğunluğu ve zarar şekli

Mücadele Zamanı: Tarlanın tamamına yakın kısmı gezilir, değişik bitkilerden ve her bitkinin bir alt, bir orta ve bir üst kısmından alınan 100 yaprağın tamamındaki yaprak pireleri sayılır ve yaprak başına ortalama zararlı sayısı bulunur. Bölgemizde yaprak başına ortalama 10 adet saptandığında ilaçlı uygulamaya geçilmelidir (Anonymous, 2008). Özellikle tüysüz yapraklı pamuk çeşitlerindeki popülasyonuna dikkat edilmelidir.

g. Pamukta Yeşilkurt (*Helicoverpa (Heliiothis) armigera* (Hübner))

Tanınması: Kelebeklerinin ön kanatları üzerinde biri böbrek diğeri daire şeklinde iki leke bulunmaktadır. Yumurta kubbe şeklinde ve beyazımsı renkte, üstten alta doğru meridyene benzeyen bölmeler içerir. Yumurtalarının büyük bir bölümünü pamuk bitkisinin topraktan itibaren ikinci yarısında bulunan yaprak, tarak ve diğer generatif organlara teker teker bırakır (Resim 13). Bir dişi ortalama iki haftalık ömrü boyunca 400-2200 adet yumurta bırakabilir. Larva yumurtadan ilk çıktığında şeffaf soluk grimsi yeşil renkte ve dönemler ilerledikçe vücut üzerinde uzunlamasına bant şeklinde lekeler belirginleşir. Son dönem larva yeşil, kahverengi veya turuncu rengin değişik tonlarında olup, 3-4 cm boya ulaşır. Çukurova Bölgesinde 3'ü pamukta olmak üzere 5 döl verdiği belirlenmiştir (Anonymous, 2017).



Resim 13. *Helicoverpa (Heliiothis) armigera* (Hübner.)'nin ergini ve yumurtası

Zarar Şekli ve Önemi: Genellikle generatif organlarda zararlı olur. Larvalar üstten aşağıya doğru hareket ederek tarak, çiçek ve kozalarda beslenirler. Zarar gören taraklar dökülür. Larvaların beslendiği çiçeklerden koza oluşmaz. Zarar verilmiş kozalar açılmaz, zamanla kurur veya çürürler. Yurdumuzda pamuk ekilen bütün bölgelerde görülür. Genellikle generatif organlarda zararlı olur (Resim 14). Göven ve Efil (1994) Larvaların üstten aşağıya doğru hareket ederek tarak, çiçek ve kozalarda beslendiğini, zarar gören tarakların döküldüğünü, larvaların beslendiği çiçeklerden koza oluşmadığını, zarar verilmiş kozaların açılmadığını, zamanla kuruyup çürüdüğünü bildirmişlerdir. Yurdumuzda pamuk ekilen bütün bölgelerde görülür.



Resim 14. *Helicoverpa (Heliiothis) armigera*'nın pamuk tarak ve kozalarındaki zarar şekli

Mücadele Zamanı: Pamukta Yeşilkurt genellikle koza oluşturma döneminden itibaren sorun olan bir zararlı olduğundan, bu dönemde tarlanın 3 ayrı yerinde 3'er m sıra uzunluğundaki tüm bitkiler baştan aşağı gözden geçirilerek yeşilkurt yumurta ve larvaları aranır. 3 m'lik sıra

uzunluğunda ortalama 2 larva bulunduğunda ilaçlamaya karar verilir (Anonymous, 2008).

h. Pamukta Dikenlikurt (*Earias insulana* Boisd.)

Tanınması: Erginde ön kanatlar ve baş ilkbaharda parlak yeşil, yaz sonu ve sonbaharda ise sarıdır. Arka kanatlar ise ipek beyazıdır. Dinlenme halinde kelebeğin kanatları vücuda doğru çekilmiş ve çatı şeklindedir. Larvanın vücudu gridir. Olgunlaştıkça gri-mavi olur. Üzerinde sarı noktalar ve kahve renkli lekeler vardır. Sırtta kısa diken şeklinde kıllar vardır. Yumurtalarını genellikle tek tek tepe sürgünlerine, taraklara, genç yapraklara ve saplarına, çiçeklere ve sezon sonuna doğru çok genç kozalara koyarlar (Resim 15). Bir dişi ömrü boyunca 80-200 yumurta bırakabilir. Ülkemizde 4-5 döl verdiği kayıtlıdır (Anonymous, 2008).



Resim 15. *Earias insulana* 'nın ergini, yumurtası ve larvası

Zarar Şekli ve Önemi: Dikenlikurdun sürgün, tarak, çiçek ve kozada zararı vardır. Sürgündeki zararında sürgün kırılmalarına yol açar, ama asıl zararını kozada yapar. Kozadaki çiğitleri tahrip etmesi ve çimlenme özelliğini kaybettirmesi önemli zarar şekillerindendir. Dikenlikurt zararına uğrayan koza genellikle hiç açılmaz (Resim 16). Epidemiy yıllarında mücadele yapılmadığı takdirde %90'a kadar zarar yapabilir (Anonymous, 2008).



Resim 16. *Earias insulana* 'nın çiçek, sürgün ve kozadaki zarar şekli

Mücadele Zamanı: Pamuğun taraklanma başlangıcından itibaren kontroller yapılarak 3 metre sıra uzunluğundaki ortalama larva sayısı belirlenir. 3 metrelik pamuk sırasında ortalama 2 larva veya açılmaya yakın 4 yumurta varsa; koza sürveyinde ise % 10 bulaşık larva varsa mücadele yapılmalıdır.

i. Pamukta Bitki Tahtakuruları (*Exolygus gemellatus* (H:-S.)) (*Creontiades pallidus* (Rumb.))

Tanınması: *E. gemellatus*'un ergin boyu 5 mm kadar olup, elipsoid bir görünüşü vardır. Pronotum diskinde 2 siyah leke vardır. Scutellum yeşil-sarıdır. *C. pallidus*' un ergin boyu 7 mm kadar olup, uzun bir görünüşü vardır. Pronotum ve scutellum aynı renktedir (Resim 17). Her iki türün vücut ve bacakları üzerinde kırmızı kahverengide lekeler vardır ve antenler 4 segmentli olup vücut uzunluğu kadardır (Efil ve Alkan, 2003).

Pamuğun taraklanma başlangıcından olgunlaşmaya kadar ki dönemde artış gösterebilirler. Erginler 100-150 kadar yumurta bırakabilir ve yumurtalarını daha çok taze organlara tek tek veya grup halinde doku içerisine bırakırlar (Stamp, 1987). Yüksek orantılı nemi ve sıcak koşulları severler. Nimf ve erginleri çok hareketlidirler, dokunulduğunda kendilerini yere atar veya uçarlar. Yılda 3-4 nesil verebilirler.



Resim 17. *Exolygus gemellatus* ve *Creontiades pallidus*'un ergin ve nimfleri

Zarar Şekli ve Önemi: Her iki türün hem nimfleri hem erginleri zararlıdır. Polifag olup pamuk bitkisinin tüm organlarında beslenirler. Emilen yer salgılanan toksik madde nedeniyle ölür ve bu yerler daha sonra siyahlaşır. Esas zararını generatif organlarda beslenerek yapar. Emilen tarak, çiçek ve küçük kozaların çoğu dökülür. Emilen kozalarda çiğidin ağırlığı düşer. Bu da kütlü verimini düşürür (Resim 18). *C. pallidus*'un %31.6 dökülmeye ve toplam %54.3 oranında ürün kaybına neden olduğu bildirilmiştir (Anonymous, 2008). Zararlı, tarak ve küçük kozalarda, dolayısıyla kozaların çoğunun olgunlaşmadığı dönemde daha çok zararlı olabilmektedir. Bu zararlıların hastalık nakli yaptıkları da kaydedilmiştir.



Resim 18. *Exolygus gemellatus* ve *Creontiades pallidus*'un pamuk kozasındaki zarar şekli

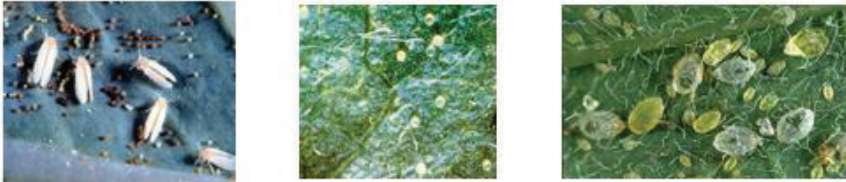
Mücadele Zamanı: Tarlanın 4 ayrı yerinde birer metre sıra uzunluğunda tarak, çiçek ve koza ayrı ayrı sayılarak % bulaşıklık tespit edilmelidir. Taraklanma başlangıcında 100 generatif organda 4 zararlı;

kozaların çoğunun olgunlaştığı dönemde(%80) 100 generatif organda 20 zararlı olduğunda mücadele yapılmalıdır (Anonymous, 2008).

j. Pamukta Tütün Beyazsineği (*Bemisia tabaci* Genn.) (*Bemisia argentifolii* Bellows and Perring)

Tanınması: Erginlerin boyu 1 mm kadardır ve genel görünüşü beyazdır. Yakından bakıldığında vücut açık sarıdır. Kanat ve vücut üzeri beyaz tozlu görünüşte bir mum tabakası ile kaplıdır. Gözleri kırmızıdır. Yumurtadan yeni çıkan larva hareketli ve oval olup 3 çift bacağı sahiptir. Hortumunu yaprak dokusuna sokarak yaklaşık 8 saatte kendisini sabitleştirir, hareketsiz duruma geçer ve üzerini mum tabakası kaplar. Bacak ve antenleri kaybolarak kabuklubit görünüşünü alır (Resim 19). Pupanın ayrı bir formu olmayıp larvaya benzer. Sadece sırtı hafifçe yükselerek rengi koyulaşır. Yumurtalarını yaprakların alt yüzüne tek tek bırakır, yoğun durumlarda kümelenmiş halde görülebilir (Ulusoy ve Bayhan, 2003).

Yumurta koymak için en uygun sıcaklık 26-27 °C ve %60'ın üzerindeki orantılı nemdir. Sıcaklık 14 °C'nin altına düştüğünde yumurta bırakması durur. Orantılı nem %60'ın altına düştüğünde zararlı olumsuz etkilenir. Sağanak yağış ergin popülasyonunu düşürür. Yılda 9-10 döl verebilir (Anonymous, 2017).



Resim 19. *Bemisia tabaci* nin ergin, yumurta ve larvaları

Zarar Şekli ve Önemi: Beyazsineğin hem ergini hem larvası zararlıdır. Zararı doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki türdür. Ergin ve larvalar bitkinin öz suyunu emerek bitkinin zayıflamasına sebep olurlar. Zayıflayan bitkinin gelişmesi durur, ürünün tutma kapasitesi düşer ve gelişme tam olmadığından kozanın ağırlığı düşer. Yapışkan tatlı madde salgılayarak fumajine sebep olurlar (Resim 20). Bitki siyahlaşır ve

yapışkan madde yağış ve çığ vasıtasıyla kütlüye bulaştığından lifin kalite değerini düşürür. Tatlımsı madde bitkilerin stomalarını kapatır ve bitkinin fotosentez düzeni bozulur. Üründe meydana getirdiği kayıp zararlarının yoğunluğuna göre %67'lere kadar çıkabilmektedir. Ayrıca virüs vektörlüğü görevi yaparlar.



Resim 20. *Bemicia tabaci* nin pamuk yaprak ve kozasındaki zarar şekli

Mücadele Zamanı: Taraklanma başlangıcından sonraki larva-pupa sayımı için seçilen sayım ünitesinde, 10-15 adımda 1 bitki olmak üzere toplam 20 bitkinin her birinden 3 yaprak olmak üzere 60 yaprakçığın tüm yüzeyinde sayım yapılır ve yaprak başına ortalama larva sayısı bulunur. Ergin sayımı için sabah serinliğinde her bitkiden 2 yaprakta olmak üzere 100 bitkideki ergin sayısı belirlenir. Yaprak başına 10 larva+pupa bulunduğunda mücadeleye başlanır (Anonymous, 2017).

k. Pamukta Pembekurt (*Pectinophora gossypiella* (Saund.))

Tanınması: Erginin kanat açıklığı 12-20 mm olup, vücut uzunluğu 7 mm kadardır. Vücut ve kanatlar gri-kahverenkli. Ön kanatlar üzerinde enine koyu çizgiler ve lekeler vardır. Yeni çıkan larva parlak beyazdır, sonradan pembe renge dönüşür. Baş ve pronotum her zaman kahverenkli olup her segmentte pembe lekeler ve kısa kıllar vardır (Resim 21). Kışı kör kozaların içinde veya çığit içerisinde diyapoz halinde larva olarak geçirir. Erginler Mart sonundan itibaren çıkmaya başlar. Yumurtalarını tarak, çiçek ve kozalara bırakır. Bir dişi hayatı süresince 800 kadar yumurta bırakabilir. Yılda 4-5 döl verebilir.



Resim 21. *Pectinophora gossypiella*' ergin ve larvaları

Zarar Şekli ve Önemi: Zararlıının larvası tarak, çiçek ve kozanın içine girerek beslenir. Özellikle koza içerisine girerek oluşan çigitleri yiyerek zarar verir. Yenilen çigitlerin çimlenme gücü düşer ve yağın kalitesi de düşük olur. Çiçekte larva bulunursa, rozet çiçek denilen kapalı çiçek oluşur (Ünlü ve Efil, 2004). Kozada birden fazla larva bulunursa kozanın tümü zarar görebilir (Resim 21). Ağır enfeksiyon koşullarında kör koza denilen durum ortaya çıkar. Zarar %80'lere kadar varabilir.



Resim 22. *Pectinophora gossypiella*'nın çiçek ve çigit ve kozadaki zararı

Mücadele Zamanı: 50 da'lık pamuk tarlası bir ünite kabul edilerek 5 ayrı yerden 25 m'lik sıralarda bulunan rozet çiçekler sayılır. Toplam rozet çiçek adedi 10 ile çarpılarak 1 da'daki rozet çiçek sayısı belirlenir. Yeşil koza döneminde rastgele 100 koza toplanarak tek tek kesilerek larva aranır.

Sonuçlar

Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekim alanlarında görülen zararlılar, pamuğun çıkışından hasadına kadar süren dönemde görülmekte ve önemli verim kayıplarına yol açabilmektedir. Bu zararlıların hangilerinin hangi fenolojik dönemde görüldüğü, hangi ekolojik

koşullarda mücadele eşiğine ulaştığı ve önem dereceleri ile ilgili bilgiler burada derlenmiştir.

Zararlıların bitki fenolojisi ile ilişkileri göz önünde bulundurularak, ekolojik faktörleri de dikkate alarak zararlılara karşı hazırlıklı olunmalı, gözlem ve sayımlarla mücadele eşiğine ulaşan etmenlere karşı biyolojik mücadele etmenleri olan parazitoit ve predatörlerin varlığı da dikkate alınarak entegre mücadele prensipleri doğrultusunda mücadele yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Anonymous (2008). Zirai mücadele Teknik talimatları. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, Cilt 2, S: 150.
- Anonymous (2017). Bitki Zararlıları Zirai mücadele Teknik talimatları. Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, S: 394.
- Anonymous (2025). Agrobrest. (<https://agrobasesapp.com/turkey/pest/pembe-kurt> en son erişim 16.06.2025).
- Bozkurt, E. (1970). Ege Bölgesi Pamuklarında Zarar Yapan *Empoasca* (Fam. Cicadellidae) Türleri, Yayılışı, Konukçuları, Zarar Şekli ve Dereceleri Üzerinde Araştırmalar. Ege Ün. Zir. Fak. Yay. No: 146, Bornova, İzmir, S: 71.
- Büyük, M., Eren, S., Baran, B. & Demir, A. (2002). GAP Bölgesi Pamuk Üretiminde Mevcut Zirai Mücadele Sorunları ve Çözüm Önerileri. Türkiye V. Pamuk, Tekstil ve Konfeksiyon Sempozyumu Bildirileri. 28-29 Nisan 2002, Diyarbakır. S: 177-185.
- Efil, L. (1999). Harran Ovası Koşullarında Pamukta *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) popülasyonunun Bitki gelişmesine ve Kütlü Verimine Etkisinin Belirlenmesi. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana. Doktora Tezi, S: 98.
- Efil, L., Özgür, A.F. & İlkan, A. (1999). Harran Ovasında farklı pamuk çeşitlerinde *Thrips tabaci* Lind. (Thysanoptera: Thripidae) ve *Empoasca* spp. (Homoptera: cicadellidae)'nın popülasyon gelişmesinin belirlenmesi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3 (3-4): 97-106.
- Efil, L. & Alkan, A. (2003). Determination of population alteration of harmful insect *Creontiades pallidus* Rmb.(Hemiptera: Miridae) in cotton in Harran Plain. Proceeding of Third GAP Agriculture Cong. Şanlıurfa, Turkey, S: 395-397.
- Efil, L. & Güçlü, Ş. (2004). Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde pamuk alanlarında bulunan Cicadellidae (Homoptera) türleri. Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi (8-10 Eylül 2004, Samsun).
- Göven, M. A. & Efil, L. (1994). Dicle vadisi pamuk alanlarında zararlı yeşilkurt (*Heliothis armigera* Hübn.) (Lepidoptera: Noctuidae)'un doğal düşmanları ve etkinlikleri üzerinde araştırmalar. Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi, 25-28 Ocak 1994, İzmir, S: 449-457.
- Karaat, Ş., Göven, M. A., & Mart, C. (1987). Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk alanlarında zararlılar ile bitki gelişim dönemleri arasındaki ilişkiler. Türkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirileri. İzmir, S; 189-197.
- Keskinkılıç, K. (2014). Türkiye Pamuk Durumundaki Gelişmeler. Temmuz, S: 43.
- Özgür, A.F., Şekeroğlu, E., Gencer, O., Göçmen, H., Yelin, D., & İşler, N. (1988). Önemli pamuk zararlılarının pamuk çeşitlerine ve bitki fenolojisine bağlı olarak popülasyon gelişimlerinin araştırılması. Doğa Türk Tarım ve Orman Dergisi, 12: 48-74.

- Özüdoğru, T. (2023). Durum ve Tahmin, Pamuk. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. TEPGE Yayın No: 380, E-ISBN: 978-605-7599-97-1.
- Stamp, P.A. (1987). *Creontiades pallidus* (Rambur) (Miridae, Hemiptera) a pest of cotton along the Euphrates river and its effect on yield and control action threshold in the Syrian Arab Republic. Tropical Pest Management, 33 (4): 273-389.
- Tezcan, F. (1991). Pamuk Yaprakbiti (*Aphis gossypii* Glov. Homoptera: Aphididae)'nin İzmir ve Manisa İllerinde Pamuktaki Biyolojisi ve Populasyon Dalgalanmalarını Etkileyen Faktörler Üzerinde Araştırmalar. Ege Ü. Fen Bilimleri Enstüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Bornova-İzmir. Doktora tezi. S: 78.
- Ulusoy, M.R. & Bayhan, E. (2003). Doğu Akdeniz Bölgesi sebze alanlarında yeni bir beyazsinek türü: Gümüşü yaprak beyazsineği, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (Homoptera: Aleyrodidae) Türkiye Entomoloji Dergisi, 27 (1):51-60.
- Ünlü, L. & Efil, L. (2004). Comparison of infestation ratio of Pink Bollworm (*Pectinophora gossypiella* Saund.) and Spiny Bollworm (*Earias insulana* Boisd.) on blind bolls in arid regions. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(10): 1711-1714.

”

Bölüm 9

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ PAMUK TARIMINDA AVCI (PREDATÖR) BÖCEKLER VE ÖNEMLERİ

Musa BÜYÜK¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi/ Dicle Üniversitesi, Diyarbakır Tarım Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Organik Tarım Programı. Sur-Diyarbakır, Türkiye, 21280. e-posta: musa.buyuk@dicle.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-2477-1155

Giriş

Pamuk, hem ülkemizde hem de Dünya’da büyük öneme sahip stratejik bir üründür. Üretilen kütlü pamuk, işlenmesi açısından çırçır sanayisinin, lifi ile tekstil endüstrisinin, çiğiti ile de yağ ve yem sanayisinin vazgeçilmez hammaddesidir.

Türkiye, dünyada pamuk ekim alanında on birinci, birim alandan elde edilen lif pamuk veriminde beşinci, pamuk üretim miktarında yedinci; pamuk tüketiminde dördüncü, pamuk ithalatında da dördüncü ülkedir (Özüdoğru, 2023).

Pamuk, ülkemizde Güney Akdeniz kıyı şeridinde: Antalya, Çukurova, Hatay; Güneydoğu’da: Gaziantep, Kahramanmaraş, Diyarbakır, Şanlıurfa, Mardin illeri ile Batı’da Muğla, Denizli, Aydın, İzmir, Balıkesir illeri uygun pamuk yetiştirme alanları olarak belirlenmiştir (Keskinkılıç, 2014).

Türkiye’de 2021/22 pamuk üretim sezonunda 432 bin ha alanda pamuk üretimi gerçekleşmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi 262 bin ha ekiliş alanı ile ülkemiz pamuk üretiminin %60’ından fazla bir ekiliş alanına sahiptir. Çukurova Bölgesi’nde 68 bin ha, Ege Bölgesi’nde 98 bin ha, Antalya’da ise 4 bin ha alanda ekim yapılmaktadır. (Özüdoğru, 2023).

Pamuk bitkisi ekiminden hasadına kadar geçen süreçte pek çok zararlı etmenin saldırısına maruz kalmakta, bu alanlarda yapılan bilinçsiz ve yanlış uygulamalarla zararlılara karşı kimyasal pestisitler kullanılmaktadır. Bunun neticesinde insan ve çevre sağlığı tehdit edilmekte, en önemlisi de canlılar arasında var olan doğal denge bozulmaktadır. Oysa Güneydoğu Anadolu Bölgesi Pamuk ekim alanlarında zararlı popülasyonlarının baskı altında tutulmasında doğal düşmanlar gerek tür zenginliği, gerekse popülasyon yoğunluğu bakımından oldukça ümitvar bulunmuştur (Karaat ve ark., 1987, Büyük ve ark., 2002).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekim alanlarında yapılan çalışmalara göre ana zararlılar; erken dönemde Thrips (*T. tabaci*) ve Çizgili pamuk yaprakkurdu (*Spodoptera exigua* Hbn.), Çiçeklenme ve Koza dönemlerinde İkinoktalı Kırmızıörümcek (*T. urticae*), Yaprakbitleri (*A. gossypii*, *Acyrtosiphon gossypii*, *Macrosiphum* sp.) ve olgunlaşma döneminde ise Yaprakpireleri (*A. decedens* ve *E. decipiens*)’dir. Bunların dışında pamuğun çimlenme ve fide döneminde Bozkurt (*Agrotis segetum* Shiff.ve *Agrotis ipsilon* Hufn.), tarak, çiçek ve koza dönemlerinde Yeşilkurt (*Heliothis armigera* Hbn.), Dikenlikurt (*Earias insulana* Boisd.), Pembekurt (*Pectinophora gossypiella* Saund.) ve Beyazsinek (*Bemisia tabaci* ve *B. argentigolii*)’in de lokal olarak görülebildiği bildirilmiştir (Karaat ve ark., 1987; Büyük ve ark., 2002).

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde GAP projesi ile birlikte bölgede sulama olanaklarının artmasına paralel olarak hastalık, zararlı ve yabancıotlarda bir artış, buna bağlı olarak da ilaç tüketiminde bir artışın olduğu bir gerçektir. Bölgede var olan doğal dengenin korunması, ikinci bir Çukurova örneğinin yaşanmaması ve bilinçsiz ilaç tüketiminin önlenmesi için pamuk üreticilerinin pamuk zararlılarını iyi tanıması, bitki fenolojisi ile ilişkisini iyi bilmesi, mücadele metotları konusunda bilgilendirilmesi ve ülkesel entegre mücadele projelerinin yürütülmesi gerekmektedir (Karaat ve ark., 1987; Göven ve Özgür, 1990, Büyük ve ark., 2002).

Bu çalışmayı hazırlamanın amacı, pamukta ürün kayıplarına neden olan zararlı etmenlerle mücadelede önemli görülen avcı böceklerin tanıtılması, biyolojik özelliklerinin bilinmesi ve bunların korunma ve desteklenmesine yönelik tedbirlerin alınması, entegre mücadele programlarında bu avcı böceklerin gözönünde bulundurularak ilaçlama sayısını azaltılması hedeflenmiştir. Bu şekilde kimyasal pestisitlerin çevreye olan olumsuz etkilerinin azaltılmasıyla, doğal dengenin korunması ve doğal düşmanların daha etkin hale getirilmesi, sürdürülebilir bir pamuk tarımının yapılması amaçlamıştır.

Bölgede yapılan çalışmalarda *Chrysopaerla carnea* Steph., *Orius* spp., *Nabis* spp., *Deraeocoris* spp., *Geocoris* spp., *Campylomma divesicornis* Reut. ve *Aelothrips collaris* Priesner predatörlerin hepsinin bölge pamuk ekilişlerinde yaygın ve sıkça bulundukları tesbit edilmiştir (Göven ve Efil, 1994; Büyük ve ark., 2002; Özpınar ve Yücel, 2002).

Karaat ve ark. (1986), Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekim alanlarında yararlı türlerden en fazla bulunan avcılarının heteropterlerden *Campylomma* spp., *Nabis* spp., ve *Deraeocoris* spp., neuropterlerden *C. carnea* ve anthocoridlerden *O. niger* ve *O. horvathi* türlerinin bulunduğunu belirtmişlerdir. *Orius* türlerinin haziran ortalarından ekim ayının ilk haftasına kadar pamuk ekilişlerinde bulunduğunu ve popülasyonlarının ağustos ayında en yüksek düzeye ulaştığını (35 adet/10 atrap 25 bitki) saptamışlardır.

Göven ve Özgür (1990), Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekim alanlarında Heteroptera takımına bağlı avcı böcekler içerisinde en büyük payı % 60 ile *C. diversicornis* ile *O. horvathi*, *O. niger* ve *O. minutus*'un oluşturduğunu ve popülasyonlarının artarak pamuğun olgunlaşma döneminde (Eylül başı) tepe noktasına ulaştığını saptamışlardır.

Uygun ve ark. (1993), GAP alanında yaptıkları faunistik çalışmada pamuk ekim alanlarında avcı heteropterlerden Anthocoridae familyasına ait *Orius* cinsine bağlı *O. minutus*, *O. horvathi*, ve *O. niger*, türlerinin bulunduğunu belirtmişlerdir.

Özpinar ve Yücel (2002), GAP alanındaki pamuklarda çoğu genel avcı olmak üzere 16 avcı türün saptandığını, çalışma yapılan alanlarda coccinellid, chrysopid ve nabadlerin düşük oranlarda belirlendiğini ve *O. minutus* ile *Aelothrips intermedius* Bagnall'un daha yüksek sayılarda bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Pamuk Tarımında Görülen Önemli Avcı Böcekler Tanıtları Ve Önemleri

Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekiliş alanlarında görülen önemli avcı böcekler taksonomik olarak aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir.

Pamuk Tarımında Görülen Avcı Böceklerin Taksonomik Gruplandırılması

Takım: Thysanoptera

Takım: Thripidae

Scolothrips longicornis Priesner

Familya: Aelothripidae

Aelothrips collaris Priesner

Aelothrips intermedius Bagnall

Takım: Coleoptera

Familya: Coccinellidae

Coccinella septempunctata L.

C. undecimpunctata L.

Adalia bipunctata (Goeze)

Adonia variegata L.

Hyperaspis quadrimaculata Redt.

Exochomus quadrimaculata (L.)

Stethorus gilvifrons (Mulsant)

Scymnus apertzi (Mulsant)

S. quadriguttatus (F. and K.)

S. leveillanti (Mulsant)

S. bivulnerus (Capra and Fürsch)

S. ararraticus Khnzoriar

Hemiptera

Familya: Miridae

Deraeocoris pallens Reut.

D. serenus (D. Sc.)

Campylomma diversicornis Reut.

Familya: Nabidae

Nabis pseudoferus Rem.

N. rugosus L.

Familya: Anthocoridae

Orius albidipennis (Reuter)

Orius horvathi (Reuter)

Orius vicinus (Ribaut)

Orius laevigatus (Fieber)

Orius niger Wolff

Familya: Lygaeidae

Geocoris megacephalus (R.)

G. pallidipennis (C.)

Piocoris erythrocephalus (P.,S.)

Familya: Reduviidae

Coranus aeqiptius (F.)

Takım: Neuroptera

Famiya: Chrysopida

Chrysoperla carnea (Steph.)

Takım: Diptera

Familiya: Syrphidae

Metasyrphus corollae Fabr.

Scaeva pyrausti (Linne.)

Pamuk Tarımında Görülen Avcı Böceklerin Tanınması ve Önemleri

Takım: Thysanoptera

Familiya: Thripidae (*Scolothrips longicornis* Priesner)

Thripidae familyası içinde yer alan avcı tripslerden *Scolothrips longicornis*, özellikle yüksek akar popülasyonlarında görülen ve altı noktalı thrips olarak bilinir. Ön kanatlarının üzerinde bulunan üçer adet açık kahverengi leke ile kolayca tanınır ve spesifik akar predatörlerinden birisidir. Kırmızı örümcekler ve thripslerle beslenirler. Önemli thrips predatördürleri ve biyolojik mücadelede önemli rol oynamaktadırlar. Bu sebeple doğada korunması ve etkinliklerinin arttırılması, bulunmayan yerlere kitle üretim ve salımı yapılarak bulaştırılması önemlidir (Birişik ve ark., 2018). Pamukta yaygın olarak tespit edilen tür *Scolothrips longicornis*'tir (Resim 1).



Resim 1. Scolothrips longicornis'in ergini ve nimfi (1)

Familiya: Aelothripidae (*Aelothrips collaris* Priesner, *A. intermedius* Bagnall,)

Terebrantia alt takımına bağlı çoğu predatör, birkaçı fitofag bireyleri içerir. Kanatlar geniş, kaideden uca doğru uzanan 2 damar ile çok sayıda enine damarlıdır. Koyu renkli; kanatları siyah beyaz bantlı-beneklidir (Resim 2). Terebrantia alt takımında ön bacakların tarsusu 2 segmentlidir. 10. abdomen segmenti konik ve çok defa uçta boyuna yarıktır. Ovipositor vardır. Erkeklerin abdomen ucu geniş olarak yuvarlaktır. Aelothripidae familyasından türlerin predatör olup daha çok *Thrips* ve *Taeniothrips* cinslerine bağlı türlerle beslenmektedir (Lodos, 1993).



Resim 2. *Aelothrips collaris* ve *A. intermedius* (2)

Takım: Coleoptera

Famiya: Coccinellidae (Uğur Böcekleri, Gelin Böcekleri)

Uğur böcekleri, değişik renk, desen ve büyüklüktedirler. Dünyada hemen hemen bütün ekosistemlerde yaşamaktadırlar. Yaklaşık 490 cinse bağlı 4200 Coccinellid türünün tanımlandığı bilinmektedir (İpert, 1999). Coccinellidlerin yaklaşık %90'ı avcı türler olup, diğerleri bitkilerle ya da funguslarla beslenmektedir.

Coccinellidler tüm dünyada, biyolojik mücadele uygulamalarında kullanılan türlerin bulunduğu önemli familyalardan biridir (Uygun, 1981). Coccinellidae familyası türlerinde ergin ve larvaların beslenme alışkanlıkları aynı olup, bu türlerin büyük bir çoğunluğu özellikle yaprakbiti gibi önemli bitki zararlısı ile beslenen avcılardır (Hodek, 1973). Erginler değişik renk ve büyüklükte olup, küçük (3-10 mm), yuvarlak, yarım küre şeklinde, kubbeli olup, genellikle kırmızı veya portakal renginde siyah benekleri vardır, bazıları ise siyah renkli ve kırmızı beneklidir. Bu renk ve benekler teşhiste önemlidir. Larvaları timsah benzeri bir yapıda larva-ya sahiptir (Resim 3).

Yumurtalarını yaprakbiti gibi avlarının yakınına, korunaklı yaprakların altına ya da kabukların yarıklarına küçük kümeler halinde bırakırlar. İlkbahar ve erken yaz aylarında, 1-3 aylık dönemde, 20 ile 1000 adetten daha fazla yumurta bırakırlar. Dört larva dönemi geçirirler ve larvaların gelişme süresi yaklaşık 20-30 gündür. Pupa süresi sıcaklık ve türlere bağlı olarak 3-12 gündür. Gelişme süreleri ise 30- 60 gündür. Ergin ömrü birkaç aydır. Yaygın türleri yılda bir veya iki döl verirler. Gelinböcekleri etkili bir yaprakbiti avcısıdır ve günde 200-300 yaprakbiti tüketebilirler. Türlerin çoğu besin olduğu sürece geç ilkbahardan erken sonbahara kadar aktif olabilir. Yaprakbiti kolonisini tükettikten sonra kırmızıörümcek ve thrips gibi diğer konukçularını aramaya başlarlar. Pamuk ekim alanlarında en yaygın bulunan coccinellid türleri *Coccinella septempunctata*, *Adonia variegata*, *Scymnus* sp. ve *Stethorus* sp. dir.

***Coccinella septempunctata*:** Turuncu-kırmızı elytra ve siyah noktalara sahiptir. Ancak, birkaç belirgin özelliğiyle tanımlanabilir. Bu türün elytrasında genellikle yedi siyah nokta. İki elytra arasındaki bağlantıyı köprüleyen scutellumun yanında bir nokta vardır; Her bir elytradaki üç noktanın yerleşimi değişkendir, ancak genellikle oldukça kalındır. Bu türün ayrıca pronotumun ön tarafı boyunca iki karakteristik soluk beyaz noktası vardır. Karnın ventral tarafı dışbükeydir ve neredeyse tamamen siyahtır; erkeklerin son karın segmentinde hafif tüyler vardır (Angalet et al., 1979; Cantrell, 2011; Gordon, 1985)

C. septempunctata'nın yumurtaları küçük (1 mm uzunluğunda) ve oval şekillidir. Larva evreleri sıcaklığa bağlı olarak renk bakımından değişken olabilir ancak genellikle koyu ve oldukça segmentlidir (Resim 3). Boyut her ardışık tüy dökümüyle artar (Angalet et al., 1979; Beverley et al, 2012; Cantrell, 2011). Pupa gri ile siyah renktedir, bazen dış tarafında beyaz veya turuncu işaretler bulunur. Dördüncü evreden itibaren gelişen sertleşmiş bir dış iskelete sahiptir (Cantrell, 2011).



Resim 3. *Coccinella septempunctata*'nın ergini, larva ve pupası

***Hippodamia (Adonia) variegata*:** 3-5,5 milimetreye kadar büyüklükte, hafif dışbükey ve oldukça uzun bir gövdesi vardır. Erkeklerin ön bacaklarının ilk segmenti oldukça genişlemiştir. Baş siyahtır, koyu renkli gözleri ve beyaz lekeleri vardır. Pronotum siyahtır, elytralar kırmızı veya turuncudur ve çok değişken sayıda (sıfırdan on üçe kadar) siyah nokta vardır (Resim 4). Scutellum üzerinde beyazla çevrili bir siyah nokta bulunur. Bacaklar siyahımsı kahverengidir ve uçları kahverengidir. Vücudun alt tarafı siyahtır.



Resim 4. *Hippodamia (Adonia) variegata* ergini, yumurtası ve larvası

***Scymnus* sp.:** Özellikle *Scymnus* türlerinin tanısında renk vb. özellikler tanım için yeterli olmadığından, kesin tanıya erkek genital organlarından gidilmektedir. *Scymnus* larvalarının üzeri ise beyaz mumsu bir madde ile kaplıdır (Resim 5) (Uygun,1981).



Resim 5. *Scymnus* sp. ergini ve larvası

***Stethorus* sp.:** Bunlar 1,2-1,5 mm boyunda, siyah renkli küçük coccinellidlerdir (Resim 6). Özellikle akarların orta ve yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaştığı durumlarda, popülasyonun hızla düşmesinde önemli rol oynarlar. Bir ergin dişi, günde yaklaşık 40 adet ergin akarı tüketebilir. Larva dönemleri ilerledikçe tükettikleri akar sayısı da artar. En küçük boyutlu coccinellidler olduğu için kırmızı örümcek ağları içerisinde kolayca hareket edebilmekte ve etkili olabilmektedir.



Resim 6. *Stethorus* sp. ergini ve larvası

Takım: Hemiptera

Familiya: Miridae

Hemiptera takımının en geniş familyasına sahip olan Miridae familyası yaklaşık 1.400 cins ve 10.000 türü içermektedir (Randall & Slater, 1995). Doğada en çok rastlanan böcek gruplarından birisidir. İlkbahardan sonbahara kadar her dönemde rastlamak mümkündür. Çok değişik renk ve büyüklükte olup, 2-15 mm uzunluğundadır. Fitofag yani bitki ile beslenerek zararlı oldukları gibi aynı zamanda avcı böcekler olup, zoofag-tırlar. Antenleri silindirik şeklinde olup, 4 segmentlidir, gözler iyi gelişmiş olup, ocelli bulunmaz.

Dişiler yumurtalarını genellikle bitki sapları veya yaprakları içine gömerler. Pek ender olarak, bazı türleri de bitkilerin üzerine bırakır. Yumurtada bırakma periyodu türlere ve sıcaklığa bağlı olarak değişmekte olup, bu süre 1-20 gündür. Diyapozda girmeyen yumurtalar için inkübasyon süresi 20 °C'de 10-16 gündür. Beş nimf dönemi geçirirler, bu süreç 20-30 °C'de 12- 35 gündür. Fitofag türler genellikle yılda bir döl vermesine rağmen predatör türler birden fazla döl vermektedir.

***Deraeocoris pallens* Reut., *D. serenus* (D. Sc.)**

Kanat ve bacakları üzerindeki açık kahverengi ve siyah renkli desenleri ile karakteristiktir (Resim 7). Hem ergin hem nimfi iyi bir avcıdır ve yaprakbitleri, kırmızıörümcek, thrips, yaprakpiresi, ve yeşilkurt bu avcı böceklerin konukçularıdır (Öztemiz ve ark., 2004). *Deraeocoris* cinsine ait tanımlanmış en az 210 tür vardır.



Resim 7. *Deraeocoris* sp. ergini ve nimfi (3)

***Campylomma diversicornis* Reut.:** *Campylomma diversicornis* Polifag bir avcı olup, pronotum ve kanatlar bal sarısı renkte, oldukça hareketli bir avcı böcektir (Resim 8). Pamuğun koza oluşturma ve olgunlaşma dönemindeki önemli zararlılardan *Tetranychus urticae* üzerinde etkili olması ve bu zararın görüldüğü dönem ile aralarında uyum olması nedeniyle doğadaki popülasyonunun korunmasının yararlı olduğunu bildirilmiştir (Göven ve ark., 1995).

Güneydoğu Anadolu bölgesi pamuk ekim alanlarında yürütülen çalışmalarda *Campylomma diversicornis*'in ergin oluncaya kadar beş nimf

dönemi geçirdiği, bir dölünü 25°C'de ortalama 29 günde tamamladığı, dişilerin yumurtalarını ovipositorları ile yaprakların ana damarlarına, yaprak ayasının sapla birleştiği yere çiçek ve tarakların tarak kısmına bitki dokuların içerisinde bir veya iki yumurta bulunan sucuk formunda paketler halinde bıraktıkları, yumurta bırakma ve besleme nedeniyle tarak dökümüne neden olabildikleri, nimflerin kırmızıörümceklerle beslenmeden önce dönem değiştirmedikleri ve nimfler arasında kanibalizm olduğu bildirilmiştir (Göven ve ark., 1995).



Resim 8. *Campylomma diversicornis* erginleri

Familiya: Nabidae

Nabidae familyası geniş bir coğrafik dağılıma sahip olup, 31 cins ve 380 tür içermektedir (Lattin, 1989). Türlerin hemen hepsi predatör olup, bitkiler üzerinde bulunurlar ve kendilerinden küçük yumuşak vücutlu olan diğer böcekleri, örneğin yaprakbiti, yaprakpireleri, küçük kelebek larvaları, Hemiptera nimflerini avlayarak beslenirler. Yetersiz av durumunda kanibalizm gösterirler.

Eginler 10-12 mm olup, vücut genellikle uzun, silindir şeklinde, nadiren uzunca-ovaldır. Ön bacakları avını yakalamak için iyi gelişmiştir. Renkleri çoğunlukla gri-esmer, siyah veya kırmızımsıdır. Baş uzun; antenleri uzun, silindir şeklinde ve normal olarak 4 segmentlidir. Gözler iyi gelişmiş olup, ocelli mevcuttur. Bazı türleri akşam karanlığında, bazı türleri de geceleyin faaliyette bulunarak gündüzleri muhtelif yerler de gizlenirler.

Yumurtadan çıkan nimfler ergine benzer, daha küçük ve kanatları yoktur, küçük böcek ve yumurtalar ile beslenirler. Beş nimf dönemi geçirirler ve bu süre yaklaşık 50 gündür. Kışı ergin olarak korunaklı yerlerde, yaprak artıklarında geçirirler, nisan-mayıs aylarında aktif olarak görülürler ve çok döl verirler. En çok görüldükleri zaman haziranın ayının ortalarından, ağustos ayının ortalarına kadar geçen süreçtir (Irwin & Shepard, 1980; Lodos, 1986). Paleartik bölgede bulunan en önemli türler *Nabis* cinsi içinde yer alır (Resim 9). Pamukta tespit edilen yaygın türler *Nabis punctatus* C., *N. pseudoferus* Rem., *N. rugosus* L. (Resim

9)'tur. Pamuk Yaprakkurdu, Çizgili Yaprakkurdu, Yeşilkurt, Yaprakbiti, Yaprakpireleri, Kırmızı örümcek ve Thrips de konukçuları arasındadır (Öztemiz ve ark., 2004).



Resim 9. *Nabis punctatus*, *N. pseudoferus* ve *N. rugosus*'un ergin bireyleri ergini

Familiya: Anthocoridae

Anthocoridae familyasının türleri dünyanın her tarafına yayılmış, yaklaşık 80-100 cins ve 500-600 türü bulunmaktadır, Küçük boylu olup, 1,5-.5 mm, vücutları yassı, oval, uzunca ve kanatlarının üst kısmı kahve-rengimsi veya siyah-beyaz renktedir (Resim 10). Baş öne doğru uzamış, gözler iri, anten 4 segmentlidir (Lodos, 1986; Önder, 1982).

Anthocoridae familyasının pek çok türü predatör olup, biyolojik mücadelede oldukça önemlidir. Avları genellikle küçük böcekler (thripsler, aphidler, küçük tırtıllar ve çeşitli böceklerin yumurtaları) ve akarlar-dır (Lattin, 1999). Çizgili Yaprakkurdu, Yeşilkurt, Yaprakbiti, Kırmızı örümcek ve Thrips konukçuları arasındadır (Öztemiz ve ark., 2004). *Anthocoris* ve *Orius* cinsine bağlı bazı üyeleri zaman zaman bitki özsuyla beslenerek (Önder, 1982) zoofitofag özellik gösterebilmektedirler. *Orius* türleri polenle de beslenmektedir ve daha çok pamuk çiçeklerinin içinde bulunurlar. Kanibalizm de görülmektedir.

Lodos (1986), Anthocoridae familyası türlerinin “küçük korsan tahtakuruları veya çiçek tahtakuruları” adıyla bilindiğini, nimf ve erginlerinin avcı olduğunu, çoğunlukla çiçekler üzerinde bulunduğunu, buralardaki afit, kabuklubit, psillid, akar, trips, cüce ağustosböcekleri, beyazsinekler ve benzeri küçük ve yumuşak vücutlu böceklerle beslendiğini, *Orius* cinsine bağlı *O. niger* ve *O. minutus* türlerinin bulunduğunu bildirmiştir.

Yumurtalarını avlarının bulunduğu konukçu bitkilerin epidermisine beyaz operkulum dışarıda kalacak biçimde gömerek bırakırlar (Resim 11). Genellikle daha genç bitki dokularını tercih etmektedirler. Yaklaşık olarak 200 yumurta bırakabilmektedir (Hodgson & Aveling, 1988). Anthocorid nimfleri 5 dönem geçirmekte (Resim 11), 20 °C’de 16-22 günde ergin hale geçebilmektedir. Bazı türleri tek döl verdiği gibi, çok döl veren türleri de içermektedir.



Resim 10. *Orius albidipennis*'in ergininin dorsal ve ventral görüntüsü ile pamuk çiçeğindeki görünümü



Resim 11. *Orius albidipennis*'in bitki dokusuna gömülü yumurtalarının binoküler altındaki görünümü ile nimflerinin yaş itibarı ile görüntüsü

Pericart (1972), *O. albidipennis*'in Akdeniz havzası ve Batı Avrupanın Atlantik Bölgesinde oldukça yaygın bir tür olduğunu belirtmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk alanlarında tespit edilen *Orius* türleri *Orius albidipennis* (Reuter), *O. horvathi* (Reuter), *O. vicinus* (Ribaut), *O. niger* Wolf ve *Orius laevigatus* (Fieber) türleri olduğu, bunlardan *O. albidipennis* türünün çalışmanın yapıldığı yer ve yıllarda % 81.98 bulunma oranıyla en hakim tür olduğu bildirilmiştir (Büyük ve Kazak, 2009).

Büyük ve Kazak (2010), Avcı böcek *Orius albidipennis* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae)'in sıcak iklim kuşağına uyum sağlamış ve daha çok Akdeniz'e komşu ülkelerde yaygın bulunan önemli bir avcı böcek olduğunu, Türkiye'deki varlığı ve ilk teşhisinin ilk kez 2007 yılında Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekilişlerinde yapılan bir çalışmada belirlendiğini bildirmiştir. Bu avcı böceğin gerek preovipozisyon gerekse ergin öncesi gelişim sürelerini kısa sürede tamamlaması, yumurta veriminin ve yumurta açılma oranlarının yüksek olması bu avcı böceğin en olumlu yönleri olduğunu, pamuğun çiçeklenme döneminden, hasada kadar yaygın olarak varlığını sürdürdüğünü belirtmiştir.

Familiya: Lygaeidae

Lygaeidae familyasının yaklaşık 3000'e yakın türü bilinmektedir (Lodoss, 1986). Erginler 4-20 mm uzunluğunda, vücutları oval, yassı ve uzunca olup, kahverengiden kırmızımsı renge kadar değişen parlak renktedirler. Arka kanatları damarlıdır, ocelli mevcut olup, anten 4 segmentlidir.

Türlerinin çoğu bitkilerle, özellikle de bitki tohumları ile beslenirler. Genellikle toprak yüzeyinde, taş ve döküntülerin altında ve alçak bitkiler üzerinde bulunurlar (Lodos ve Önder 1986). Bazı türleri predatördür. Geocorinae alt familyasına bağlı türler çoğunlukla predatördür (Resim 12). Yumuşak vücutlu böcekleri sokup emerek beslenirler. Kışı ergin olarak geçirirler. Uzunca oval şekilli yumurtalar tek tek ya da küçük gruplar halinde bırakılmaktadır.

Bir dişinin ortalama 63.1 adet yumurta bıraktığı bildirilmiştir. Nimfleri 5 gömlek değiştirdikten sonra ergin olmakta olup, bu süre yaklaşık 25 gündür (Zobar ve Kıvan 2005). Yumurtadan ergine gelişme süresi yaklaşık 30 gündür. Ergin ve nimfleri avcılardır, av yokluğunda polen ve nektar ile de beslenirler. Pamukta tespit edilen yaygın türler; *Geocoris megacephalus* (R.), *G. pallidipennis* (C.), *G. (Piocoris) erythrocephalus* (P.S.) ve *G. luridus* Fieb'tur. (Resim 12). Çizgili Yaprakkurdu, Yeşilkurt, Yaprakbiti, Kırmızıörümcek, Thrips ve Yaprak pireleri konukçuları arasındadır (Öztemiz ve ark., 2004).



Resim 12. *Geocoris megacephalus*, *G. pallidipennis* ve *G. (Piocoris) erythrocephalus* erginleri

Familiya: Reduviidae (Katil Böcekler/Suikastçı Böcekler)

Boyutları 5 mm'den 40 mm'ye kadar değişebilir. Vücut şekilleri ince ve uzun, tombul veya yassı olabilir. Baş genellikle uzun ve silindirik bir yapıya sahiptir. Başın üzerinde belirgin bileşik gözler bulunur. Çoğu türde ocelli (basit gözler) bulunur. Antenler Genellikle uzun, ince ve 4 segmentlidir (Resim 13).

Ağız yapısı: En belirgin özelliklerinden biri, kısa, kalın ve üç segmentli, kavisli rostrumlarıdır (ağız hortumu). Dinlenme halindeyken bu rostrum, başın altında bulunan bir yiv içine oturur ve sürtünme sesleri çıkarmak için kullanılabilir. Avlarını delmek ve iç organlarını emmek için özelleşmiştir. Gövde Çeşitli renk ve desenlerde olabilirler; kahverengi, siyah, gri, kırmızı veya sarı tonlarında olabilirler.

Vücut yüzeyleri kıllı, pürüzlü veya düz olabilir. Pronotum (ön göğüs)

ve scutellum (kalkan) yapıları türden türe büyük farklılıklar gösterebilir. Kanatlar Çoğu türde kanatlar tamamen gelişmiştir (makropteröz) ve uçmaya yeteneklidirler. Bazı türlerde kısmen gelişmiş (brakipteröz) veya kanatsız (apteröz) formlar da görülebilir. Bacaklar Genellikle güçlüdür. Ön bacaklar çoğu türde av yakalamak için özelleşmiş ve bazen kalınlaşmış (raptorial) yapıdadır. Bacaklarda avı tutmaya yarayan dikenler veya kıllar bulunabilir. Tarsi (ayak bilekleri) genellikle 3 segmentlidir (4).

Reduviidae familyası, Türkiye faunasında oldukça yaygın ve tür çeşitliliği açısından zengin bir gruptur. Ülkenin çeşitli ekosistemlerinde, ormanlarda, tarım alanlarında, dağlık bölgelerde ve hatta kırsal yerleşimlerde birçok Reduviidae türüne rastlamak mümkündür. Bazı türler, orman zararlıları veya tarım zararlıları ile mücadelede doğal düşman olarak araştırılmaktadır.



Resim 13. *Coranus sp.* erginleri ve nimfi (4)

Takım: Neuroptera

Familya: Chrysopidae (Afid Aslanları)

Neuroptera takımının en geniş familyasıdır. Yaklaşık 90 cins ve 4500 türe sahiptir. En yaygın türleri *Chrysopa* ve *Chrysoperla* cinslerine bağlıdır. Erginler 12-20 mm uzunluğunda, yeşil, yeşilimsi kahverengi, kanat uzunluğu 15-30 mm saydam olup, damarları karakteristiktir, altın renginde petek göz ve uzun filiform antene sahiptirler (Resim 14).

Chrysopidae familyası türleri genelde yaprakbitlerinin avcıları olarak bilinmekle birlikte akarlar, thripsler, beyazsineklerin ergin öncesi dönemleri ve yaprakpireleri gibi pek çok böcek grubu üzerinde beslenmektedirler (Stark & Whitford, 1987). Doğal ekosistemlerde oldukça yaygın olarak görülmesi, kitle üretimlerinin kolaylığı, tüketim güçlerinin ve arama kabiliyetlerinin yüksek olması, kimyasal ilaçların kullanımından sonra bölgede erken görülmeleri biyolojik mücadele çalışmalarında bu grup üzerine olan ilgiyi arttırmaktadır (Bozsık, 1995). Tek tek veya küçük gruplar halinde ince bir sap üzerinde yaklaşık 100-200 adet yumurta bırakırlar. Larvalar 3-6 gün içerisinde çıkış yapar. Larvaları çok aktif olup, gri veya kahverengimsi renkte, iyi gelişmiş bacak ve orak şeklinde

ağız parçasına (mandibulaya) sahiptirler (Resim 14). Bu yapı avını yakalayabilmek ve avının vücut sıvısını daha iyi emebilmek için gelişmiştir.

Yumurtadan çıkan larva üç larva dönemi geçirdikten sonra yaklaşık 1-3 hafta sonra bir kokon içerisinde pupa olur. Gelişmesini 26 °C sıcaklıkta 20-25 günde tamamlar. Yılda iki veya daha fazla nesil verebilir. Kışı prepupa olarak geçirirler, ancak *Chrysoperla carnea* ergini kışı yeni çıkış yapmış ergin olarak geçirirler. Türlerle ve çevre koşullarına bağlı olarak hayatı boyunca yaklaşık 100-600 adet yaprakbiti veya av tüketir, erginleri polen, nektar ve yaprakbitlerinin balımsı maddesi ile beslenir.

Biyolojik mücadelede bu türlerin korunması önemlidir, özellikle erginlerin beslenmesi için çiçekli bitkilerin bulundurulması ve şekerli su pülverize edilmesi yarar sağlar.



Resim 14. *Chrysoperla carnea* erginleri, yumurtaları ve nimfi

Takım: Diptera

Familiya: Syrphidae

Çiçek sinekleri olarak bilinen Syrphidae familyası arılara benzer ancak bir çift kanada sahip olması ile tanınırlar (arılar ise iki çift kanada sahiptir). Sarı siyah renkleri, iri petek gözleri ile kolayca tanınırlar (Resim 15).

Kanatlarındaki damarlanma teşhisi için önemlidir. 4-35 mm boyutunda, koyu kahverengimsi, siyah renkte üzerinde genellikle parlak sarı veya turuncu bantları ile bilinirler. Dünyada yaklaşık 6 000 türü tespit edilmiştir (Sommaggio, 1999; Capinera, 2004).

Yaşayış yönünden çok büyük farklılıklar gösterirler. Erginler nektar ve polen ile larvalar bitki artıkları, su döküntüsü, odun vb. ile beslenirler. Özellikle yaprakbiti avcılarıdır, bazı larvalar karınca ve arı gibi sosyal böceklerin yuvalarında ve suda ölü organik materyallerde yaşarlar, çok azı bitki ile beslenir.

Yumurtaları beyaz, uzun ve yapışkan bir madde ile kaplıdır (Milne

& Milne, 1980). Larva silindirik şeklinde, alaca kahverengi veya kirli yeşildir, vücudun ön tarafı daha dar ve baş ufalmıştır, Yılda genellikle 2-3 döl verirler. Yumurtalarını su veya çürüyen organik madde üzerine yan yana paket halinde (80-200 yumurta/dişi) bırakırlar. Yumurtadan çıkan larva üç dönem geçirir. Pupa genellikle toprak yüzeyinin altında olup, bu süre 8-10 gündür. Çıkan erginler çiçekli bitkileri arar ve polen, nektar ile beslenir. Mart-aralık aylarında görülmesine rağmen en bol ekim ve kasım aylarında bulunurlar.

Geç sonbahar aylarında kışı ergin olarak geçirirler. Syrphidae familyasına bağlı türlerin ekonomik önemi fazladır. Erginler polinatör böcek olarak görev yaparlar, larvalar ise yaprakbiti, thrips gibi zararlıların avcıları olup, biyolojik mücadele açısından önemlidir (Resim 15). Yaprakbitleri ile beslenen bir larva gelişmesi süresince yaklaşık 400 adet yaprakbitini tüketirler. Pamukta tespit edilen türleri; *Metasyrphus* (*Eupeodes*) *corallae* (Fabr.) ve *Scaeva pyrastris* (L.) dir (Anonymus, 2008).



Resim 15. *Metasyrphus* (*Eupeodes*) *corallae* erginleri ve larvası

Sonuç

Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk ekim alanları doğal düşmanlar ve özellikle de avcı (predatör) böcekler açısından oldukça zengin bir faunaya sahiptir. Bu çalışmada bölgedeki pamuk tarımında görülen önemli ve yaygın avcı böcekler tanıtılmaya çalışılmış, kısa biyolojik özellikleri ve beslendikleri avları hakkında bilgiler derlenmiştir.

Doğal düşmanlar, konukçusu olan avlarının yoğunlaştığı yere daha sonra gelirler. Çünkü beslendikleri avları orada bulunmadığı sürece yaşamları zorlaşır. Bu nedenle zararlıların görüldüğü yerlerde bir süre sabırlı olmalı ve doğal düşman aktivitesinin oluşmasını beklemek gerekir. Zararlılarla mücadelede zararlı görülür görülmez değil, Ekonomik zarar eşiğine (EZE) kadar beklemek, sonra gerekirse mücadeleye başlamak gerekir.

Mücadelede Biyoteknik ve entegre mücadele yöntemleri öncelikli

düşünülmelidir. Mücadeleye karar vermeden önce muhakkak sayım ve gözlemlere dayalı veriler elde edilmeli, gerekirse doğal düşmanları iyi tanıyan teknik elemanlardan destek alınmalıdır. Kimyasal mücadeleye karar verildiği zaman da mümkün olduğunca spesifik ve kısa etki süreli pestisitler seçilmeli, gerekirse lokal veya şerit şeklinde ilaçlamalara öncelik verilmelidir. Doğal düşmanların korunması ve desteklenmesi amacıyla tarla kenarlarındaki çiçekli yabancıotlar korunmalıdır.

Bunları Biliyormuydunuz?

1. Bir tek *Coccinella septempunctata* dışisinin meydana getirdiği döllerin bir vejetasyon süresi içerisinde 129.780 adet yaprakbiti yiyebildiğini,

2. Bir tek *C. septempunctata* larvası günde 50-100 adet, ergin oluncaya kadar yaklaşık 1000 adet ve ergin hayatı boyunca ise 9000 adet yaprakbiti yiyebildiğini,

3. Bir tek coccinellid larvasının gelişme süresi içerisinde yaklaşık 3.100 adet kabuklubiti yiyebildiğini,

4. Bir tek *Chrysoperla carnea* larvası günde 90 yaprak biti veya 1176 kırmızı örümcek yumurtası veya 84 yeşil kurt yumurtası tüketebildiğini,

5. *Campylomma diversicornis* ergin oluncaya kadar 150 adet kırmızı örümcek ergini tükettiğini,

6. Bir tek syrphid larvasının larva gelişimi süresince (12-25 gün) ortalama 400-600 adet yaprakbiti tüketebildiğini,

7. *Stethorus* spp. Ergin oluncaya kadar 160 kırmızıörümcek erginini veya 640 kırmızıörümcek yumurtası tükettiğini,

8. *Nabis pseudoferus* ergini günde 20' ye yakın Yeşilkurt yumurtası tüketebildiğini

BİLİYORMUYDUNUZ?

Kaynaklar

- Angalet, G., Tropp, J. & Eggert, A. (1979). *Coccinella septempunctata* in the United States: recolonization and notes on its ecology. *Environmental Entomology*, 8: 896-901.
- Beverley, C., Roberts, P. & Simpson, D. (2012). "Invasive Species Compendium" (Çevrimiçi). 08 Ağustos 2012'de <http://www.>

- cabi.org/isc/?compid=5&dsid=11733& loadmodule= datasheet & page=481&site=144 adresinden erişildi.
- Bozsik, A. (1995). Effect of some zoocides on *Chrysoperla carnea* adults (Planipennia, Chrysopidae) in the laboratory. Anz. Schadlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz, 68: 58-59.
- Büyük, M., Eren, S. Baran, B. & Demir, A. (2002). GAP Bölgesi Pamuk Üretiminde Mevcut Zirai Mücadele Sorunları ve Çözüm Önerileri. Türkiye V. Pamuk, Tekstil ve Konfeksiyon Sempozyumu Bildirileri. 28-29 Nisan, Diyarbakır, S: 177-185.
- Büyük, M. & Kazak, C. (2009). Diyarbakır ve Şanlıurfa İllerinde Pamuk Yetiştirilen Alanlarda Saptanan *Orius* (Hemiptera: Anthocoridae) Türleri ve Yaygınlıkları. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 15-18 Temmuz, Van, S: 330.
- Büyük, M. & Kazak, C. (2010). Avcı Böcek *Orius albidipennis* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae)'in Laboratuvar Koşullarında Bazı Biyolojik Özellikleri. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1(2): 109-117.
- Birişik, N., Kütük, H. Karacaoğlu, M. Yarpuzlu, F. İslamoğlu & M. Öztemiz, S. (2018). Teoriden Pratiğe Biyolojik Mücadele. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara. ISBN: 978-605-2207-11-6, S: 224.
- Cantrell, C. (2011). "Seven-spotted Lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae)" (On-line). Accessed August 07, 2012 at <http://ninnescahlife.wichita.edu/node/378>.
- Gordon, R. (1985). The Coccinellidae (Coleoptera) of America north of Mexico. New York Entomological Society, 93: 1-912.
- Göven, M.A. & Özgür, F. (1990). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde *Thrips tabaci* Lind (Thysanoptera, Thripidae)'nin populasyonuna doğal düşmanların etkisi. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi, 26-29 Eylül, Ankara, S: 155-164.
- Göven, M.A. & Efil, L. (1994). Dicle vadisi pamuk alanlarında zararlı yeşilkurt (*Heliothis armigera* Hübn.) (Lepidoptera: Noctuidae)'un doğal düşmanları ve etkinlikleri üzerinde araştırmalar. Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi, 25-28 Ocak, İzmir, S: 449-457.
- Güven, M.A., Karaat, Ş. & Yılmaz, T. (1995). Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk alanlarında önemli yararlı türlerden biri olan *Campylomma diversicornis* Reut. (Heteroptera, Miridae) nin bazı biyolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi, 19 (4): 259-266.
- Hodek, I. (1973). Biology of Coccinellidae. Acedemy of Science Prague. 260 p.
- Iperti, G. (1999). Biodiversity of predaceous in relation to bioindication and economic importance. Agriculture, Ecosystem and Environment, 74: 323-342.
- Irwin, M.E. & Shepard, M. (1980). Sampling predacious Hemiptera on soybean. Pages 505-531.
- Karaat, Ş., Göven, M.A. & Mart, C. (1986). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde

- pamuk ekim alanlarında yararlı türlerin genel durumları. Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi, 12-14 Şubat, Adana, S: 173.185.
- Karaat, Ş., Göven, M.A. & Mart, C. (1987). Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk alanlarında zararlılar ile bitki gelişim dönemleri arasındaki ilişkiler. Türkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 13-16 Ekim, İzmir, S: 189-198.
- Keskinkılıç, K. (2014). Türkiye Pamuk Durumundaki Gelişmeler. Available from: [accessed May 19 2025].
- Lattin J. D. (1999). Bionomics of the Anthocoridae. Annu. Rev. Entomol., 44: 207-231.
- Lodos, N. (1986). Türkiye Entomolojisi II, Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, İzmir, S: 429-580.
- Lodos, N. & Önder, F. (1986). Heteroptera Türkiye ve Palearktik Bölge Familiaları hakkında genel bilgi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No. 359, Bornova, İzmir, S: 111.
- Lodos, N. (1993). Türkiye Entomolojisi III Genel, Uygulamalı ve Faunistik. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 456, S: 167.
- Milne, L. & Milne, M. (1980). The Audubon Society field guide to North American insects and spiders. Alfred A. Knopf, Inc., New York, NY.
- Önder, F. (1982). Türkiye Anthocoridae (Heteroptera) faunası üzerinde taksonomik ve faunistik araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No 459, İzmir, S: 159.
- Özpınar, A. & Yücel, A. (2002). Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) alanındaki pamuklarda zararlı ve avcı böceklerin belirlenmesi. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, 4-7 Eylül, Erzurum, S: 247-255.
- Öztemiz S., Göven, M.A., Güllü, M., Tatlı, F., Üremiş, İ., Çetin, V., Aksoy, E. & Bülbül, Z. F. (2004). Mısır Entegre Mücadele Teknik Talimatı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. Ankara, S: 101.
- Özüdoğru, T. (2023). Durum ve Tahmin, Pamuk. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. TEPGE Yayın No: 380, E-ISBN: 978-605-7599-97-1.
- Pericart, J. (1972). Hemipteres: Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'Ouest Palearctique. Masson et Cie ed., Paris. 402 pp.
- Randall, T.S. & Slater J.A. (1995). True bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera) Classification and Natural History. Cornell Univ. Pres., 337 p.
- Sommaggio, D. (1999). Syrphidae: Can they be used as environmental bioindicator Agriculture, Ecosystem and Environment, 74: 343-356.
- Stark, S.B. & Whitford, F. (1987). Functional response of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) larvae feeding on *Heliothis virescens* (Lep.: Noctuidae) eggs on cotton in field cages. Entomophaga, 12 (5): 521-527.
- Uygun, N. (1981). Türkiye Coccinellidae (Coleoptera) faunası üzerinde taksonomik araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 157. Bilimsel Araştırma ve İnceleme Tezleri, No: 48, S: 111.

- Uygun, N., ve 24 Ark., (1993). GAP Alanında Zirai Mücadele Politikasına Esas Teşkil Edecek Hastalık, Zararlı ve ve Yabancıotların Saptanması (Proje Bileşeni No: 5.4.2.). Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) Tarımsal Araştırma, İnceleme ve Geliştirme Proje Paketi, Adana, S: 187.
- Zobar, H. & Kıvan, M. (2005). *Lygaeus equestris* (L.) (Heteroptera: Lygaeidae)'in Bazı Biyolojik Özellikleri. Trakya Univ. J. Sci., 6 (1): 59-62.

”

Bölüm 10

NAR HASTALIKLARI

Serkan BAYMAN¹

¹ Araş. Gör. Dr. / Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Diyarbakır, Sur Türkiye, 21280. e-posta: serkan.bayman@dicle.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-4573-8688

Giriş

Nar (*Punica granatum* L.), antik çağlardan bu yana insanlar tarafından tüketilen, tropikal ve subtropikal bölgelerde yetiştirilen bir meyve türüdür. Latince adı “taneli elma” anlamına gelen *Malum granatum* ifadesinden türemiştir. Nar ağacı, bükülmüş ve dikenli gövdesi, uzun yeşil yaprakları ve turuncu-kızıl renklerdeki çiçekleriyle dikkat çeker. Meyvesi küresel yapıdadır ve çapı 6-12 santimetre (cm) arasında değişir. Kabuğunun rengi sarıdan koyu mora kadar geniş bir skalada bulunabilir. Bu meyve yalnızca lezzetli olmasıyla değil, aynı zamanda sağlık açısından faydalı olan birçok fitokimyasal madde içermesi nedeniyle de yoğun ilgi görmektedir. Özellikle polifenol, flavonoid ve tanen gibi maddeler narın besin değerini artıran önemli bileşenlerdir (Valero-Mendoza et al., 2023).

Taksonomik olarak nar, Myrtales takımına aittir ve büyük olasılıkla Saxifragales takımından türemiştir. Lythraceae familyası, Sonneratiaceae ve Punicaceae familyalarının atası olarak düşünülmektedir. 1753 yılında Linnaeus tarafından tanımlanan *Punica* cinsi, Lythraceae familyasına dahil edilmiştir. Punicaceae familyasında sadece *Punica* cinsi yer almakta ve bu cins içinde yalnızca iki tür bulunmaktadır: *Punica granatum* ve *Punica protopunica* (Singh et al., 2016).

Taksonomisi (EPPO, 2025):

-**Krallık:** Plantae

-**Şube:** Magnoliophyta

-**Sınıf:** Angiospermae

-**Takım:** Myrtales

-**Familya:** Lythraceae

-**Cins:** *Punica*

-**Tür:** *Punica granatum*

Nar fitokimyasalları içerisinde baskın olarak polifenoller yer alır. Bu polifenoller arasında flavonoidler (flavonoller, flavanoller, antosiyaninler), yoğunlaştırılmış tanenler (proantosiyanidinler) ve hidrolize edilebilir tanenler (ellagitanninler, gallotaninler) bulunmaktadır. Bu kimyasallar, narın antioksidan kapasitesini oluşturan başlıca maddelerdir (Dahham et al., 2010).

Narın sağlık açısından popülerliği; düşük ve yüksek yoğunluklu lipoprotein (LDL-HDL) oksidasyonunun önlenmesi, kan basıncının düzenlenmesi, iltihap ve ateroskleroz gibi hastalıkları önlemesi, ayrıca prostat kanseri, kalp hastalıkları ve HIV-1 virüsüne karşı koruyucu etkileriyle ilişkilendirilmiştir. Bu etkiler, narın yüksek antioksidan kapasitesiyle açıklanmaktadır. Fenolik asitler, antosiyaninler ve askorbik asit bu aktiviteden sorumlu başlıca bileşenlerdir (Zarei et al., 2011).

Nar, yalnızca taze meyve olarak tüketilmekle kalmayıp, aynı zamanda nar suyu, reçel gibi endüstriyel ürünlerin üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yaprakları, meyveleri ve kabukları tıbbi ve geleceksel kullanım alanlarına sahiptir. (Akbarpour et al., 2009). Artan pazar talebi doğrultusunda, yüksek kalitede ürün elde etmek amacıyla farklı çeşitlerin karakterize edilmesi önemli hale gelmiştir. Ilıman iklim koşullarına ihtiyaç duyan nar bitkisi, olgunlaşma sürecinde yüksek sıcaklık ister. Bu nedenle özellikle Akdeniz Havzası, Güney Asya, Kuzey ve Güney Amerika gibi bölgelerde yaygın bir şekilde yetiştirilmektedir. Akdeniz iklimine başarılı bir şekilde uyum sağlayabilmesi, nar'ın geniş bir alana yayılmasına neden olmuş ve zamanla pek çok farklı bireyin oluşmasına yol açmıştır (Martinez et al., 2006).

Nar, tarih boyunca birçok kültürde önemli yer tutmuştur. Kuran, İncil, Budist ve Çin sanatında nar simgesel bir anlam taşır. Yunan botanikçi Theophrastus tarafından yaklaşık 2350 yıl önce tanımlanmış ve birçok Yunan ile Türk mitinde de yer bulmuştur. İncir, hurma, üzüm ve zeytinle birlikte kültüre alınan ilk beş meyveden biridir. İran'da ya da çevresinde ortaya çıktığı düşünülse de, Rus botanikçi Nikolay İvanoviç Vavilov nar'ın Yakın Doğu kökenli olduğunu belirtmiştir. Narın milattan sonra (MS) birinci yüzyılda İran'dan Hindistan'a, 1416 yılında ise Endonezya'ya kadar ulaşmış olduğu; ardından İspanyol denizciler aracılığıyla Amerika kıtasına ve Kaliforniya'ya taşındığı düşünülmektedir (Chandra et al., 2010).

Ancak menşei itibarıyla narın, Kuzey Hindistan'daki Himalaya eteklerine özgü olduğuna dair farklı görüşlerde mevcuttur. Bu görüşe göre; zamanla İran, Afganistan ve Gürcistan gibi Orta Asya ülkelerinde yaygın şekilde yetiştirilmiş, dördüncü yüzyıldan itibaren Hindistan'da kültüre alınmıştır. Bu süreçte ticaret, denizcilik ve kültürel iletişim yoluyla Myanmar, Güneydoğu Asya, Çin gibi bölgelere yayılmıştır (Ge et al., 2021).

Özetle nar'ın yayılışı, Himalaya'lardan İran'a kadar uzanır. Ancak antik çağlardan itibaren tüm Akdeniz boyunca yetiştirilmiş ve doğallaştırılmıştır. Ayrıca Güneydoğu Asya'nın kurak bölgelerinde, Doğu Hint Adaları ve tropikal Afrika'da da yetiştirilmektedir.

Günümüzde dünya genelinde nar üretimi yapılan başlıca ülkeler şunlardır: Amerika Birleşik Devletleri, Afganistan, Azerbaycan, Cezayir, Çin, Hindistan, Irak, İran, İspanya, İtalya, Mısır, Peru, Suudi Arabistan, Suriye, Tunus ve Türkiye. Bunlar arasında Hindistan, Çin, İran, Türkiye ve Mısır, dünya nar üretiminin yaklaşık %86'sını karşılamaktadır (FAO, 2023).

Nar ağacı genellikle 3,6-4,5 metre (m) boylanabilir. Çok sayıda dikenli dala sahip olan bu ağaçlar, uzun ömürlü olmalarıyla da dikkat çeker. Fransa'daki Versay'da 200 yıldan daha eski olduğu bilinen ağaçlarla kanıtlandığı gibi son derece uzun ömürlü olabilir. Yaprakları parlak ve mızrak şeklindedir. Ağaç yaşlandıkça kabuk griye döner. Çiçekleri kırmızı, beyaz veya alacalı olabilir ve boru şeklinde kalikslidir. Olgun meyve 12,7 cm genişliğe kadar ulaşabilir, koyu kırmızı kösele kabuğu ve sivri kaliksiyle tanınır. İçerdiği tohumlar beyaz zarlarla ayrılmıştır ve bu tohumlar az miktarda ekşi kırmızı sıvıyla çevrilidir. Genel olarak narlar, süs veya tıbbi amaçlı kullanılan küçük, beyaz çiçekli türlerle; yenilebilir, kırmızı çiçekli, büyük meyveli türler olmak üzere sınıflandırılır (Jurenka, 2008).

Nar, iyi drene edilmiş sıradan topraklarda en iyi gelişimi gösterir. Bununla birlikte kireçli, hafif asidik tınlı topraklarda ve taşlı çakıllarda da gelişebilir. İklim yönünden ise yarı kurak ılıman ila subtropikal bölgelerde daha verimli sonuçlar verir. Serin kışlar ve sıcak yazlar gelişimi desteklerken, nemli iklimler meyve oluşumunu olumsuz etkileyebilir. Ağaç, -11 santigrat derece (°C)'nin altındaki sıcaklıklarda zarar görebilir. Kuraklığa dayanıklı olmasına karşın, meyve verimliliği için düzenli sulama gereklidir. Özellikle yeni dikilen fidanlar kurak dönemlerde 2-4 haftada bir sulanmalıdır. Ayrıca orta derecede tuzlu toprak ve suya karşı toleransı da bulunmaktadır (Kumari et al., 2012).

Nar meyvesi, özellikle hasat sonrası dönemde karşılaştığı patojen tehditleri nedeniyle uzun süreli depolama açısından risk altındadır. Hem hasat öncesi hem de sonrası süreçte, meyve kalitesini ve raf ömrünü olumsuz etkileyen çeşitli patojenlerin saldırısına açık olan nar, bu etmenler sebebiyle ekonomik açıdan ciddi kayıplarla karşı karşıya kalmaktadır. Patojenlerin neden olduğu doku tahribatı, meyveyi ticari olarak değersiz hale getirirken, özellikle çeşitli bakteri ve fungus türleri narda görülen hastalıkların başlıca sebeplerini oluşturmaktadır (Tziros & Tzavella-Klonari, 2008; Mondal et al., 2012). Bununla birlikte, nar meyvesinin pazarlanabilirliğini sınırlayan diğer fizyolojik bozukluklar arasında kabuk çatlaması, soğuk zararı, güneş yanıklığı ve yosun oluşumu gibi faktörler de yer almaktadır (Caleb et al., 2012).

Narın fungal hastalıkları arasında; *Botrytis cinerea* (gri küf), *Alternaria alternata* (kahverengi çürüklük), *Aspergillus niger* (kalp çürüklüğü),

mavi/yeşil küf çürüklüğü (*Penicillium* spp., *P. implicatum* ve *P. expansum*), *Coniella granati*, *Colletotrichum gloeosporioides* ve *Pestalotiopsis versicolor* gibi önemli patojenler yer almaktadır. Ayrıca, *Xanthomonas axanopodis* pv *punicae*'nin neden olduğu bakteriyel yanıklık, narın özellikle hasat öncesi döneminde ciddi enfeksiyonlara yol açmaktadır. Bununla birlikte, odun dokularda kansere ve geriye doğru ölüme sebep olan etmenler de üretimi olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Munhuweyi et al., 2016). Bu nedenle, nar üretiminde sürdürülebilir başarı ve ürün kalitesinin korunması amacıyla, hastalık oluşturan patojenlerin geniş kapsamlı bir şekilde tanımlanması ve kontrol stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

BAŞLICA NAR HASTALIKLARI

1) Kalp Çürüklüğü/Siyah Kalp Hastalığı

Nar meyvesinde görülen siyah kalp hastalığı, literatürde “meyve çürümesi”, “kalp çürümesi” ya da “siyah kalp” gibi adlarla da anılmakta olup, dünya genelinde nar üretimini olumsuz yönde etkileyen önemli bir patolojik sorundur. Genellikle hasat sonrası kalite sorunu olarak değerlendirilmesine karşın, enfeksiyonun kaynağı çoğu zaman meyve bahçesinde başlamakta ve belirli aşamalarda tespit edilebilmektedir. Bu yönüyle, hastalığın sadece depolama ve taşıma süreçleriyle sınırlı olmadığı, tarla koşullarında da önlem alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Narın siyah kalp hastalığı çoğunlukla *Alternaria* spp. ve *Aspergillus* spp. türlerine ait fungal patojenlerle ilişkilendirilmiştir. Özellikle *Alternaria alternata* enfeksiyonlarında, meyvenin dış kabuğunda herhangi bir bozulma görülmemesine rağmen, kaliks bölgesinden başlayan ve iç kısımdaki çekirdek dokusuna yayılan siyah çürüme ile karakteristik belirtiler ortaya çıkar (Ezra et al., 2013). Benzer şekilde, *Aspergillus niger* de çiçeklenme ve erken meyve oluşumu dönemlerinde meyveye giriş yaparak, gelişim süresince meyve içinde ilerleyip çoğalabilmektedir. Her iki patojen türü de konukçu dokusuna ulaştıktan sonra, kütikül ve hücre duvarı parçalayıcı enzimler, toksinler ve bitkinin savunma mekanizmalarını baskılayıcı bileşikler üretmek suretiyle enfeksiyonu şiddetlendirmektedir. Bu süreçte meyvenin merkezi boşluğu kısmen ya da tamamen çürüyebilirken, dış kabuk genellikle sağlıklı görünümünü korur. Bu durum, enfekte meyvelerin hasat öncesi dönemde tespiti ve ayıklanmasını güçleştirmekte, hasat sonrası kalite kontrolünün önemini artırmaktadır (Yehia, 2013).

Nar meyvesinde siyah kalp hastalığının oluşumuna ilişkin iki temel enfeksiyon senaryosu literatürde öne çıkmaktadır. İlk senaryoya göre; fungal sporlar açık durumdaki bir çiçeğin pistil dokusuna nüfuz ederek, pistil ile lokülüs arasındaki doğal açıklıktan geçip meyvenin iç boşlu-

ğuna (lokül) ulaşır. Bu noktada patojen, meyve olgunluğunu tamamlayana kadar latent (gizli) formda kalmakta ve belirli bir gelişim aşamasından sonra, alt lokülde aktifleşerek üremeye başlamaktadır. Ardından üst loküllere ilerleyerek arillerin çürümesine ve tüm meyvenin enfekte olmasına yol açmaktadır. İkinci senaryoda ise; enfeksiyonun çiçeklenme sonrası meyve gelişiminin herhangi bir evresinde pistil yoluyla başladığı varsayılmaktadır. Sporlar çimlendikten sonra pistil dokusunu geçerek alt loküle ulaşmakta, buradan da yukarı loküllere yayılarak benzer şekilde arillerin çürümesine ve nihai olarak meyvenin tamamının hastalanmasına neden olmaktadır. Her iki senaryo da enfeksiyonun başlangıcının dışarıdan gözlemlenemez olduğunu ve hastalığın meyve iç dokusunda sessizce ilerlediğini göstermektedir. Özellikle Yunanistan ve Kaliforniya'da yürütülen saha çalışmalarında, siyah kalp hastalığının meyve bahçelerinde %50'ye varan oranlarda kayıplara yol açabildiği bildirilmiş, bu da hastalığın nar üretimi üzerindeki ekonomik etkisini net bir şekilde ortaya koymuştur (Ezra et al., 2015).

2) *Alternaria* Siyah Leke Hastalığı

Alternaria alternata, hem Türkiye'de hem de dünyanın çeşitli bölgelerinde narın önemli hastalıklarına yol açan yaygın bir fungal patojendir. Türkiye'de bu tür; yaprak, çiçek ve genç meyvelerde lezyon oluşumuna neden olmakta, özellikle yaz başında belirginleşen semptomlar göstermektedir. Hastalık belirtileri arasında yaprak ve meyvelerde ortaya çıkan siyah lekeler, bu lekelerin zamanla genişleyerek meyve yüzeyinin % 50'sinden fazlasını kaplaması, kloroz (sararma) ve yaprak dökülmesi yer almaktadır. Lezyonlar genellikle meyvelerde yuvarlak, yapraklarda ise yuvarlak ya da düzensiz şekilli olup, yeşil-sarı bir hale ile çevrilidir. Enfeksiyonun meyve kabuğu ile sınırlı kalması ve yenilebilir dokuyu etkilememesi, hastalığı narın iç dokularını çürüten siyah kalp hastalığından ayıran temel bir özelliktir. Bu bağlamda, *A. alternata* kaynaklı siyah leke hastalığı, sadece yüzeysel etkiler göstermesi bakımından iç çürüklük oluşturan enfeksiyonlardan farklı bir enfeksiyon dinamiği sergiler (Gat et al., 2012).

Hindistan'daki çalışmalarda da *A. alternata*'nın narda yaprak lekesi hastalığına neden olduğu doğrulanmıştır. Söz konusu patojen, enfekte bitki dokularından izole edilerek tanımlanmış ve tanımlama işlemi konidi ve konidiyoforların morfolojik özelliklerine dayandırılmıştır. Konidiyoforlar kısa, septalı, bazen dallanmış ya da dallanmamış olup, yeşilden kahverengiye değişen renklere sahiptir. Konidiler ise genellikle konik ya da silindirik gagalı, oval, elipsoidal ya da obpiriform şekillidir (Tziros et al., 2008). Hastalığın görsel belirtileri, yaprak ayası, çiçekler ve meyve kabuğuna yayılmış şekilde küçük (4 mm'ye kadar) siyah veya koyu

kahverengi lekeler biçiminde gözlemlenmiştir. Yapraklardaki lekeler genellikle soluk klorotik bir hale ile çevrilidir ve hastalığın ilerlemesiyle birlikte yapraklarda tam kloroz, nekrotik bölgeler ve eşmerkezli halkalar oluşmaktadır. Enfekte yapraklar zamanla dökülmekte, bu da dal ölümüne yol açmaktadır. Belirtiler, kimi zaman tüm taç boyunca eşit dağılırken, çoğunlukla sadece belirli sürgünler veya ağacın bir bölümü etkilemektedir. Meyvedeki lekeler yüzeysel nekroz ile sınırlı kalmakta, zaman zaman birleşerek daha geniş alanları etkileyebilmektedir. Hastalığın şiddeti; meyve ya da yaprak başına tek bir noktadan, tüm yüzeyi kaplayan çoklu lekeler kadar değişkenlik göstermektedir. Özellikle duyarlı çeşitlerde ağacın %60'ından fazlasının etkilenebildiği rapor edilmiştir (Tirró et al., 2024).

3) Meyve Çürüklüğü

Farklı coğrafi bölgelerde yürütülen çalışmalar, nar meyvesinde çürüklüğe neden olan çeşitli fungal patojenlerin tanımlanmasına olanak sağlamıştır. Bu patojenler arasında *Zythia versoniana*, *Botrytis cinerea*, *Botryosphaeria dothidea*, *Pilidiella granati*, *Neofusicoccum parvum* ve *Alternaria alternata* yer almaktadır (Li et al., 2019). Bu hastalıklar çoğunlukla çiçek döneminde ortaya çıkmakta ve enfekte çiçekler meyve tutmamaktadır. Enfeksiyonlar genellikle kaliks ucundan başlayarak tüm meyveye yayılırken, erken dönemde enfekte olan genç meyveler dökülmekte ve kötü kokulu bir yapı oluşturmaktadır. Patojenlerin, enfekte tohumlar aracılığıyla yayılabildiği, ayrıca yağışlı mevsim koşullarının hastalık yayılımını önemli ölçüde artırdığı belirtilmiştir. Sahada hastalığın % 13-14 oranında yaygınlık gösterebildiği bildirilmektedir (Dhakate & Ingole, 2015).

Narlarda görülen çürüklük hastalıkları genellikle iki belirgin formda kendini göstermektedir: yumuşak çürüklük ve kuru çürüklük. Yumuşak çürüklük durumunda, meyvede sarımsı kahverengi kabuk yapısı ve kenarlarda koyu renkli, yumuşak dokulu lezyonlar oluşur. Enfeksiyon ilerledikçe siyah benekli küf oluşumu gözlenir. Bu formun en yaygın etmeni *Aspergillus niger* olarak tanımlanmıştır. Kuru çürüklükte ise lezyonlar daha sert ve kahverengi renkte olup düzensiz bir şekil alır. Bu belirti tipine genellikle *Botryosphaeria dothidea* enfeksiyonları neden olmaktadır. *A. niger* enfeksiyonlarında çürüme dokuda ilerledikçe siyah küf, lezyonun iç kısmına kadar yayılırken, *B. dothidea* enfeksiyonlarında narın iç kısmında açık pembe ya da kirli beyaz tonlarında renk değişimleri gözlemlenmiştir (Li et al., 2019).

Bir diğer önemli patojen olan *Pilidiella granati*, narda yumuşak çürüklük etmeni olarak tanımlanmıştır. Bu fungus, meyve bahçelerindeki

budama artıklarında, mumyalaşmış meyvelerde ve ölü sürgünlerde kışlayarak hayatta kalır. Kışlayan bu yapılar üzerinden oluşan piknidiosporların, yağmur suyu veya sulama yoluyla narın kabuğuna ve genç meyve yüzeyine taşınarak latent (gizli) enfeksiyonlara neden olabileceği belirtilmiştir (Thomidis, 2014). *P. Granati*'nin neden olduğu hastalık, önceleri *Coniella granati* olarak raporlanmış, ancak daha sonra taksonomik düzeltme yapılmıştır. Bu patojenin neden olduğu enfeksiyon, özellikle yarı olgunlaşmış ve olgun meyvelerde görülmekte; kabuğun, altındaki mezokarpın ve tohumların yumuşaması ile karakterize olmaktadır. Hastalık ilerledikçe tüm meyve kahverengiden siyaha dönen çürük bir yapıya dönüşmekte, bu da ciddi ürün kayıplarına yol açmakta ve özellikle Yunanistan gibi üretim potansiyeli yüksek bölgelerde nar yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Thomidis, 2015).

Narın depolama dönemindeki en yaygın ve ekonomik açıdan en zararlı hastalıklarından birisi de, *Botrytis cinerea* kaynaklı gri küf enfeksiyonudur. Bu hastalık, özellikle hasat sonrası süreçte meyve kalitesini ciddi oranda düşürmekte ve % 30'a varan ürün kayıplarına yol açabilmektedir. Gri küf genellikle narın taç bölgesinde belirti vermeye başlar ve enfeksiyon zamanla meyvenin boyun kısmından aşağıya doğru ilerler. Bu süreçte meyve yüzeyinde açık kahverengi veya ten rengi lezyonlar gelişir. Lezyonlar hastalığın ilerlemesiyle koyulaşmakta ve iç dokularda bozulmanın artmasıyla birlikte kırmızı meyve suyunun sızmasına neden olmaktadır. Enfekte meyvede dokuların ve kabuğun genişlemesine bağlı olarak yüzeyde çatlaklar meydana gelir. Bu çatlaklar, enfeksiyonun ilerleyişini kolaylaştırırken, meyve çürümesinin ileri evrelerinde gri renkli miselyum oluşumu dikkat çekici bir şekilde yüzeye yayılır. Gri küfün bu karakteristik belirtileri, hem görsel kaliteyi bozar hem de meyvenin pazar değerini ciddi şekilde düşürür. *B. cinerea*'nın özellikle hasat sonrası hijyen, yaralanmış meyve yüzeyi ve uygun sıcaklık-nem koşulları gibi çevresel faktörler altında hızla yayılabildiği bilinmektedir. Bu nedenle hem tarla hem de depolama alanlarında uygun koruma stratejilerinin geliştirilmesi, hastalıkla mücadelede büyük önem taşımaktadır (Munhuweyi et al., 2016).

4) Mavi/Yeşil Küf

Hasat sonrası nar meyvesinde gözlemlenen çürüklüklerin önemli bir kısmı, patojenlerin enfeksiyon biçimine göre iki gruba ayrılmaktadır: “latent patojenler” ve “yara patojenleri”. Latent patojenler (örneğin *Botrytis spp.*, *Alternaria spp.*), çiçeklenme veya erken meyve gelişimi döneminde tarlada meyveye bulaşır ve uygun çevresel koşullar oluşana kadar latent halde kalır. Buna karşılık, yara patojenleri, hem tarlada hem de hasattan sonra meyvede bulunan fiziksel hasar veya yaralanmalar aracılığıyla en-

feksiyon oluşturur. Bu gruba dahil olan *Aspergillus spp.* ve *Penicillium spp.* türleri, önceden oluşmuş lezyonlardan, abiyotik stres kaynaklı zedelenmelerden veya mekanik yaralardan yararlanarak meyveye nüfuz eder (Mincuzzi et al., 2020).

Nar meyvesinde mavi/yeşil küf enfeksiyonlarına neden olan başlıca *Penicillium* türleri arasında *P. expansum*, *P. digitatum*, *P. crysogenum*, *P. implicatum*, *P. erythromellis*, *P. sclerotiorum*, *P. glabrum* ve *P. minioluteum* yer almaktadır. Hastalık genellikle meyve yüzeyinde dairesel şekilli, yumuşak ve kahverengi çürüklük alanları şeklinde başlar. Bu bölgelerde kısa sürede suyla ıslanmış bir görünüm oluşur ve ilerleyen evrelerde meyve yüzeyinde mavi-yeşil tonlarda tozumsu küf tabakası gelişir. Enfekte alanlar kesildiğinde, iç dokuların ten rengi ya da gri renkte olduğu görülür. Hastalığın şiddetlenmesiyle birlikte miselyal gelişim meyvenin iç kısımlarına bağ dokuları aracılığıyla yayılır ve özellikle arillerde sulu çürüklük meydana gelir. Gelişen küf tabakası zamanla koyu yeşilimsi kahverengiye dönüşen sarımsı piknidyalarla kaplanır ve lezyonlar genişleyerek meyvenin tamamını etkileyebilir (Özgüven ve ark., 2010; Palou et al., 2010; Khokhar et al., 2013).

5) Solgunluk Hastalığı

Nar ağaçlarında görülen solgunluk hastalığı, çoğunlukla yaprakların sararmasıyla başlamakta ve zamanla tüm ağacın yapraklarında sarkma ve dökülmeye yol açmaktadır. Bu belirtiler genellikle bir veya birkaç dalda lokalize şekilde başlasa da, hastalığın ilerlemesiyle tüm ağacın etkilenmesi haftalar ya da aylar sürebilmektedir. Bazı durumlarda yapraklarda akropetal ilerleyen sararma yerine, tüm bitkinin bir anda yaşlanarak solması da gözlenmiştir. İleri evrelerde, kurumuş yaprak ve meyveler hala dallarda asılı kalmakta, gövdede dikey çatlamalar meydana gelebilmektedir. Özellikle bahçelerde hastalıklı ağaçların kümeler halinde ölümüne sürüklenmesi, enfeksiyonun bitkiden bitkiye geçtiğini göstermektedir. Enfekte ağaçların kök ve gövde dokularından alınan kesitlerde, korteks boyunca gri-kahverengi çizgiler belirgin hale gelmektedir (Sharma et al., 2010).

Bu hastalık “geriye doğru ölüm” veya Hindistan’da yaygın adıyla “so-ragu roga” olarak da bilinmekte olup, üretimde ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır. Solgunluk hastalığına en sık neden olan fungal patojenler arasında; *Ceratocystis fimbriata*, *Fusarium oxysporum* ve *Rhizoctonia* türleri yer almaktadır (Saranya et al., 2024). Ayrıca, *Verticillium dahliae*’nin de nar bitkisinde solgunluğa yol açabildiği bildirilmiştir (Jadhav & Sharma, 2009). Bu etmenlerin neden olduğu enfeksiyonlar genellikle toprak kaynaklıdır ve hastalık bitkide çiçek dökümüne, meyve kay-

bına ve sonuç olarak tüm bahçenin solmasına neden olabilir. Hastalıkla mücadelede, toprak sağlığının korunması için dikkatli sulama uygulamaları ve organik gübreleme önem taşımaktadır. Ayrıca, *Trichoderma* içeren biyolojik preparatların (10–15 kg/ha) ve bakır oksiklorür ile yapılan kimyasal uygulamaların solgunluk hastalığına karşı etkili olduğu rapor edilmiştir (Jain & Desai, 2018).

6) Antraknoz Hastalığı

Nar bitkisinde ciddi ekonomik kayıplara neden olan önemli hastalıklardan biri de *Colletotrichum* türlerinin neden olduğu antraknoz, diğer adıyla kaliks ucu çürümesidir. Bu hastalık, *C. gloeosporioides*, *C. fioriniae*, *C. nymphaeae*, *C. siamense*, *C. simmondsii*, *C. fructicola* ve *C. theobromicola* gibi türler tarafından oluşturulmakta ve dünya genelinde farklı nar yetiştiriciliği yapılan bölgelerde bildirilmiştir (Manjunatha et al., 2022; Ma et al., 2024). Bu patojenler hem yaprak hem çiçek hem de meyve yüzeyini etkileyerek nar üretiminde doğrudan kalite ve verim kayıplarına neden olmaktadır.

Antraknoz, genellikle genç veya henüz olgunlaşmamış meyvelerde, kaliks bölgesine yakın alanlarda koyu kahverengi ve suyla ıslanmış küçük lezyonlar olarak ortaya çıkmaktadır. Zamanla bu lezyonlar birleşerek meyve yüzeyinde büyük nekrotik yamalar oluşturur. Meyve içi kesildiğinde, çürümenin ilerlediği ve tohumların kahverengiye dönüştüğü görülebilir (Pruthviraj et al., 2024). Yapraklarda, iğne başı büyüklüğünde siyah ya da kahverengi lekeler oluşmakta; bu lekeler birleşerek daha büyük nekrotik alanlara dönüşmekte ve şiddetli vakalarda yapraklar kuruyarak sarkmaktadır. Meyve yüzeyinde ise perikarpta dağınık kahverengi, küresel, çökük lezyonlar oluşur ve bunlar birleşerek geniş yüzeyli nekrotik yapılar meydana getirir.

Nar antraknozu, verimliliği düşüren ve ciddi gelir kayıplarına yol açan bir hastalıktır. Bu nedenle, uygun hastalık yönetim stratejileri uygulanmadan sağlıklı üretim sürdürülebilir değildir. Özellikle kaliks bölgesine yönelik koruyucu mücadele stratejilerinin önemi büyüktür (Dev & Narendrappa, 2016).

7) *Coniella granati* Meyve Çürüklüğü

Coniella granati, dünya genelinde nar yetiştiriciliği yapılan Brezilya, Çin, Hindistan, İran, Kore, Meksika, Amerika, Yunanistan, Türkiye, Pakistan, İspanya ve İtalya gibi pek çok ülkede nar bitkilerinde geriye doğru kuruma, dal yanıklığı, kuru meyve çürüklüğü ve taç çürümesi gibi önemli semptomlara neden olan fungal bir patojendir (Tziros & Tzavella-Klonari, 2008; Jabnoun-Khiareddine et al., 2018b). Türkiye’de bu etmen ilk

kez 1973 yılında hasat sonrası çürüklüklerin nedeni olarak tanımlanmış ve daha sonra taç çürüklüğü ile ilişkili olduğu da bildirilmiştir (Yıldız & Karaca, 1973; Çeliker et al., 2012).

Tunus'ta yapılan bir çalışmada, *C. granati*'nin Gabssi çeşidi narlarda uygun çevresel koşullar altında 11–15 gün içinde tam meyve çürümmesine yol açabildiği saptanmış, bu da bu çeşidin söz konusu patojene karşı yüksek duyarlılığını göstermiştir. Fungus, konukçu bitkinin toprak üstü aksamını enfekte ederek yaprak nekrozu ve odunsu dokularda kahverengi lezyonlar gibi çeşitli semptomlara neden olmaktadır (Jabnoun-Khiaredine et al., 2018a). Nar meyvesinde enfeksiyon genellikle küçük, yuvarlak ve sert kahverengi lekelerle başlar; bu lekeler zamanla genişleyerek koyulaşır ve tüm meyve dokusunu çürüterek ekonomik kayba yol açar.

Etmek, ölü dallar, budama artıklarında kalan lezyonlar ve mumyalanmış meyvelerde kışı geçirerek enfeksiyon kaynaklarını oluşturur. Yağmur veya sulama suyu aracılığıyla sağlıklı bitkilere taşınarak hastalığın yayılmasına neden olur. Hastalığın etkilerini azaltmak için kültürel ve kimyasal mücadele stratejileri önerilmekte olup; sık dikimden kaçınılması, enfekte meyvelerin toplanarak uzaklaştırılması, düzenli budama yapılması ve bitkinin yoğun sürgün oluşturan yapısından dolayı dal yoğunluğunun azaltılması gibi uygulamalar önem taşımaktadır (Mahadevakumar et al., 2019; Tekiner et al., 2020).

8) Bakteriyel Yanıklık Hastalığı

Nar üretiminde ciddi verim kayıplarına yol açan bakteriyel yanıklık hastalığı, *Xanthomonas axonopodis* pv. *punicae* (Xap) tarafından oluşturulmaktadır. Bu patojen, öncelikle meyvelerde, yapraklarda ve gövde dokularında enfeksiyon oluşturarak meyve kalitesini düşürmekte ve ekonomik zararları artırmaktadır. Yapraklardaki enfeksiyon, başlangıçta suyla ıslanmış gri-siyah noktalar şeklinde görülür; bu noktalar zamanla nekrotik lekelerle dönüşerek sarımsı halelerle çevrilir. Meyve yüzeyinde ise perikarp üzerinde oluşan lezyonlar başlangıçta nemli, daha sonra kahverengi-siyah renklere döner. Enfekte alanlarda karakteristik L ve Y biçimli çatlaklar oluşur ve bu durum, meyvenin pazar değerini önemli ölçüde düşürür (Chathalingath & Gunasekar, 2023).

Hindistan'ın Maharastra, Karnataka, Andhra ve Pradesh eyaletlerinde yapılan araştırmalarda, bu hastalığın bazı bölgelerde % 90'a varan oranlarda yayılım gösterdiği bildirilmektedir. Özellikle gövdede boğumlar etrafında başlayan enfeksiyonlar, ilerleyen safhalarda boğum çatlamalarına ve dalların kırılmasına neden olur. Yapraklarda küçük, düzensiz ve ışığa karşı yarı saydam noktalar oluşurken; hastalık ilerledikçe bu lezyonlar birleşir, yaprak dökülmeleri meydana gelir. Yüksek sıcaklık ve nemli ko-

şullar, patojenin gelişimini desteklemekte; bakteri, düşen yapraklarda ve enfekteli çeliklerde canlılığını sürdürerek sağlıklı bitkilere yayılmaktadır (Hosamani et al., 2016; Deshpande et al., 2014).

Bakteriyel yanıklık hastalığı, 1951 yılında tanımlanmasına rağmen 2003'e kadar önemsiz kabul edilmiştir. Ancak son yıllarda, özellikle ihracata yönelik üretim yapan üreticiler için önemli bir tehdit haline gelmiştir (Chikte et al., 2019). Hastalığın kontrolü amacıyla çinko sülfat ($ZnSO_4$) yaprak uygulamaları ile meyve veriminde ve kalite parametrelerinde iyileşmeler elde edilmiştir (Maity et al., 2023). Ayrıca, biyolojik mücadele kapsamında yapılan çalışmalarda, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *P. aeruginosa* ve *Lactobacillus* spp. gibi mikroorganizmaların *Xap* üzerinde düşük etki gösterdiği, buna karşın *Streptomyces fradiae* ve *S. cinnamomensis* türlerinin sera koşullarında % 80'in üzerinde büyüme baskılama potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir (Poovarasan et al., 2013).

Diğer Yaygın Nar Hastalıkları

Nar bitkilerinde, başlıca görülen hastalıklar dışında çeşitli fitopatolojik sorunlara yol açan birçok farklı hastalık da rapor edilmiştir. Macaristan'da yapılan çalışmalarda *Erysiphe platani* ve *Podospaera xanthii* türlerinin külleme etmeni olarak belirlendiği görülmektedir (Nemes et al., 2019). Aynı şekilde, *Erysiphe punicae*'nin külleme hastalığına neden olduğu Azerbaycan, İran, Karadağ ve Hindistan gibi farklı ülkelerde de rapor edilmiştir (Watpade et al., 2023).

Hindistan'da nar bitkilerinde tipik olarak yaka çürüklüğü oluşturan etmenlerden biri olarak *Calonectria hawksworthii* tanımlanmıştır (Manjunatha et al., 2023). Çin'de *Fusarium falciforme* kaynaklı olarak kök çürümesi, yaprak sararması ve solması, gövde tabanında çatlamalar gibi ciddi enfeksiyon belirtileri görülmüştür (Fu et al., 2023). Bununla birlikte, *Eutypa lata*'nın neden olduğu mevsim boyunca hızlı bir ölüm halinde ortaya çıkan, ölü yaprakların hala üzerinde olduğu, dal ve gövde de geriye doğru ölüm belirtileri nar bitkilerinde gözlenmiştir. (Sosnowski et al., 2020).

Türkiye'de narda görülen taç ve kök çürüklüğü semptomlarının etmeni olarak *Phytophthora palmivora* tanımlanmış; kök boğazında kahverengi lezyonlar, kabuk çatlakları ve ekşi kokulu çürümeler rapor edilmiştir (Türkölmez et al., 2016). Hindistan'da ise *Rhizopus stolonifer* kaynaklı yumuşak meyve çürüklüğü vakaları bildirilmiştir (Jamadar et al., 2011).

ABD'nin California eyaletinde yeni bir patojen olarak tanımlanan *Dwiroopa punicae*, nar yapraklarında kahverengi lezyonlara ve meyve

çürümesine neden olmaktadır. Lezyonlar genellikle 0.1 ila 1.5 cm çapında, oval formda olup bol miktarda siyah piknidyum içerir (Xavier et al., 2019a). Aynı şekilde, *Neofusicoccum parvum* ve *Lasiodiplodia theobromae* gibi Botryosphaeriaceae familyasından patojenlerin de gövde kanseri ve sürgün yanıklığına yol açtığı rapor edilmiştir. Bu etmenlerin neden olduğu enfeksiyonlar, gövdede kahverengi lezyonlarla başlayıp zamanla şişkin kanserlere dönüşmekte ve nihayetinde bitkinin ölümüne neden olmaktadır (Xavier et al., 2019b; Palavouzis et al., 2015).

Kaynaklar

- Akbarpour, V., Hemmati, K. & Sharifani, M. (2009). Physical and chemical properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit in maturation stage. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 6(4): 411-416.
- Caleb, O.J., Opara, U. L. & Witthuhn, C.R. (2012). Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. Food and bioprocess technology, 5: 15-30.
- Chandra, R., Babu, K.D., Jadhav, V.T., Jaime, A. & Silva, T.D. (2010). Origin, history and domestication of pomegranate. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology, 2: 1-6.
- Chathalingath, N. & Gunasekar, A. (2023). Elucidating the physiological and molecular characteristics of bacterial blight incitant *Xanthomonas auxonopodis* pv. *punicae*; a life threatening phytopathogen of pomegranate (*Punica granatum* L.) and assessment of H₂O₂ accumulation during host-pathogen interaction. Microbial pathogenesis, 182: 106-277.
- Chikte, R.G., Paknikar, K.M., Rajwade, J.M. & Sharma, J. (2019). Nanomaterials for the control of bacterial blight disease in pomegranate: quo vadis?. Applied microbiology and biotechnology, 103: 4605-4621.
- Çeliker, N.M., Uysal, A., Çetinel, B. & Poyraz, D. (2012). Crown rot on pomegranate caused by *Coniella granati* in Turkey. Australasian Plant Disease Notes, 7(1): 161-162.
- Dahham, S.S., Ali, M.N., Tabassum, H. & Khan, M. (2010). Studies on antibacterial and antifungal activity of pomegranate (*Punica granatum* L.). Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci, 9(3): 273-281.
- Deshpande, T., Sengupta, S. & Raghuvanshi, K.S. (2014). Grading & identification of disease in pomegranate leaf and fruit. International Journal of Computer Science and Information Technologies, 5(3): 4638-4645.
- Dev, D. & Narendrappa, T. (2016). In vitro evaluation of fungicides against *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz and Sacc. causing anthracnose of pomegranate (*Punica granatum* L.). Journal of Applied and Natural Science, 8(4): 2268.
- Dhakate, M. & Ingole, A.B. (2015). Diagnosis of pomegranate plant diseases using neural network. In 2015 fifth national conference on computer vision, pattern recognition, image processing and graphics (NCVPRIPG) (pp. 1-4). December. IEEE.
- EPPO (2025). *Punica granatum*. <https://gd.eppo.int/taxon/PUNGR>. (Erişim Tarihi: 22.06.2025).
- Ezra, D., Kirshner, B., Gat, T., Shteinberg, D. & Kosto, I. (2013). Heart rot of pomegranate, when and how does the pathogen cause the disease?. In III International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits. September, 1089 (pp. 167-171).
- Ezra, D., Kirshner, B., Hershovich, M., Shtienberg, D. & Kosto, I. (2015). Heart rot of pomegranate: Disease etiology and the events leading to development

- of symptoms. Plant disease, 99(4): 496-501.
- FAO 2023. Food and Agriculture Organization (FAO). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. (Erişim Tarihi: 22.06.2025).
- Fu, G., Liu, S., Du, C., Yang, D., Jiang, S., Zhang, J., Pan, L., Huang, S. & Ye, Y. (2023). First Report of *Fusarium falciforme* Causing Root Rot of Pomegranate (*Punica granatum*) in China. Plant Disease, 107(10): 3302.
- Gat, T., Liarzi, O., Skovorodnikova, Y. & Ezra, D. (2012). Characterization of *Alternaria alternata* causing black spot disease of pomegranate in Israel using a molecular marker. Plant disease, 96(10): 1513-1518.
- Ge, S., Duo, L., Wang, J., Yang, J., Li, Z. & Tu, Y. (2021). A unique understanding of traditional medicine of pomegranate, *Punica granatum* L. and its current research status. Journal of ethnopharmacology, 271: 113-877.
- Hosamani, A., Mohandas, S., Manjula, V., Kerure, P. & Geetha, M.S. (2016). Pflp gene transformation in pomegranate (*Punica granatum* L.) resistance to bacterial blight disease (*Xanthomonas axonopodis* pv. *punicae*). Electronic Journal of Plant Breeding, 7(4): 864-870.
- Jabnoun-Khiareddine, H., Ibrahim, N., Aydi Ben Abdallah, R., Mars, M. & Daami-Remadi, M. (2018a). Response of Tunisian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars and several plant hosts to *Coniella granati* (Saccardo). J. Hortic, 5(4): 2376-0354.
- Jabnoun-Khiareddine, H., Ibrahim, N., Aydi Ben Abdallah, R., Mars, M., Kthiri, Z. & Daami-Remadi, M. (2018b). *Coniella granati* (Saccardo) a new potential threat to pomegranate (*Punica granatum* L.) in Tunisia causing twig dieback and Fruit Rot. J. Plant Pathol. Microbiol, 9: 450.
- Jadhav, V.T. & Sharma, K.K. (2009). Integrated management of diseases in pomegranate. In Souvenir and abstracts 2nd international symposium on pomegranate and minor including Mediterranean fruits, UAS Dharwad, June (23-27 pp.).
- Jain, K. & Desai, N. (2018). Pomegranate the cash crop of India: A comprehensive review on agricultural practices and diseases. Int J Health Sci Res, 8(5): 315-336.
- Jamadar, M.M., Jawadagi, R.S., Sataraddi, A.R., Patil, D.R. & Patil, R.V. (2011). Status of pomegranate diseases of Northern Karnataka in India. Acta Horticulturae, 890: 501-507.
- Jurenka, J. (2008). Therapeutic applications of pomegranate (*Punica granatum* L.): a review. Alternative medicine review, 13(2):128-44.
- Khokhar, I., Bajwa, R. & Nasim, G. (2013). New report of *Penicillium implicatum* causing a postharvest rot of pomegranate fruit in Pakistan. Australasian Plant Disease Notes, 8: 39-41.
- Kumari, A., Dora, J., Kumar, A. & Kumar, A. (2012). Pomegranate (*Punica granatum*)-overview. Int. J. Pharm. Chem. Sci, 1(4): 1218-1222.
- Li, X., Lu, X., He, Y., Deng, M. & Lv, Y. (2019). Identification the pathogens causing rot disease in pomegranate (*Punica granatum* L.) in china and the antifungal activity of aqueous garlic extract. Forests, 11(1): 34.

- Ma, Y., Zhu, H., Guo, X., Ke, Y., Sun, C. & Li, Y. (2024). First Report of *Colletotrichum siamense* Causing Fruit Anthracnose on Pomegranate (*Punica granatum*) in China. Plant Disease, 108(6): 1886.
- Mahadevakumar, S., Shreenidhi, M. & Janardhana, G.R. (2019). First report of *Coniella granati* associated with dieback and fruit rot of pomegranate (*Punica granatum* L.) in India. Journal of Plant Pathology, 101(3): 787-787.
- Maity, A., Sharma, J., Sarkar, A. & Basak, B.B. (2023). Zinc nutrition improves fruit yield, quality, and reduces bacterial blight disease severity in pomegranate (*Punica granatum* L.). Journal of Plant Nutrition, 46(9): 2060-2076.
- Manjunatha, N., Pokhare, S.S., Sharma, J., Patil, P.G., Agarrwal, R., Chakranarayan, M.G., Sirsat, J.D., Patil, J. & Marathe, R.A. (2023). Collar rot caused by *Calonectria hawksworthii*, a new record for pomegranate (*Punica granatum*). Journal of Plant Pathology, 105(3): 887-894.
- Manjunatha, N., Sharma, J., Pokhare, S.S., Agarrwal, R., Patil, P.G., Sirsat, J.D., Chakranarayan, M.G., Bicchal, A., Ukale, A.S. & Marathe, R.A. (2022). Characterization of *Alternaria* and *Colletotrichum* species associated with pomegranate (*Punica granatum* L.) in Maharashtra state of India. Journal of Fungi, 8(10): 1040.
- Martinez, J.J., Melgarejo, P., Hernández, F.A., Salazar, D.M. & Martinez, R. (2006). Seed characterisation of five new pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties. Scientia Horticulturae, 110(3): 241-246.
- Mincuzzi, A., Ippolito, A., Montemurro, C. & Sanzani, S. M. (2020). Characterization of *Penicillium* ss and *Aspergillus* sect. *nigri* causing postharvest rots of pomegranate fruit in Southern Italy. International journal of food microbiology, 314: 108-389.
- Mondal, K.K., Rajendran, T.P., Phaneendra, C., Mani, C., Sharma, J., Shukla, R., Pooja, Verma, G., Kumar, R., Singh, D., Kumar, A., Saxena, A.K. & Jain, R.K. (2012). The reliable and rapid polymerase chain reaction (PCR) diagnosis for *Xanthomonas axonopodis* pv. *punicae* in pomegranate. African Journal of Microbiology Research, 6(30): 5950-5956.
- Munhuweyi, K., Lennox, C. L., Meitz-Hopkins, J.C., Caleb, O.J. & Opara, U.L. (2016). Major diseases of pomegranate (*Punica granatum* L.), their causes and management-A review. Scientia Horticulturae, 211: 126-139.
- Nemes, K., Salanki, K. & Pintye, A. (2019). *Punica granatum* (pomegranate) as new host of *Erysiphe platani* and *Podosphaera xanthii*. Phytopathologia Mediterranea, 58(3): 707-711.
- Özgüven, A. I., Yılmaz, C. & Keleş, D. (2010). Pomegranate biodiversity and horticultural management. In XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on the 940, August (21-28 pp.).
- Palavouzis, S. C., Tzamos, S., Paplomatas, E. & Thomidis, T. (2015). First report of *Neofusicoccum parvum* causing shoot blight of pomegranate in Northern Greece. New Disease Reports, 32(10): 2044-0588.

- Palou, L., Guardado, A. & Montesinos-Herrero, C. (2010). First report of *Penicillium* spp. and *Pilidiella granati* causing postharvest fruit rot of pomegranate in Spain. *New Disease Reports*, 22(21): 2044-0588.
- Poovarasan, S., Mohandas, S., Paneerselvam, P., Saritha, B. & Ajay, K.M. (2013). Mycorrhizae colonizing actinomycetes promote plant growth and control bacterial blight disease of pomegranate (*Punica granatum* L. cv Bhagwa). *Crop Protection*, 53: 175-181.
- Pruthviraj, Ekabote, S.D., Patil, B., Ramesh, A.N. & Onkarappa, S. (2024). In vitro and in vivo evaluation of fungicides against anthracnose disease on pomegranate (*Punica granatum* L.) caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Crop Protection*, 178: 106-598.
- Saranya, R., Yashoda, R.H., Dinesh, K. & Teli, B. (2024). Isolation and evaluation of pomegranate (*Punica granatum* L.) endophytes against *Ceratocystis fimbriata* and *Fusarium oxysporum*, the causal agents of pomegranate wilt. *Indian Phytopathology*, 77:545-551.
- Sharma, K.K., Sharma, J. & Jadhav, V.T. (2010). Etiology of pomegranate wilt and its management. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 4(2): 96-101.
- Singh, T.J., Prasad, H., Kaler, N.S. & Bhan, C. (2016). Reproductive biology and breeding system of pomegranate: A Review. *Journal of Progressive Agriculture*, 7(1): 9-16.
- Sosnowski, M.R., Dinh, S.Q. & Sandow, M.J. (2020). First report of *Eutypa lata* causing dieback and wood canker of pomegranate (*Punica granatum*) in Australia. *Plant Disease*, 104(2): 568-568.
- Tekiner, N., Kotan, R., Tozlu, E. & Dadaşoğlu, F. (2020). Biological control of *Coniella granati* Saccardo in pomegranate. *Universal Journal of Agricultural Research*, 8(1): 18-24.
- Thomidis, T. (2014). Fruit rots of pomegranate (cv. Wonderful) in Greece. *Australasian Plant Pathology*, 43(5): 583-588.
- Thomidis, T. (2015). Pathogenicity and characterization of *Pilidiella granati* causing pomegranate diseases in Greece. *European journal of plant pathology*: 141: 45-50.
- Tirrò, G., Conti Taguali, S., Pane, A., Riolo, M., Ezra, D. & Cacciola, S.O. (2024). Outbreak of *Alternaria* Black Spot of Pomegranate (*Punica granatum* L.) in Italy as a Consequence of Unusual Climatic Conditions. *Plants*, 13(14): 2007.
- Türkölmez, Ş., Çiftçi, O., Serçe, Ç.U. & Derviş, S. (2016). First report of *Phytophthora palmivora* causing crown and root rot on pomegranate (*Punica granatum*) in Turkey. *Plant Disease*, 100(1): 227-227.
- Tziros, G.T., Lagopodi, A.L. & Tzavella-Klonari, K. (2008). *Alternaria alternata* fruit rot of pomegranate (*Punica granatum*) in Greece. *Plant Pathology*, 57(2): 379 pp.
- Tziros, G.T. & Tzavella-Klonari, K. (2008). Pomegranate fruit rot caused by *Coniella granati* confirmed in Greece. *Plant Pathology*, 57(4): 783 pp.

- Valero-Mendoza, A.G., Meléndez-Rentería, N.P., Chávez-González, M.L., Flores-Gallegos, A.C., Wong-Paz, J.E., Govea-Salas, M., Zugasti-Cruz, A. & Ascacio-Valdés, J.A. (2023). The whole pomegranate (*Punica granatum* L), biological properties and important findings: A review. Food Chemistry Advances, 2: 100-153.
- Watpade, S., Naga, K.C., Pramanick, K.K., Tiwari, R.K., Kumar, R., Shukla, A.K., Mhatre, P.H., Lal, M.K., Pal, D. & Manjunatha, N. (2023). First report of powdery mildew of pomegranate (*Punica granatum*) caused by *Erysiphe punicae* in India. Journal of Plant Diseases and Protection, 130(3): 651-656.
- Xavier, K.V., Achala, N.KC., Crous, P.W., Groenewald, J.Z. & Vallad, G.E. (2019a). *Dwiroopa punicae* sp. nov.(Dwiroopaceae fam. nov., Diaporthales), associated with leaf spot and fruit rot of pomegranate (*Punica granatum*). Fungal Systematics and Evolution, 4(1): 33-41.
- Xavier, K.V., Achala, N.KC. & Vallad, G.E. (2019b). Diseases of pomegranate (*Punica granatum*) in Florida: PP349, 10/2019. EDIS, 2019(5): 5-5.
- Yehia, H.M. (2013). Heart rot caused by *Aspergillus niger* through splitting in leathery skin of pomegranate fruit. African Journal of Microbiology Research, 7(9): 834-837.
- Yıldız, M. & Karaca, İ. (1973). Türkiye’de *Coniella granati*’nin meydana getirdiği nar meyve Çürüklüğü. Ege Univ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(2): 315-325
- Zarei, M., Azizi, M. & Bashir-Sadr, Z. (2011). Evaluation of physicochemical characteristics of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit during ripening. Fruits, 66(2), 121-129.

”

Bölüm 11

ANKARA İLİNDE DIŞ MEKAN SÜS BİTKİLERİNDE BULUNAN YAPRAKBİTİ (HEMIPTERA: APHIDIDAE) TÜRLERİNİN BELİRLENMESİ¹

Aynur KILIÇ KILINÇ², Mahmut Murat ASLAN³

¹ Bu Çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalında Aynur Kılıç Kılınç'a ait Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

² Zir. Yük. Müh./ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Avşar Kampüsü/Kahramanmaraş, TR, 46100. e-posta: aynurkili-lic84@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-9644-4017

³ Prof. Dr. / Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Avşar Kampüsü/Kahramanmaraş, TR, 46100. e-posta: aslan@ksu.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-4586-1301

Giriş

Çiçekleri, yaprakları, meyveleri veya formu ile görsel etkinlik sergileyen veya bu özellikleri ile ön plana çıkan bitkilere süs bitkisi denir. Süs bitkileri, toplumun manevi ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik olarak yetiştirilen bitkiler olarak tanımlanmışlardır. Bugün bu tanımlama genişlemiş ve süs bitkileri, özellikle şehir ekosistemlerinde insan ile doğa arasındaki ilişkilerin temelini oluşturmakla birlikte doğrudan fiziksel ve ruhsal ihtiyaçların karşılamasına yönelik uygulamaların da materyali haline gelmiştir.

Süs bitkileri 2021 yılı verilerine göre, dünyada toplam 34 milyar € değerinde üretim yapılmaktadır. Üretim değerlerine göre dünyada en fazla üretim yapılan bölgeler Asya/Pasifik ülkeleri, Avrupa ve Çin'dir. Dünya'da en fazla süs bitkileri ihracatı yapan ülke Hollanda'dır. Türkiye'de dış mekan süs bitkileri üretiminin en fazla yapıldığı iller sırasıyla İzmir, Sakarya, Antalya, Bursa ve Yalova illerinde yapılmaktadır. Türkiye de dış mekan süs bitkileri üretim alanı 40.339 da'dır (Anonim, 2022a).

Ankara İç Anadolu Bölgesi'nin içinde yer alan şehirlerimizden biridir. İç Anadolu Bölgesi'nin hakim olduğu bitki örtüsü bozkırdır. Bu bitki örtüsüne sahip bölgelerde karasal iklim görülür. Ankara bitkileri genel anlamda bu karasal iklime uyum sağlayan türlerdir. Ancak Ankara bahçelerinde korunaklı alanlar olması, sulama sistemleri olması gibi nedenlerden zamanla tropikal bitkiler de yetiştirilmeye başlamıştır (Anonim, 2022b).

Şehir ekosistemlerinde yapılan bilinçsiz ilaçlama, hava kirliliği, yeşil alan azalması nedeniyle mikro iklimde meydana gelen değişimler, doğal dengenin bozulması zararlı böceklerin popülasyonunu arttırmaktadır. Aphidoidea (Hemiptera) üst familyasının da içerisinde bulunduğu emici böceklerde bu durum daha da önemli bir boyut kazanmaktadır. Özellikle park ve süs bitkilerinin, iç ve dış mekan bitkilerinin şehir ekosistemlerinde stres altında olmaları ve yeşil aksamalarının kontrolsüz kimyasal maddeye maruz kalmalarından dolayı yaprakbiti popülasyonunun artışına neden olmaktadır (Düzgüneş ve Toros, 1978). Ankara ili ve çevresinde yaptıkları araştırmada, elma ağaçlarında bulunan yaprakbiti türleri ve bunların kısa biyolojilerini incelemişlerdir. Fundatrix, yazlık kanatsız ve kanatlı viviparları, ovipar, erkek birey ve yumurta özelliklerini, kısa biyolojilerini, zarar şekillerini ve konukçularını bildirmişlerdir. (Düzgüneş ve ark., 1982), Ankara ili ve çevresinde bulunan Aphidoidea türlerinin parazitoit ve predatörlerinin saptanması üzerinde yaptıkları araştırmada, Aphidoidea üst familyasına bağlı 7 familyaya ait 51 cins, 11 alt cins, 112 tür ve 4 alt türün bulunduğunu, bunlardan 1 cins, 13 tür ve 1 alt türün Türkiye faunası için; 1 alt türünde dünya için yeni kayıt olduğunu bildir-

mişlerdir. (Özdemir ve Toros, 1997), Ankara’da mevsimlik süs bitkileri üzerinde 2 tribus, 8 cinse bağlı 11 yaprakbiti türü belirlemişlerdir ve bunların morfolojik tanımları, zarar şekli, konukçu bitkileri ve virüs nakli hakkında bilgiler vermişlerdir. Özdemir (2004), Ankara ilinde 2000-2004 yılları arasında yabani otsu bitkiler üzerinden yürüttüğü çalışmada Aphidoidea üst familyasından, 5 altfamilyaya bağlı 7 tribus, 37 cins, 20 altcinsine bağlı toplam 81 tür belirlemiştir.

Ankara İlinde Dış Mekan Süs Bitkilerinde Bulunan Yaprakbiti (Hemiptera: Aphididae) Türleri

Ankara ilinde süs bitkilerinde bulunan yaprakbiti (Hemiptera: Aphidoidea) türlerinin belirlenmesi için 2020-2022 yılları arasında yürütülen bu çalışmada Aphidoidea üst familyasından 16 konukçu bitki üzerinden 15 yaprakbiti türü belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmada tespit edilen dış mekan süs bitkileri ve yaprakbitleri

Yaprakbiti Cins Teşhisi	Yaprakbiti Tür Sayısı	Yaprakbiti Tür Teşhisi	Konukçu Bitki Türkçe Adı	Konukçu Bitki Latince Adı	Konukçu Bitki Familya Adı	Toplandığı Yer
<i>Anoecia</i>	1	<i>Anoecia corni</i>	Kızılçık	<i>Cornus mas</i>	Cornaceae	Altınpark
	2	<i>Aphis craccivora</i>	Adi şimşir, Yaygın şimşir	<i>Buxus sempervirens</i>	Buxaceae	Altınpark
			Sumak Ağacı	<i>Rhus typhina</i>	Anacardiaceae	Güvenpark
	3	<i>Aphis fabae</i>	Duvar sarmaşığı	<i>Lonicera</i> sp.	Caprifoliaceae	Botanik
			Kartopu	<i>Viburnum</i> sp.	Caprifoliaceae	Güvenpark
			Avize Çiçeği	<i>Yucca gloriosa</i>		Beşevler
			Defne Yapraklı Kartopu	<i>Viburnum tinus</i>	Caprifoliaceae	Batıkent
			Adi şimşir, Yaygın şimşir	<i>Buxus sempervirens</i>	Buxaceae	Botanik
			Monolya	<i>Magnolia grandiflora gallisoniensis</i>	Magnoliaceae	Karşıyaka
			Sardunya	<i>Pelargonium zonale</i>	Geraniaceae	Cemre Parkı
	5	<i>Aulacorthum solani</i>	Kartopu	<i>Viburnum</i> sp.	Caprifoliaceae	Karşıyaka
			Defne Yapraklı Kartopu	<i>Viburnum tinus</i>	Caprifoliaceae	Altınpark
			Kızılçık	<i>Cornus mas</i>	Cornaceae	Çankaya
			Sardunya	<i>Pelargonium zonale</i>	Geraniaceae	Cemre Parkı
<i>Brevicoryne</i>	6	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Süs Lahanası	Cruciferae	Brassicaceae	Altınpark
<i>Cavariella</i>	7	<i>Cavariella aegopodii</i>	Duvar sarmaşığı	<i>Hedera helix</i> L.	Araliaceae	Altınpark
	8	<i>Cinara palastinensis</i>	Kızılçam	<i>Pinus brutia</i>		Altınpark
						Mamak
<i>Eucarazzia</i>	9	<i>Eucarazzia elegans</i>	Biberiye	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Labiatae	Botanik
			Lavanta	<i>Lavandula angustifolia</i>	Lamiaceae	Keçiören
						Karşıyaka

<i>Hyadaphis</i>	10	<i>Hyadaphis foeniculi</i>	Duvar sarmaşığı	<i>Lonicera</i> sp.	Caprifoliaceae	Karşıyaka
	11	<i>Hyadaphis tataricae</i>	Duvar sarmaşığı	<i>Lonicera</i> sp.	Caprifoliaceae	Karşıyaka
<i>Lipaphis</i>	12	<i>Lipaphis (Lipaphis) erysimi</i>	Süs Lahanası	<i>Brassica oleracea acephala</i>	Cruciferae	Gençlik Parkı
						Karşıyaka
<i>Macrosiphum</i>	13	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Duvar sarmaşığı	<i>Lonicera</i> sp.	Caprifoliaceae	Keçiören
			Kartopu	<i>Viburnum</i> sp.	Caprifoliaceae	Gençlik Parkı
			Defne Yapraklı Kartopu	<i>Viburnum tinus</i>	Caprifoliaceae	Karşıyaka
			Taflan	<i>Euonymus japonicus</i>	Celastraceae	Altınpark
<i>Myzus</i>	14	<i>Myzus (Nectarosiphon) persicae</i>	Kartopu	<i>Viburnum</i> sp.	Caprifoliaceae	Gençlik Parkı
			Taflan	<i>Euonymus japonicus</i>	Celastraceae	Altınpark
			Defne Yapraklı Kartopu	<i>Viburnum tinus</i>	Caprifoliaceae	Karşıyaka
	15	<i>Myzus ornatus</i>	Duvar sarmaşığı	<i>Lonicera</i> sp.	Caprifoliaceae	Botanik
			Duvar sarmaşığı	<i>Hedera helix</i> L.	Araliaceae	Altınpark
			Begonvil, Gelin duvağı	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Nyctaginaceae	Karşıyaka
<i>Myzus</i>	15	<i>Myzus ornatus</i>	Defne Yapraklı Kartopu	<i>Viburnum tinus</i>	Caprifoliaceae	Altınpark

Tür: *Anoecia corni* (Fabricius, 1775)

Sinonim: *Aphis corni* Fabricius, 1775; *Anoecia agrostidis* Börner, 1950; *Schizoneura corni* Hartig, 1841; *Anoecia disculigera* Börner, 1950; *Schizoneura graminis* del Guercio, 1895; *Schizoneura obscura* Walker, 1852.

İncelenen örnek: 17.06.2021, Altınpark, Kızılcık (*Cornus mas*) (Cornaceae).

Tanınması: *Anoecia* cinsinde bulunan *A. corni*, en yaygın türdür. Kanatsız birey soluk yeşilimsi grimsi renkte ve abdomende koyu grimsi renkli sklerotik alana sahiptir. Kanatlılarda ise koyu abdominal leke ve birinci kanat üzerinde pterostigma, siyah renkle belirgin olarak görülmektedir. 1961 yılında İncecik/Tekirdağ'da *Triticum sativa* üzerinden Ülkemizdeki ilk kayıt verilmiştir (Tuatay ve Remaudiere, 1964). *A. corni*, Graminae'den birçok ot ve hububat köklerinde beslenebilmekte, primer konukçu olarak Cornaceae'den *Cornus sanguinea*'yı seçmektedir (Blackman ve Eastop, 1984). (Çanakçıoğlu, 1975), ayrıca Cupuliferae ve Solanaceae bitkilerini konukçusu olarak belirtmektedir. (Kennedy ve ark., 1962), *Anoecia* sp.'nin soğan sarı cücelik virüsünü nonpersistent yolla nakledebildiğini bildirmektedir. Bu çalışmada Kızılılık (*Cornus mas*) (Cornaceae) üzerinden Altınpark'ta tespit edilmiştir.

Tür: *Aphis craccivora* (Koch, 1854)

Sinonim: *Aphis atronitens* Cockerell, 1903; *Aphis beccarii* del Guercio, 1917; *Aphis cistiella* Theobald, 1923; *Aphis citricola* del Guercio, 1917; *Aphis dolichi* Montrouzier, 1861; *Aphis hordei* del Guercio, 1913; *Aphis isabellina* del Guercio, 1917; *Aphis kyberi* Hottes, 1930; *Aphis leguminosae* Theobald, 1915; *Aphis loti* Kaltenbach, 1862; *Doralis meliloti* Börner, 1939; *Aphis mimosae* Ferrari, 1872; *Aphis oxalina* Theobald 1925; *Aphis papilionacearum* van der Goot, 1918; *Aphis robiniae* Macchiati, 1885; *Doralina salsolae* Börner, 1940; *Aphis salviae* Walker, 1852.

İncelenen örnek: 15.06.2021, Altınpark, Sumak Ağacı (*Rhus typina*) (Anacardiaceae); 28.06.2021, Güvenpark, *Buxus sempervirens* (Adi şimşir, Yaygın şimşir) (Buxaceae).

Tanınması: *Aphis craccivora*, parlak siyah renktedir, konukçularla ilişkisi yönünden bir kompleks oluşturmaktadır. Genç bireyler hafifçe mumsu salgılı görülmektedir. Kanatsız bireyler, metanotumdan başlayıp abdomen dorsumunu kaplayan koyu renkli ve tipik desenli sklerotizasyona sahiptir. Kanatlıda bu dorsal koyu leke, abdomen segmentlerinde kesik bandlar halinde görülmektedir. Ülkemizde ilk kayıt 1939 yılında Ankara'da *Robinia pseudoacacia* üzerinden yapılmıştır (Bodenheimer & Swirski, 1957). Sıcak bölgelerde kozmopolit bir tür olan *Aphis craccivora*, bu çalışmada *Buxus sempervirens* (Adi şimşir, Yaygın şimşir) (Buxaceae) üzerinden Güvenparktan tespit edilmiştir.

Tür: *Aphis fabae* (Scopoli, 1763)

Sinonim: *Aphis abivearia* Walker, 1852; *Aphis addita* Walker, 1849; *Aphis adducta* Walker, 1849; *Aphis adetna* Walker, 1849; *Aphis aperines* Fabricius, 1775; *Aphis aperinis* Blanchard, 1840; *Aphis apii* Theob., 1925;

Aphis apocyni Koch, 1854; *Aphis atriplicis* Fabricius, 1775; *Aphis brevissiphona* Theob., 1913; *Aphis chaerophylli* Koch, 1854; *Aphis cynariella* Theob., 1924; *Anuraphis dahliae* Mosley, 1841; *Aphis erecta* del Guercio, 1911; *Aphis fumariae* Blanch., 1840; *Aphis hortensis* Fabricius, 1781; *Aphis indistincta* Walker, 1849; *Aphis inducta* Walker, 1849; *Aphis nerii* Kalt., 1843; *Aphis phlomoidea* del Guercio, 1911; *Aphis polyanthis* Passerini, 1863; *Aphis roseum* Macchiati, 1881; *Myzus rubra* Macchiati, 1884; *Myzus rubrum* del Guercio, 1900; *Myzus silybi* Passerini, 1861; *Aphis sinensis* del Guercio, 1900; *Aphis thlaspeos* Schrank, 1801; *Aphis translata* Walker, 1849; *Aphis tuberosae* B+F; *Aphis valerianina* del Guercio, 1911; *Aphis watsoni* Theob., 1929.

İncelenen örnek: 18.05.2020, Botanik, *Lonicera* sp. (Caprifoliaceae); 19.07.2021, Güvenpark, Kartopu (*Viburnum* sp.) (Caprifoliaceae) (Hanımeligiller); 28.06.2021, Beşevler, *Yucca gloriosa* (Avize Çiçeği); 28.06.2021, Batıkent, Defne Yapraklı Kartopu (*Viburnum tinus*) (Caprifoliaceae); 18.06.2021, Botanik, *Buxus sempervirens* (Adi şimşir, Yaygın şimşir) (Buxaceae).

Tanınması: Kanatsız vivipar dişide vücut kahverengi, yeşilimsidir. Abdomen üzerinde düzensiz koyu pigmentli alanlar bulunur. Kanatlı vivipar dişide vücut kahverengiden siyaha kadar değişen renklindedir. Abdomen üzerinde koyu yeşil siyahımsı düzensiz desenli alanlar vardır. Siyah bakla ve şekerpancarı yaprakbitlerinden *Aphis fabae*, primer ve sekonder konukçular ile bunlarda ortaya çıkan ve morfolojik olarak birbiri ile iç içe girmiş karakterlerin ayrımının, zamanımızda tam bir açıklık kazanmamış olması nedeniyle kompleks grup olarak ele alınmaktadır (Stroyan, 1984). Mat siyah ya da çok koyu kahverengi olan *Aphis fabae*'nin kanatsız bireylerinde hemen her zaman, genç bireylerde ise nadiren görülen beyaz renkli pleural mum salgıları, noktacıklar halinde bulunmaktadır. Kanatlı bireylerde abdomen 4. ve 5. tergiteinde sklerit vardır ve kauda koyu renklidir. Tüm dünyada yaygın olarak bulunan ve polifag bir zararlı olan *Aphis fabae* Scopoli grubu, ülkemizde ilk olarak 1938 yılında Florya/İstanbul'da *Robinia pseudoacacia* üzerinde saptanmıştır (Schmitschek, 1944). Bu çalışmada Defne Yapraklı Kartopu (*Viburnum tinus*) (Caprifoliaceae) üzerinden Batıkentte tespit edilmiştir.

Tür: *Aphis gossypii* (Glover, 1877)

Sinonim: *Aphis affinis* var. *gardeniae* del Guercio, 1913; *Toxoptera aurantii* var. *limonii* (del Guercio, 1917); *Aphis bauhiniiae* Theobald, 1918; *Aphis bryophyllae* Shinji, 1922; *Aphis chloroides* Nevsky, 1929; *Aphis citri* Ashmead, 1887; *Aphis citrulli* Ashmead, 1882; *Aphis colocasiae* Matsumura, 1917; *Aphis commelinae* Shinji, 1922; *Cerosipha commeli-*

nae Shinji, 1924; *Aphis convolvulicola* Ferrari, 1872; *Aphis cucumeris* Forbes, 1882; *Aphis cucurbiti* Buckton, 1879; *Aphis ficus* Theobald, 1918; *Aphis flava* Nevsky, 1929; *Aphidula flava* Nevsky, 1929; *Aphis gossypii* var. *callicarpae* Takahashi, 1921; *Aphis gossypii* var. *viridula* Nevsky, 1929; *Aphis hederella* Theobald, 1915; *Aphis helianthi* del Guercio, 1916; *Aphis heliotropii* Macchiati, 1885; *Aphis hibiscifoliae* Shinji, 1922; *Aphis inugomae* Shinji, 1922; *Toxoptera leonuri* Takahashi, 1921; *Aphis ligustriella* Theobald, 1914; *Aphis lilicola* Williams, 1911; *Aphis malvacearum* van der Goot, 1918; *Aphis malvaoides* Das, 1918; *Aphis minuta* Wilson, 1911; *Aphis monardae* Oestlund, 1887; *Aphis oxalis* Macchiati, 1884; *Aphis parvus* Theobald, 1915; *Aphis perillae* Shinji, 1922; *Aphis pomonella* Theobald, 1916; *Aphis pruniella* Theobald, 1918; *Aphis shirakii* Takahashi, 1921; *Aphis solanina* Passerini, 1863; *Aphis tectonae* van der Goot, 1917; *Aphis tridacis* Theobald, 1929; *Aphis vitifoliae* Shinji, 1922.

İncelenen örnek: 28.09.2021, Karşıyaka, Monolya (*Magnolia grandiflora gallisoniensis*) (Magnoliaceae).

Tanınması: *Aphis gossypii*'nin kanatsız bireyi açık yeşil dumanlı, koyu yeşil renkli olup, koyu kornikıl ve soluk ya da tozlu görünümdeki kauda'ya sahiptir. Kanatsız vivipar dişiler ise oldukça değişik renklere sahiptir. Normal irilikteki bireyler siyaha yakın koyu yeşil renkli iken, yoğun popülasyonun olduğu alanlarda daha küçük boyutta ve soluk beyaza yakın açık sarı renkli olarak görülmektedir. Antenler soluk sarıdan esmer renklere kadar değişir. Antenlerin boyu vücudun yarısı kadar veya yarısından biraz daha uzun olabilmektedir. Kornikıl kalın, silindir şeklinde, kaidesi geniş ve siyah renklidirler. Kauda ise vücut renginde ve kornikılın yaklaşık üçte biri uzunluktadır. Vücut uzunluğu 1.2–2.0 mm uzunluğundadır. Kanatlı vivipar dişilerde baş, pronotum ve thorax koyu renktedir. Abdomen sarı, soluk sarımsı yeşil veya koyu yeşildir. Antenler vücut uzunluğundan kısadır. Kornikıl siyah renkte ve silindirik şekildedir. Kauda ise yeşilin değişik tonlarında olabilmektedir. Kauda'nın uzunluğu kornikılın yaklaşık yarısı kadardır. Vücut uzunluğu 1.2–1.9 mm arasındadır (Avidov & Harpaz, 1969).

Tür: *Aulacorthum solani* (Kaltenbach, 1843)

Sinonim: *Aphis solani* Kaltenbach, 1843; *Macrosiphum aquilegiae* Theobald, 1913; *Siphonophora atropae* Mordvilko, 1895; *Macrosiphum aucubae* Bartholomew, 1932; *Macrosiphum begoniae* Schoyteden, 1901; *Dysaulacorthum boernerii* F.P.Müller, 1952; *Siphonophora diplanterae* Koch, 1855; *Aulacorthum doronici* Börner, 1950; *Macrosiphum duffieldii* Theobald, 1913; *Aulacorthum eumorphum* E.E. Balnchard, 1922; *Myzus gei* Theobald, 1919; *Myzus glaucii* Theobald, 1923; *Macrosiphum hagi*

Essig & Kuwana, 1918; *Macrosiphum hagicola* Matsumura, 1917; *Macrosiphum hederæ* Theobald, 1915; *Myzus hydrocotylei* Theobald, 1925; *Aphis incerta* Walker, 1849; *Aphis indecisa* Walker; *Myzus kusaki* Shinji, 1941; *Macrosiphum matsumuraeanum* Hori, 1928; *Siphonophora menthae* Buckton, 1876; *Myzus mercurialis* Theobald, 1919; *Myzus neogei* Theobald, 1926; *Aphis pallida* Walker, 1848; *Macrosiphum piceaellum* Theobald, 1916; *Myzus polyanthi* Theobald, 1926; *Aulacorthum prasinum* Börner, 1950; *Myzus pseudolamii* Theobald, 1926; *Myzus pseudosolani* Theobald, 1922; *Acyrtosiphon (Metapolophium) ranunculi* Mordvilko, 1914; *Macrosiphum rosaeollae* Theobald, 1915; *Macrosiphum senecionis* Matsumura, 1917; *Aulacorthum similacis* Takahashi, 1965; *Macrosiphum sobae* Shinji, 1922; *Myzus veronicae* del Guercio, 1900; *Macrosiphum veronicae* Theobald, 1913; *Myzus veronicellus* Theobald, 1926; *Aphis vincae* Walker, 1848.

İncelenen örnek: 24.06.2020, Karşıyaka, Kartopu (*Viburnum* sp.) (Caprifoliaceae); 18.07.2021, Altınpark, Defne Yapraklı Kartopu (*Viburnum tinus*) (Caprifoliaceae); 11.06.2022, Çankaya, Kızılcık (*Cornus mas*) (Cornaceae); 13.06.2022, Cemre parkı, Sardunya (*Pelargonium zonale*) (Geraniaceae).

Tanınması: Kanatsız bireyde renk, parlak beyazımsı yeşil renkten, donuk yeşil veya yeşilimsi kahverengine kadar değişiklik göstermektedir. Yaklaşık 3 mm kadar irilikte olan kanatlı bireyde abdomen dorsalinde çeşitli desenleri oluşturan, enine koyu bandlar bulunmaktadır. *Aulacorthum solani*'nin ülkemizde 1962 yılında *Tulipa genseriana* üzerinden İstanbul-Kadıköy'de ve 1970 yılında *Veronica anagallioides* ve *Curciferae*'den iki farklı bitki üzerinden ilk kayıtları yapılmıştır (Tuatay, 1988). Çalışma sırasında Sardunya (*Pelargonium zonale*) (Geraniaceae) üzerinden tespit edilmiştir. Monokotyledon ve dikotyledon bitkileri (Graminae dışında) konukçu olarak seçmekte, dolayısıyla polifag bir yaprakbiti olarak bilinmektedir (Blackman & Eastop, 1984). Bignoniaceae, Rosaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae familyalarındaki bitkiler konukçuları arasında bulunmaktadır (Bodenheimer & Swirski, 1957). Özellikle 40 kadar bitki virüs hastalığının vektörü olduğu belirtilmektedir. Bunlardan non-persistent olarak naklettikleri fasulye sarı mozaik, pancar mozaik, karnabahar mozaik, hıyar mozaik, bezelye mozaik virüsleri ile persistent yolla naklettikleri bezelye enasyon mozaik, pancar sarı nve, patates yaprak kıvrıcılığı, tütün damar bükülme virüsleri örnek olarak verilmektedir (Kennedy et al., 1962; Blackman & Eastop, 2022).

Tür: *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758)

Sinonim: *Brevicoryne dusmeti* Gomez-Menor, 1950; *Brevicoryne flo-*

ris-rapae Curtis, 1842; *Aphis isatidis* Boyer de Fonscolombe, 1841; *Aphis raphani* Schrank, 1801

İncelenen örnek: 21.06.2021, Altınpark, Cruciferae (Brassicaceae).

Tanınması: Kanatsız formda kısa kornikıl ve üçgen görünümlü kauda ile tanınmaktadır. Grimsi yeşil ya da uçuk yeşil renkli olup, abdomende koyu desenler bulunmaktadır. Kanatlı formda vücut üzeri grimsi beyaz renkli pamuksu-mumsu salgı ile kaplıdır. Bu salgı bitki yüzeyinde de bulunmakta ve tüm koloni bununla kaplı olmaktadır (Blackman & Eastop, 1984).

Cruciferae üzerinde yaygın olan *Brevicoryne brassicae*, ülkemizde ilk kez *Brassicaceae* üzerinden tespit edilmiştir (Düzgüneş ve Tuatay, 1956). 1939 yılında Ankara'da *Brassica* sp. üzerinden kaydedilmiştir (Bodenheimer & Swirski, 1957). Cruciferae (Brassicaceae) üzerinden bulunmuştur.

Tür: *Cavariella aegopodii* (Scopoli)

Sinonim: *Cavariella glauciiphaga* Theobald, 1923

İncelenen örnek: 21.06.2021, Altınpark, *Hedera helix* L. (Araliaceae) (Sarmaşıkgiller).

Tanınması: Kanatsız bireyler yeşil veya sarımsı yeşil renklidir. Vücut uzunluğu 1.0-2.6 mm arasındadır. Kanatsız bireylerin ilkbahar kolonileri *Salix* spp.'nin genç yaprakları üzerinde görülürler, oval biraz dorso-ventral olarak basık, soluk yeşil, grimsi yeşil veya sarımsı beyaz renklidir. Vücut uzunluğu 1.5-2.0 mm arasındadır. İkinci nesilden itibaren oluşan kanatlı bireylerde baş ve toraks siyah, abdomenin dorsal kısmında koyu yeşil leke vardır. Genellikle mayıs-haziran gibi sekonder konukçuya göç ederler (Blackman & Eastop, 2020). *Hedera helix* L. (Araliaceae) (Sarmaşıkgiller) üzerinde bulunmuştur.

Tür: *Cinara palaestinensis* (Hille Ris Lambers, 1948)

İncelenen örnek: 27.06.2020, Altınpark ve 20.06.2022 Mamak, Kızılçam (*Pinus brutia*).

Tanınması: Kanatsız formu koyu kahverenkli, grimsi tozla kaplı görünümdedir. Kanatlı formda mesosternum üzerinde geniş tuberkıla sahiptir.

Ülkemizdeki ilk kayıt 1963 yılında *Pinus brutia* üzerinden Bahçe-köy-İstanbul'da yapılmıştır (Çanakçıoğlu, 1967). Bu çalışmada Kızılçam (*Pinus brutia*) üzerinde saptanmıştır.

Konukçu olarak seçtiği Pinaceae üzerinde muhtemelen anholosiklik yaşam gösterdiği bildirilmektedir (Blackman & Eastop, 1994).

Tür: *Eucarazzia elegans* (Ferrari, 1872)

Sinonim: *Rhopalosiphoninus chicotei* Gómez-Menor, 1950; *Anuraphis (Clavisiphon) elegans* del Guercio, 1930; *Rhopalosiphoninus salviae* Hall, 1926

İncelenen örnek: 27.06.2021, Keçiören ve 20.06.2022 Karşıyaka, Lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.) (Lamiaceae).

Tanınması: Kanatsız vivipar dişide vücut gümüşimsi görünümündedir. Abdomende dorsal sklerit bulunmamaktadır. Kornikılda kuvvetli ve dik-kat çeken bir şişkinlik bulunmaktadır. III. ve IV. anten segmentlerinde dağınık olarak yerleşmiş çok az sayıda sekonder sensorya bulunmaktadır. Kornikıl ucunda birkaç hücremsi şekillenme görülmektedir. Kauda kanatlı bireylerde olduğu gibidir. Kanatlı vivipar dişide abdomen segmentleri üzerinde dorsalde skleritler vardır. Toraks ve baş mumsu bir tabaka ile kaplanmış gibi görünür. Ön kanatlarda kanat damarlarının kenara ulaşan kısımlarında koyu lekeler bulunmaktadır. Kanatlardaki gümüşümsi siyah renklenme bu tür için ayırt edici bir özelliktir. Abdomen segmentinde enine bir band bulunur. Ülkemizde türe ait ilk kayıt 06.04.1939 tarihinde İstanbul'da tanısı belli olmayan bir bitki üzerinden (Bodenheimer & Swirski, 1957) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada Lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.) Ballıbabagiller (Lamiaceae) üzerinden tespit edilmiştir. Palaerktik bir cinstir, tanımlanmış 15 türü mevcuttur. Caprifoliaceae ya da Umbelliferae familyasında bulunan bitki türleri ile ilişkilidir. Morfolojik olarak *Lipaphis* cinsine benzer. Fakat her ikisi de daha önceleri *Rhopalosiphum* cinsi içinde yer almaktadır (Blackman & Eastop, 2000).

Tür: *Hyadaphis foeniculi* (Passerini, 1860)

Sinonim: *Hyadaphis apii* Hall, 1932; *Hyadaphis coniellum* Theobald, 1925; *Siphocoryne conii* Davidson, 1909; *Hyadaphis hyadaphis* Kirkaldy, 1905; *Aphis lonicerae* Boyer de Fonscolombe, 1841; *Aphis lonicerae* Mosley, 1841; *Hyadaphis melliferae* Hottes, 1930; *Hyadaphis schranki* Hille Ris Lambers, 1931; *Hyadaphis umbellifariae* Davidson, 1911; *Aphis xylostei* Schrank, 1801.

İncelenen örnek: 27.06.2021, Karşıyaka, *Lonicera* sp. (Caprifoliaceae).

Tanınması: Kanatsız ve kanatlı bireyleri 1.3-2.3 mm boyutlarında olan *H. foeniculi*'de vücut grimsi yeşil, anten, bacaklar, kornikıl ve kauda koyu renklidir. Vücut üzeri ince beyaz tozlu görünümündedir (Blackman

& Eastop, 1984). Kanatlı bireyde de vücut grimsi yeşil, anten, bacaklar, kornikıl ve kauda koyu renklidir. Ülkemizde ilk kayıt 1939 yılında Ankara'da *Lonicera* sp. üzerinden yapılmıştır (Bodenheimer & Swirski, 1957). Bu çalışmada *Lonicera* sp. (Caprifoliaceae) üzerinde bulunmuştur.

Tür: *Hyadaphis tataricae* (Aizenberg)

Sinonimi: *Hayhurstia tataricae* Aizenberg

İncelenen örnek: 02.07.2020, Karşıyaka; 28.06.2021, Gençlik parkı, *Lonicera* sp. (Caprifoliaceae).

Tanınması: Kanatsız vivipar dişilerde vücut ovalimsi, kremimsi soluk yeşil renginde olup her tarafı mumsu madde ile kaplıdır. Baş, korniculuslar ve kauda vücut renginden daha koyu, gözler siyah rengindedir. Korniculuslar kısa ve uç kısımda boyun gibi daralma gösterir. Kauda uzunca yaygın üçgen şeklinde ve korniculusun üçte biri veya yarısı kadardır. Vücut uzunluğu 1–2.1 mm kadardır. Kanatlı vivipar dişilerde baş, thorax koyu kahverengimsi siyah renginde, abdomen açık yeşil ile zeytin yeşiline kadar değişen renklerde. Korniculuslar koyu yeşil renkte olup kanatsız bireyinkinden biraz daha uzunca olup, uçta boyun şeklinde daralma görülür. Kauda koyu yeşil renginde ve kanatsız formlarındakilerden biraz daha sivricidir. Vücut uzunluğu 1.1–1.9 mm kadardır (Toros, 1986). Bu türün Ankara'da bulunduğu (Toros, 1986)'ta kayıtlıdır. *Hyadaphis tataricae* (Aizenberg) monofag bir zararlı olup sadece *Lonicera* spp.'ler üzerinde beslenir (Toros, 1986). Bu çalışmada Ankara'da Gençlik parkında *Lonicera* sp. (Caprifoliaceae) üzerinde saptanmıştır.

Tür: *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843)

Sinonim: *Aphis contermina* Walker, 1849; *Siphocoryne indobrassicae* Das, 1918; *Aphis mathiolella* Theobald, 1918; *Rhopalosiphum papaveri* Takahashi, 1921; *Aphis pseudobrassicae* Davis, 1914; *Rhopalosiphum sisymbrii* del Guercio, 1913.

İncelenen örnek: 05.07.2020, Karşıyaka; 21.06.2021, Botanik parkı, Süs Lahanası (*Brassica oleracea acephala*) (Cruciferae)

Tanınması: Kanatsız formda vücut ve baş açık yeşilimsi renktedir. Antenler açık sarımsı renkte, uç kısımları esmer ve vücuttan daha kısadır. Vücudun üst kısmı ağımsı bir görünüşe sahiptir. Kornikıl sarımsı, uç kısmı siyah, kauda sarımsı renktedir. Kornikıl silindirik şekilde, apikal kısmı hafifçe şişkin, kiremit dizisi şeklinde desenli olup, uç kısmı ise kıvrıktır. Kauda uzun koni şeklindedir. Vücut uzunluğu 1.4–2.4 mm kadardır. Kanatlı vivipar dişide ise baş ve thorax siyah renkte, gözler kırmızımsı, pronotumun ön ve arkasında yeşil dar bir bant vardır. Abdomen

yeşil renkte olup, dorsalde küçük siyah noktacıklar bulunur. Antenler siyah renkli ve vücuttan daha kısadır. Kornikıl ve kaudanın yapısı kanatsız formlardaki gibidir. Vücut uzunluğu 1.4-2.2 mm'dir (Blackman & Eastop, 1984; Zeren, 1983-1989). Cruciferae familyası bitkilerinde bulunabilmektedir. Konukçularının yaprak altlarında yoğun koloniler oluşturmakta ve beslendikleri yapraklarda kıvrılmalar ve renk açılmaları görülmektedir. Ülkemizde ilk kez 1962 yılında Gaziantep'te *Lepidium draba* ve *Sinapis arvensis* üzerinde saptanmıştır (Tuatay ve ark., 1967). Bu çalışmada Yenimahalle ilçesinde Süs Lahanasından (*Brassica oleracea acephala*) (Cruciferae) üzerinden bulunmuştur.

Tür: *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878)

Sinonim: *Siphonophora asclepiadifolii* Thomas, 1878; *Nectarophora asclepiadis* Cowen ex Gillvete ve Baker, 1895; *Siphonophora citrifolii* Ashmead, 1880; *Siphonophora cucurbitae* Middleton ex Thomas, 1878; *Macrosiphum cyparissiae* var. *cucurbitae* del Guercio, 1913; *Siphonophora euphorbicola* Thomas, 1878; *Macrosiphum euphorbiellum* Theobald, 1917; *Nectarophora heleniella* Cockerell, 1903; *Macrosiphum lycopersici* Clarke, 1903; *Macrosiphum rosaeollae* Theobald, 1915; *Siphonophora solanifolii* Ashmead, 1882; *Nectarophora tabaci* Pergvee, 1898; *Siphonophora tulipae* Monell, 1879

İncelenen örnek: 02.07.2020, Karşıyaka, Defne Yapraklı Kartopu (*Viburnum tinus*) (Caprifoliaceae); 28.06.2021, Gençlik parkı, Kartopu (*Viburnum* sp.) (Caprifoliaceae); 08.06.2022, Altınpark, Taflan (*Euonymus japonicus*) (Celastraceae).

Tanınması: Kanatsız vivipar dişide başta anten çıkıntısı bulunur. Rostrum II. ve III. coxa arasına kadar uzanmaktadır. III. anten segmentinde bir çizgi halinde dizilmiş 6–10 adet sekonder sensorya bulunmaktadır. Processus terminalis kaidenin 5 katı uzunluğundadır. Kornikıl oldukça uzundur ve distal ucu poligonal hücre şekilde desenlerle son bulur. Kauda dikenimsi desenli olup, 7–13 adet kıl bulunmaktadır. Kanatlı vivipar dişiler zeytin yeşili ya da pembemsi renktedir. Anten vücuttan daha uzundur. Kornikıl silindirik şeklinde ve kaudadan 2 kat daha uzundur. Kauda ve baştaki kıllar oldukça uzundur. Ülke kayıtlarında ilk kez 1955 yılında *Cucurbita melo* üzerinden İstanbul'da kaydedilmiştir (Tuatay ve Remaudiere, 1964). Çalışma sırasında Kartopu (*Viburnum* sp.) (Caprifoliaceae), Defne Yapraklı Kartopu (*Viburnum tinus*) (Caprifoliaceae), Taflan (*Euonymus japonicus*) (Celastraceae) üzerinden bulunmuştur.

Tür: *Myzus (Nectarosiphon) persicae* (Sulzer, 1776)

Sinonim: *Siphonophora achyrantes* Monell, 1879; *Siphonophora*

antirrhinii Macchiati, 1883; *Rhopalosiphum betae* Theobald, 1913; *Siphonophora calendulella* Monell, 1879; *Aphis consors* Walker, 1848; *Aphis convolvuli* Kaltenbach, 1843; *Aphis cymbalariae* Schouteden, 1900; *Phorodon cynoglossi* Williams, 1911; *Aphis deposita* Walker, 1848; *Aphis derelicta* Walker, 1849; *Aphis dianthi* Schrank, 1801; *Aphis dubia* Curtis, 1842; *Myzus dyslycialis* Müller, 1955; *Aphis egressa* Walker, 1849; *Rhopalosiphum galeactitis* Macchiati, 1883; *Rhopalosiphum lactucellum* Theobald, 1914; *Macrosiphum lophospermum* Theobald, 1914; *Macrosiphum lycopersicella* Theobald, 1914; *Myzus malvae* Oestlund, 1886; *Siphonophora nasturtii* Koch, 1855; *Aphis particeps* Walker, 1845; *Myzus pergeeae* Sveerson, 1901; *Aphis persicae* Morren, 1836; *Aphis persola* Walker, 1848; *Aphis rapae* Curtis, 1842; *Aphis redundans* Walker, 1849; *Myzodes tabaci* Mordvilko, 1914; *Rhopalosiphum trilineatum* del Guercio, 1920; *Rhopalosiphum tulipae* Thomas, 1879; *Aphis vastator* Smee, 1846; *Aphis vulgaris* Kyber, 1815.

İncelenen örnek: 15.07.2020, Karşıyaka, Defne Yapraklı Kartopu (*Viburnum tinus*) (Caprifoliaceae); 20.06.2021, Gençlik parkı, Kartopu (*Viburnum* sp.) (Caprifoliaceae); 02.06.2022, Altınpark, Taflan (*Euonymus japonicus*) (Celastraceae).

Tanınması: Kanatsız vivipar dişilerde vücut rengi beyazımsı sarımsı yeşilden grimsi yeşil, soluk sarı yeşil ya da pembemsi ve kızılımsı yeşile kadar değişmektedir. Antenleri vücuttan biraz daha kısa ve anten tuberkülleri belirgindir. Anten ve kornikl uçları koyu gölgeli ve silindir şeklinde veya hafifçe şişkindir. Kauda sivri ve kornikl daha kısadır. Kanatlı vivipar dişiler de abdomen oldukça parlak, baş ve thorax siyahımsı renktedir. Antenler koyu esmer veya siyah ve ortalama vücut uzunluğu kadardır. Kornikl rengi koyu esmerimsi ve silindir şeklindedir. Kauda hafif boğumludur. (Blackman & Eastop, 1984). *Myzus* (*Nectarosiphon*) *persicae*'ye ait ülkemizdeki ilk kayıt 1938 yılında Ankara'da *Spinacia oleracea* üzerinden yapılmıştır (Bodenheimer & Swirski, 1957). Bu çalışmada Kartopu (*Viburnum* sp.) (Caprifoliaceae) ve Taflan (*Euonymus japonicus*) (Celastraceae) üzerinden tespit edilmiştir.

Tür: *Myzus ornatus* (Laing, 1932)

İncelenen örnek: 16.06.2020, Karşıyaka, Begonvil (*Bougainvillea spectabilis*) (Nyctaginaceae); 29.06.2021, Altınpark, Defne Yapraklı Kartopu (*Viburnum tinus*) (Caprifoliaceae).

Tanınması: Kanatsız bireylerde dorso-ventral olarak düz, soluk sarı veya yeşil, dorsal kısımda koyu yeşil bir leke veya kahverengimsi noktalar ve enine lekeler bulunur. Vücut uzunluğu 1.0-1.7 mm arasında değişmektedir. Bignonaceae, Compositae, Lamiaceae, Polygonaceae, Primulaceae,

Rosaceae ve Violaceae familyaları yaprakları üzerinde yaşarlar. Dünya genelinde Anholocyclic yaşam döngüsüne sahip olan *M. ornatus* soğuk iklimlerde muhtemelen seralarda, saksı bitkilerinde veya korunaklı yerlerde kışlamaktadır. Bu çalışmada Begonvil (Gelin duvağı) (*Bougainvillea spectabilis*) (Nyctaginaceae) ve Defne Yapraklı Kartopu (*Viburnum tinus*) (Caprifoliaceae) üzerinde beslenmektedir.

Ankara ilinde dış mekan süs bitkileri üzerinde yürütülen bu çalışmada Aphididae familyasına bağlı 16 konukçu bitki üzerinde 15 yaprakbiti türü bulunmuştur. Bu çalışma sonrası elde edilen türler *Anoecia corni*, *Aphis craccivora*, *Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Aulacorthum solani*, *Brevicoryne brassicae*, *Cavariella aegopodii*, *Cinara palaestinensis*, *Eucarazzia elegans*, *Hyadaphis foeniculi*, *Hyadaphis tataricae*, *Lipaphis* (*Lipaphis*) *erysimi*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus* (*Nectarosiphon*) *persicae*, *Myzus ornatus* olup, kültür bitkilerinin yanında otsu bitkiler üzerinde de oldukça yaygınlık göstermektedirler. Bunun yanında *Lonicera* sp. (Caprifoliaceae) ve Kartopu *Viburnum* sp. (Caprifoliaceae) (Hanımeligiller) yaprakbitleri tarafından en çok tercih edilen konukçu bitkilerdir.

Ankara ili, Orta Anadolu'nun kuzeybatısında yerleşmiş olup, yarı kurak kara iklimine sahiptir. Bölgede fazlaca bitki çeşitliliği ve zengin yaprakbiti türleri vardır. Bu zenginlik içerisinde saptanan dış mekan bitkilerinde yaprakbitlerinin sekonder konukçu olmalarının yanı sıra, vektör olarak da önemli görevleri vardır. Ankara ilinde dış mekan süs bitkilerinde yapılan bu çalışma sonucu Aphididae familyasına bağlı yaprakbitlerinin dış mekan süs bitkilerinde doğrudan yaptıkları ekonomik kayıpların yanında, dolaylı olarak bitki virüslerinin naklinde de rol oynamaları oldukça önemlidir. Yaprakbitlerinin kültür bitkileri ile iç ve dış mekan süs bitkileri, otsu bitkiler arasında devamlılık gösteren konukçu değişimi bitki virüslerine de konukçuluk yapması nedeniyle oldukça büyük ekonomik önem ortaya koymaktadır. Dış mekan süs bitkilerinde saptanan yaprakbitlerinin potansiyel birer zarar oluşturması her zaman söz konusu olacaktır. Bu konuya birçok disiplin tarafından, çok yönlü dikkat çekilmesi gerekliliği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, (2022a). Dünya Süs Bitkileri Raporu. <http://www.susbitkileri.org.tr/images/d/library/ef989b05-0f43-4657-b96b-87c6c6743c14.pdf> (Erişim tarihi: 18.10.2022).
- Anonim (2022b). Ankara Peyzaj Bitkileri ve Kullanımları. <https://peyzax.com/ankara-peyzaj-bitkileri-ve-kullanimlari/>. (Erişim tarihi: 20.04.2022)
- Avidov, Z. & Harpaz, I. (1969). Plant Pests of Israel. Israel University. Press, Jerussalem, 549 pp.
- Blackman, R.L. & Eastop, V.F. (1984). Aphids on the World's Crops: An identification quide. A Wiley. Intenscience Publication, 466 pp.
- Blackman, R.L. & Eastop, V.F. (1994). Aphids on the World's Trees. An Identification and Information Guide. CAB International, Wallingford, 1004 pp.
- Blackman, R.L. & Eastop, V.F. (2000). Aphids on the World's Crops: An Identification quide. Second Edition. A Wiley. Intenscience Publication, 414 pp.
- Blackman, R.L. & Eastop, V.F. (2020). Aphids of the World's Plants. An online identification and information guide. <http://www.aphidsonworldsplants.info/Introduction.htm>
- Blackman, R.L. & Eastop, V.F. (2022). Aphids on the World's Plants. An Online Identification and Information Guide. <http://www.aphidsonworldsplants.info> (Date accessed: 19.06.2025).
- Bodenheimer, F.S. & Swirski, E. (1957). The Aphidoidea of the Middle Eastern the Weizmann Science Press of Israel, Jerusalem, 378 pp.
- Çanakçıoğlu, H. (1967). Türkiye'de orman ağaçlarına arız olan yaprakbitleri (Aphidoidea) üzerine araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından Sıra No: 466, Seri No: 22, VIII., 151 pp.
- Çanakçıoğlu, H. (1975). The Aphidoidea of Turkey. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, O.F.Yayın Seri A, Cilt: XXII, Sayı:1.
- Düzgüneş, Z. & Toros, S. (1978). Ankara ili ve çevresinde elma ağaçlarında bulunan yaprakbiti türleri ve kısa biyolojileri üzerinde araştırmalar. Türkiye Bitki Koruma Dergisi. 1 (3), 151-175.
- Düzgüneş, Z. & Tuatay, N. (1956). Türkiye Aphidleri. Ziraat Vekaleti, Ankara Zirai Enstitüsü Müdürlüğü. Sayı: (4), S: 63.
- Düzgüneş, Z., Toros, S., Kılınçer, N. & Kovancı, B. (1982). Ankara ilinde bulunan Aphidoidea türlerinin parazit ve predatörlerinin tespiti. Tarım ve Orman Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayın şubesi, S: 251.
- Kennedy, J.S., Day, M.F. & Eastop, V.F. (1962). A Conspectus of aphids as vector of plant viruses. Commonwealth Institute of Entomology, 114 pp.
- zdemir, I. & Toros, S. (1997). Ankara parklarında mevsimlik ss bitkilerinde zararlı Aphidoidea (Homoptera) türleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 21 (4): 283-298.

- Özdemir, I. (2004). Ankara ilinde otsu bitkiler üzerinde saptanan Aphidoidea türleri üzerinde taksonomik araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora tezi, S: 190.
- Schimitschek, E. (1944). Forstinsekten der Türkei und ihre Umwelt. Grundlagen der türkischen Forstentomologiei, 371 pp.
- Stroyan, H.L.G. (1984). Aphids-Pterocommatinae and Aphidinae (Aphidini) Homoptera: Aphididae. Handbooks for The Identification of British Insects. Vol. II, Part 6. Royal Entom. Soc. of London, 232 pp.
- Toros, S. (1986). Some notes on *Hyadaphis tataricae* (Aizenberg) (Hom.: Aphididae) new to Turkey. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 103, 141-148.
- Tuatay, N. & Remaudiere, G. (1964). Premiere Contribution au Catalogue des Aphididae (Hom.) de la Turquie. Revue de pathologie Vegveale et D'entomologie Agricole de France. 43 (4): 243-278.
- Tuatay, N. (1988). Türkiye Yaprakbitleri (Homoptera: Aphididae): I. Aphidinae: Macrosiphini (I. Kısım). Bitki Koruma Bülteni, 28 (1-2): 1-28.
- Tuatay, N., Gül, S., Demirtola, A., Kalkandelen, A. & Çağatay, N. (1967). Nebat Koruma Müzesi Kataloğu (1961-1966). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayın Şubesi Mesleki Kitaplar Serisi. Ayyıldız Matbaası, Ankara, S: 66.
- Zeren, O. & Düzgüneş, Z. (1983). Çukurova bölgesinde sebzelerde zararlı olan yaprakbitleri (Aphidoidea) türleri, konukçuları, zararlıları ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 7: 199-211.
- Zeren, O. (1989). Çukurova bölgesinde sebzelerde zararlı olan yaprakbitleri (Aphidoidea) türleri, konukçuları, zararlıları ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora tezi, S: 205.

”

Bölüm 12

**GAZİANTEP İLİ NURDAĞI YÖRESİ
BİBER ALANLARINDA YEŞİLKURT
Helicoverpa armigera (HÜBNER,
1808) POPULASYON TAKİBİ VE
YAYGINLIĞININ BELİRLENMESİ**

Mahmut Murat ASLAN¹

¹ Prof. Dr. / Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Avşar Kampüsü/Kahramanmaraş, 46100, TR E-posta: aslan@ksu.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-4586-1301

Giriş

Biber, Solanaceae familyasının *Capsicum* cinsine bağlı, ılıman iklimlerde bir yıllık olarak yetişen, açıkta ve örtü altında yetiştirilen bir kültür bitkisidir. Bilimsel adı *Capsicum annum* L. olan, dünyanın birçok ülkesinde, yaygın olarak yetiştirilen önemli bir sebze türüdür (Şeniz, 1992).

Ülkemizde uygun ekolojiyi bulan biber ülkemizin birçok bölgesinde kendisine yetiştirilme alanları bulabilmiş, öyle ki bazı yörelerde yetiştirilen genotipler yetiştiriciliğin yapıldığı bölge ile tamamen özdeşleşerek o bölgenin adı ile anılır olmuştur. Bunlara Adana'nın Karaisalı ilçesinde "Karaisalı Salçalık" olarak isimlendirilen, "Kahramanmaraş Pul Biberi" diye isimlendirilen, "Çanakkale ve Bursa Salçalık" olarak bilinen karışık popülasyonları örnek gösterebiliriz. Ayrıca Şanlıurfa ilinin değişik bölgelerinde yetiştirilen ve bir kısmı közlenerek yerel olarak tüketilen, önemli kısmı ise kurutularak kendine özgü değerlendirme şekli ile "isot" adıyla pazarlanan, yöreye özgü karışık popülasyon bulunmaktadır (Karagül ve ark., 2005).

Biber yetiştiriciliği yapılan alanlarda özellikle Yeşilkurt (*Helicoverpa armigera*)'un meyveye verdiği zarar sebebiyle büyük ölçüde verim kayıplarına ve üründe kalite düşüklüğüne sebep olduğu bilinmektedir. Bu nedenle bu zararlıyla mücadelede popülasyon takibinin iyi yapılması ve doğal düşmanlarının iyi bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca; biber seralarında Pamuk yaprak biti (*Aphis gossypii* Glover) ve Şeftali yaprakbiti (*Myzus persicae* Sulzer.) ve İki noktalı kırmızıörümcek (*T. urticae* Koch.)'in ana zararlılar olduğu belirlenmiştir (Yaşarakıncı ve Hıncal, 1997). Biber, Solanaceae familyasından, ılıman ve subtropik ülkelerde bir yıllık, tropikal ülkelerde iki yıllık veya çok yıllık yetiştirilen bir bitkidir. Solanaceae familyasından domates (*Lycopersicon esculentum* L.), patlıcan (*Solanum melongena* L.), patates (*Solanum tuberosum* L.) ve tütün (*Nicotiana tabacum* L.) kültür bitkileriyle akrabadır. Bu akraba bitkiler münavebede yer almalıdır. Biber dünyanın çeşitli ülkelerinde açıkta ve örtü altında yetiştiriciliği yapılan, tüketici, üretici ve işletme endüstrisi açısından önemli olan bir kültür bitkisidir (Şeniz, 1992).

Biber sofralarımızda; taze olarak, yemeklik olarak, salça ve toz biber olarak yemeklerde renk ve tat verir, tatlı ve acı biberlerden yapılan turşusu ve kurutularak dolmalık olarak da sevilerek tüketilir, özellikle acı biberlerden elde edilen biber suyu, sanayide geniş ölçüde kullanım alanı bulmuştur (Keleş, 2007). Biberde yaklaşık 20 zararlı böcek türü bulunmaktadır. Bu zararlı türler içerisinde ekonomik anlamda en çok zarar veren tür ise yeşilkurt (*Helicoverpa armigera*)'dır.

Ülkemizde son zamanlarda birçok meyve ve sebze çeşidinde zarar meydana getiren *Helicoverpa armigera* (Yeşilkurt)'nın Gaziantep ili Nurdağı ilçesi biber alanlarında çeşitli ergin popülasyonu gelişimi ve biberlerde zarar düzeylerini tespit etmek için yapılan bu çalışma 2017 yılında yürütülmüş ve 2018 yılında tamamlanmıştır. Çalışma sonucunda biberlerin bulunmuş olduğu araziye yerleştirilmiş olan feromon tuzaklarda haftalık kontroller yapılarak *Helicoverpa armigera* ergin sayıları, tespit edilen vuruk sayıları, tespit edilerek, biberdeki vuruk sayılarının ortalaması alınmıştır.

Feromon Tuzakların Asımı ve Sayımı

Bu çalışmada, tuzakları denemenin yapılacağı araziye 02.07.2017 tarihinde yerleştirilmiştir. Çalışma 22.10.2017 tarihinde sonlandırılmıştır. Çalışma 90 hektarlık bir alanda biber üzerinde yapılmıştır. Yapılan çalışmada her tuzak diğer bir tuzagın etkisi altına girmeyecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 1 ve 2).



Şekil 1 ve 2. Tuzakların asılması

Tuzaklarda Yakalanan Yeşilkurt

Çalışma alanına asılmış olan tuzaklarda *Helicoverpa armigera*'nın ilk ergin çıkışını belirlemek için 2-3 günde bir tuzaklar kontrol edilmiştir (Şekil 3 ve 4). *Helicoverpa armigera*'nın ilk ergin bireyi tespiti yapıldıktan sonra haftalık olarak tuzaklarda rutin sayımları yapılmış ve kayıt altına alınmıştır. *Helicoverpa armigera* erginlerinin haftalık olarak kontrolleri yapılmıştır.



Şekil 3 ve 4. *Feromon Tuzaklarda Yakalanan Yeşilkurt*

Feromon Kapsülü Yerleştirme ve Değişirme

Russell IPM marka delta tuta yapışkan kart tuzak içerisine çeşitli meyve ve sebzeler için *Helicoverpa armigera* cezbedici ve insektisit feromon kapsülü delta tipi tuzağın içerisine yerleştirilmiştir. Feromon kapsülünün beyaz pencere kısmı daha iyi cezbedici emisyon dağılımı için ortaya bakmalıdır. Feromon kapsüllerin prospektüsünde 120 günlük zaman diliminde değiştirilmesi önerilmesine rağmen, rüzgâr, sıcaklık, yağış gibi iklimsel durumlar sonucunda tuzağın dış aparatları ve içindeki feromon kapsüllerin zarar görmesi veya etkisinin kaybolmasından dolayı 43 (16.09.2017) gününde yenileri ile değiştirilmiştir. Etkisin yitirmiş eski feromon kapsüller jelatin içerisine konarak araziden uzaklaştırılmıştır.

Feromon kapsüller yine iklim şartlarından dolayı 15 gün sonra (01.10.2017) değiştirilmiştir.

Biber’de Vuruk Kontrolü

Çalışma alanında vuruk tespit edilmiştir (Şekil 5). Bu işlem sonunda vuruk bulunan bitki sayısı, vuruk bulunmayan meyve sayısına oranla *Helicoverpa armigera*’nın biberdeki zarar yüzdeleri belirlenmiştir.



Şekil 5. Biberde Vuruk Tespiti

Ülkemizde son zamanlarda birçok meyve ve sebze çeşidinde zarar meydana getiren *Helicoverpa armigera* (Yeşilkurt)'nın Gaziantep ili Nurdağı ilçesi biber alanlarında çeşitli ergin popülasyonu gelişimi ve biberlerde zarar düzeylerini tespit etmek için yapılan bu çalışma 2017 yılında yürütülmüş ve 2018 yılında tamamlanmıştır. Çalışma sonucunda biberlerin bulunmuş olduğu araziye yerleştirilmiş olan feromon tuzaklarda haftalık kontroller yapılarak *Helicoverpa armigera* ergin sayıları, tespit edilen vuruk sayıları, tespit edilerek, biberdeki vuruk sayılarının ortalaması alınmıştır.

Biber'de Yakalanan *Helicoverpa armigera* (Yeşil Kurt) Ergin Sayımı

Biber deneme kontrol alanında tuzak 1'de *Helicoverpa armigera*'nın ergin sayımı 4 Temmuz 2017 tarihinde yapılmıştır. *Helicoverpa armigera*'nın Temmuz ayında ergin sayımı %1 ile %12 arasında olurken, Ağustos %2 ve %4'e kadar düşmektedir. Eylül ayında %2 ile %22 arasında büyük bir artış olduğu, Ekim ayında %17 seviyelerinde ergin tespit edilmiştir.

Biber deneme kontrol alanında tuzak 2'de *Helicoverpa armigera*'nın ergin sayımı Temmuz ayında %1 ile %11, Ağustos ayında %2, Eylül ayında, %4 ile %27, Ekim ayında ise %17 oranında ergin tespit edilmiştir.

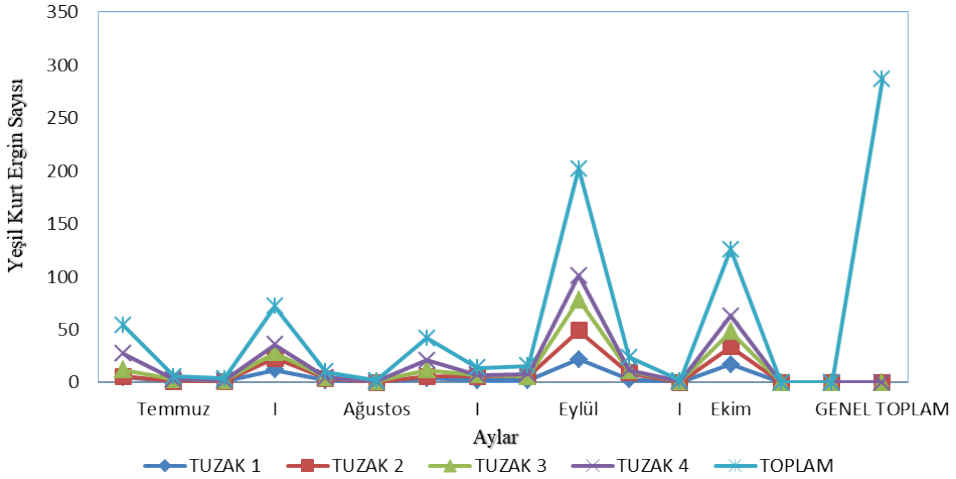
Biber deneme kontrol alanında tuzak 3'de *Helicoverpa armigera*'nın ergin sayımı Temmuz ayında %1 ile %6, Ağustos ayında %1 ile %6, Eylül ayında %1 ile %29, Ekim ayında ise %14 oranında ergin tespit edilmiştir.

Tablo 1. Biber Deneme Kontrol Alanında Yeşil Kurt Ergin Sayımı Genel Toplamı

AYLAR	TUZAK 1	TUZAK 2	TUZAK 3	TUZAK 4	TOPLAM	%
Temmuz	5	1	6	15	27	9%
	1	0	2	0	3	1%
	1	0	1	0	2	1%
	12	11	5	8	36	13%
Ağustos	2	2	1	0	5	2%
	0	0	1	0	1	0%
	4	2	6	9	21	7%
Eylül	2	4	1	0	7	3%
	2	4	0	2	8	3%
	22	27	29	23	101	35%
	3	6	2	1	12	4%
Ekim	0	0	1	0	1	0%
	17	17	14	15	63	22%
	0	0	0	0	0	0%
	0	0	0	0	0	0%
GENEL TOPLAM					287	100%

Biber deneme kontrol alanında tuzak 4’de *Helicoverpa armigera*’nın ergin sayımı Temmuz ayında %8 ile %15, Ağustos ayında %9, Eylül ayında %1 ile %23, Ekim ayında ise %15 oranında ergin tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada biber deneme kontrol alanında *Helicoverpa armigera*’nın ergin sayımı sonucunda tuzak 1, tuzak 2, tuzak 3 ve tuzak 4’ün genel toplamı yapılmıştır. Bu toplama göre Temmuz ayının ortalaması %1 ile %13, Ağustos ayının ortalaması %2 ile %7, Eylül ayı ortalaması %3 ile %35, Ekim ayı ortalamasında ise %22 oranında tespit edilmiştir (Tablo 1 ve Şekil 6).



Şekil 6. Biberde Deneme Kontrol Alanında Yeşil Kurt Ergin Sayımı Genel Toplamı

Biber Deneme Kontrol Alanında Vuruk Tespiti

Yapılan çalışmada biber deneme kontrol alanında *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti için 3 metre aralıklarla yapılan 100 meyve sayımında 1. Sayım 3 metre'de Temmuz ayında %4, Ağustos ayında %10, Eylül ayında %19, Ekim ayında ise vuruk tespiti yapılmamıştır. Yapılan çalışmada biber deneme kontrol alanında *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti için 3 metre aralıklarla yapılan 100 meyve sayımında 2. Sayım 3 metre'de Temmuz ayında %7, Ağustos ayında %9, Eylül ayında %25, Ekim ayında ise %1 *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti verileriyle gösterilmiştir.

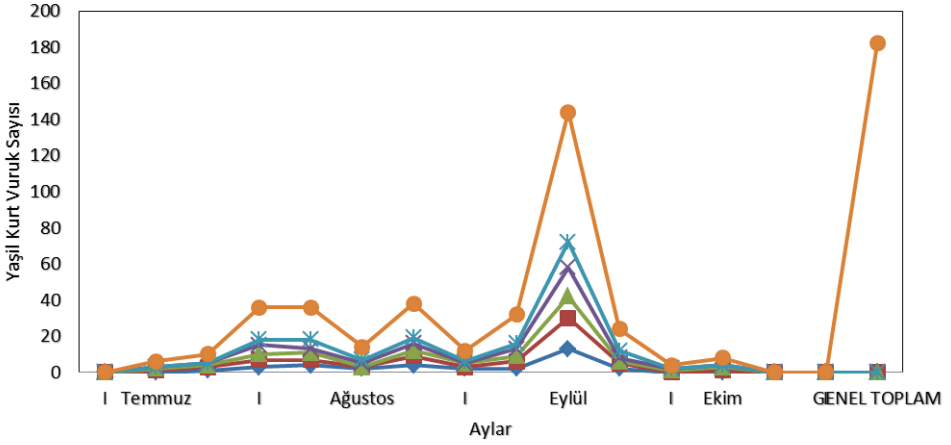
Yapılan çalışmada biber deneme kontrol alanında *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti için 3 metre aralıklarla yapılan 100 meyve sayımında 3. Sayım 3 metre'de Temmuz ayında %5, Ağustos ayında %7, Eylül ayında %18, Ekim ayında %3 *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti yapılmıştır. Yapılan çalışmada biber deneme kontrol alanında *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti için 3 metre aralıklarla yapılan 100 meyve sayımında 4. Sayım 3 metre'de Temmuz ayında %7, Ağustos ayında %6, Eylül ayında %22, Ekim ayında ise %2 *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti yapılmıştır.

Yapılan çalışmada biber deneme kontrol alanında *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti için 3 metre aralıklarla yapılan 100 meyve sayımında 5. Sayım 3 metre'de Temmuz ayında %3, Ağustos ayında %10,

Eylül ayında %21, Ekim ayında ise hiç *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti yapılmıştır. Yapılan çalışmada biber deneme kontrol alanında *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti için 3 metre aralıklarla yapılan 100 meyve sayımında genel olarak ortalaması alındığında 3 metre'de Temmuz ayında %3, Ağustos ayında %10, Eylül ayında %21, Ekim ayında ise hiç *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti (Tablo 2 ve Şekil 7)'de verilerle gösterilmiştir.

Tablo 2. Haftalık 3 Metre 100 Meyvede Sayımı Vuruk Tespiti Genel Toplamı

AYLAR							
	1.3Metre	2.3 Metre	3.3 Metre	4.3 Metre	5.3 Metre	TOPLAM	%
Temmuz	0	0	0	0	0	0	0%
	0	1	1	1	0	3	2%
	1	2	1	1	0	5	3%
	3	4	3	5	3	18	10%
Ağustos	4	3	4	2	5	18	10%
	2	1	0	2	2	7	4%
	4	5	3	4	3	19	10%
Eylül	2	1	2	0	1	6	3%
	2	4	3	4	3	16	9%
	13	17	12	16	14	72	39%
	2	3	1	2	4	12	7%
Ekim	0	0	1	1	0	2	1%
	0	1	2	1	0	4	2%
	0	0	0	0	0	0	0%
	0	0	0	0	0	0	0%
GENEL TOPLAM						182	100%



Şekil 7. Biber Deneme Kontrol Alanında Vuruk Tespiti Genel Sayımı

Biber Deneme Kontrol Dışı Alanda Vuruk Tespiti

Yapılan çalışmada biber deneme kontrol dışı alan da *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti için 3 metre aralıklarla yapılan 100 meyve sayımında 1. sayım 3 metre'de Temmuz ayında %7, Ağustos ayında %17, Eylül ayında %19, Ekim ayında %3 *Helicoverpa armigera*'nın dış alanda vuruk tespiti yapılmıştır.

Yapılan çalışmada biber deneme kontrol dışı alan da *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti için 3 metre aralıklarla yapılan 100 meyve sayımında 2. sayım 3 metre'de Temmuz ayında %8, Ağustos ayında %18, Eylül ayında %18, Ekim ayında %1 *Helicoverpa armigera*'nın dış alanda vuruk tespiti yapılmıştır.

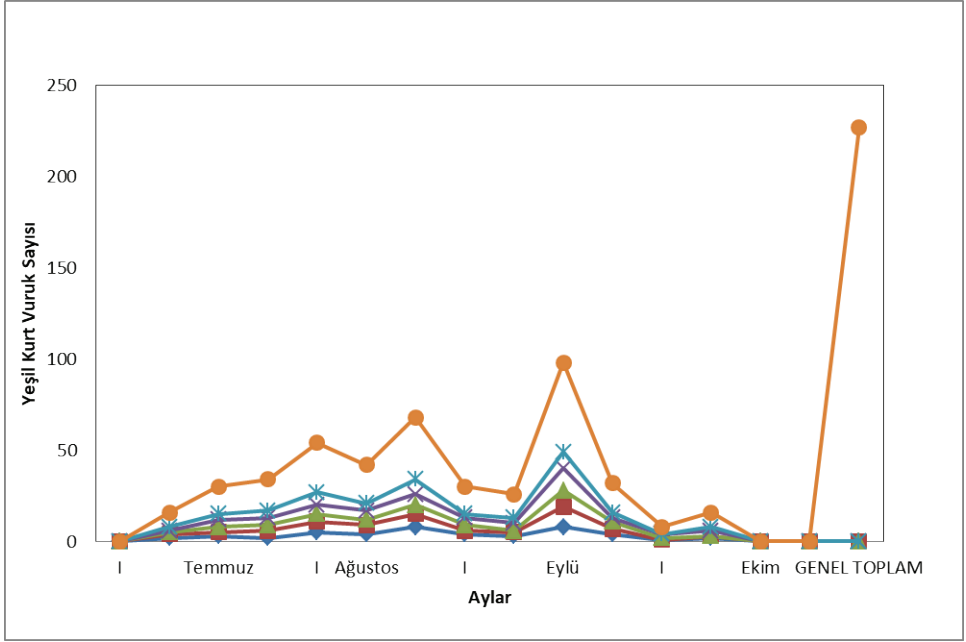
Yapılan çalışmada biber deneme kontrol dışı alan da *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti için 3 metre aralıklarla yapılan 100 meyve sayımında 3. sayım 3 metre'de Temmuz ayında %7, Ağustos ayında %12, Eylül ayında %17, Ekim ayında %1 *Helicoverpa armigera*'nın dış alanda vuruk tespiti yapılmıştır.

Yapılan çalışmada biber deneme kontrol dışı alan da *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti için 3 metre aralıklarla yapılan 100 meyve sayımında 4. sayım 3 metre'de Temmuz ayında %9, Ağustos ayında %16, Eylül ayında %22, Ekim ayında %5 *Helicoverpa armigera*'nın dış alanda vuruk tespiti yapılmıştır.

Yapılan çalışmada biber deneme kontrol dışı alan da *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti için 3 metre aralıklarla yapılan 100 meyve sayımında 5. sayım 3 metre'de Temmuz ayında %17, Ağustos ayında %36, Eylül ayında %42, Ekim ayında %5 *Helicoverpa armigera*'nın dış alanda vuruk tespiti (Tablo 3 ve Şekil 8)'de verilerle gösterilmiştir.

Tablo 3. *Biber Deneme Kontrol Dışı Alanda Vuruk Tespiti Genel Toplam ve Ortalaması*

AYLAR	3 METREDE BİR YAPILAN 100 MEYVE SAYIMI						
	1.3 Metre	2.3 Metre	3.3 Metre	4.3 Metre	5.3 Metre	TOPLAM	%
Temmuz	0	0	0	0	0	0	0%
	2	2	1	1	2	8	3%
	3	2	3	4	3	15	7%
	2	4	3	4	4	17	7%
Ağustos	5	6	4	5	7	27	12%
	4	5	3	5	4	21	9%
	8	7	5	6	8	34	15%
Eylül	4	2	3	4	2	15	7%
	3	2	1	4	3	13	6%
	8	11	9	12	9	49	22%
	4	3	4	2	3	16	7%
Ekim	1	0	1	2	0	4	2%
	2	1	0	3	2	8	3%
	0	0	0	0	0	0	0%
	0	0	0	0	0	0	0%
GENEL TOPLAM						227	100%



Şekil 8. Biber Deneme Kontrol Dışı Alanda Vuruk Tespiti Genel Ortalaması

Sonuçlar

Biber ekim alanında yapılan çalışmada 287 adet ergin yetişkini sayımı yapılmıştır, kontrol alanında 187 adet, kontrol dışı alanda ise 227 adet vuruk tespiti yapılmaktadır. Her 3 metreye bir kurulan tuzaklarda aylara göre sonuçlar elde edilmiştir.

Yapılan çalışmada biber deneme kontrol alanında *Helicoverpa armigera*'nın ergin sayımı sonucunda tuzak 1, tuzak 2, tuzak 3 ve tuzak 4'ün genel toplamı yapılmıştır. Bu toplama göre Temmuz ayı ortalaması %1 ile %13 arasında, Ağustos ayı ortalaması %2 ile %7 arasında, Eylül ayı ortalaması %3 ile %35 arasında, Ekim ayı ortalamasında ise %22 oranında tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada biber deneme kontrol alanında *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti için 3 metre aralıklarla yapılan 100 meyve sayımında genel olarak ortalaması alındığında 3 metre'de Temmuz ayında %3, Ağustos ayında %10, Eylül ayında %21, Ekim ayında ise hiç *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti yapılmıştır.

Yapılan çalışmada biber deneme kontrol dışı alan da *Helicoverpa armigera*'nın vuruk tespiti için 3 metre aralıklarla yapılan 100 meyve sa-

yımında 5. sayım 3 metre’de Temmuz ayında %17, Ağustos ayında %36, Eylül ayında %42, Ekim ayında %5 *Helicoverpa armigera*’nın dış alanda vuruk tespiti yapılmıştır.

Sonuçlara göre Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ergin sayımı, kontrol alanında vuruk tespiti ve kontrol dışı alanda vuruk tespitin en yoğun olduğu dönemler olduğu tespit edilmiştir. Ekim ayında ise ergin sayımı ve vuruk tespitin düşük olduğu görülmektedir.

Kaynaklar

- Karagöl, S., Keleş, D. & Demirtaş, B. (2005). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Biber (*Capsicum annum*) Yetiştiriciliğinin Problemleri ve Çözüm Önerileri. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 Eylül, Şanlıurfa, S: 154-161.
- Keleş, D. (2007). Farklı biber tiplerinin karakterizasyonu ve düşük sıcaklığa tolerans. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, S: 182.
- Şeniz, V. (1992). Domates, biber ve patlıcan yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekl. ve Gel. Vakfı.
- Yaşarakıncı, N. & Hıncal, P. (1997). İzmir’de örtüaltında yetiştirilen domates, hıyar, biber ve marulda bulunan zararlı ve yararlı türler ile bunların popülasyon yoğunlukları üzerinde araştırmalar. Plant Protection Bulletin, 37(1): 79-89.

”

Bölüm 13

SOUTHEASTERN ANATOLIA
REGION INSECT FAUNA III (ORDER
LEPIDOPTERA III: SUPERFAMILY
NOCTUOIDEA) OF TURKEY

Halil BOLU¹

1 Prof. Dr. / Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü/ Diyarbakır-Sur-TR 21280/ e-posta: besni@dicle.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-5488-0056

Introduction

Insects (Insecta) are the most numerous group of animals in the world, with over one million species that have been described (Price, 1997). Insects are difficult to study because they represent the most species-rich, yet one of the least known, of all taxa of living organisms, a problem that is compounded by a dearth of skilled entomologists. Although the number of described insect species is uncertain due to synonyms and the lack of a global list, most authorities recognize 900 000-1 000 000 named morpho-species, representing 56% of all species known on Earth (Groombridge, 1992; Anonymous, 2003). Sensible estimates of the number of insects yet to be discovered range from another 1 million to 30 million species (Erwin, 1982-1991), although most predict around 2-8 million more species (May, 1990; Gaston, 1991; Stork, 1997; Ødegaard, 2000). Conservative estimates suggest that 50-90% of the existing insect species on Earth have still to be discovered, yet the named insects alone comprise more than half of all known species of organism.

Insects constitute the most diverse form of animal life in terrestrial ecosystems. Most species are innocuous and essential components of natural ecosystems. Because they are cold-blooded, the rates of key physiological processes in their life cycles are determined by environmental conditions, especially temperature and precipitation. In general, they have short generation times, high fecundity and high mobility (Moore & Allard 2008).

About 150,000 species of living Lepidoptera have been described in approximately 124 families. At the species level, this is about 17% of the world's known insect fauna. However, estimates suggest that there may be two or three times this number of species in the order.

The order Lepidoptera is divided into two as diurnal butterflies (Rhopalocera) and nocturnal butterflies (Moths) (Heterocera). The antennae of the former are of the knob type; frenulum (bristle or bristles located at the bottom of the anterior edge of the second wing) is absent; the body is thin; they fly during the day. In the latter, the antenna is of different shapes; there is a frenulum; the body is thickly built; they fly at night. However, many systematists find it correct to divide Lepidoptera into 2 suborders, called Frenatae and Jugatae. In the Jugatae, the veining of both pairs of wings is similar and the wings are joined to each other by a small protrusion (Jugum). In Frenatae, the hind wings are smaller and less veined, and the two wings are joined to each other only by the frenulum, or they are attached to each other by the enlarged bottom of the hindwing.

Lepidoptera species utilize all parts of plants roots, trunk, bark, branches, twigs, leaves, buds, flowers, fruits, seeds, galls and fallen material. Larvae feeding in concealed situations wood borers, leaf and bark miners, casebearers, leaf tiers and leaf rollers usually belong to more primitive families; exposed feeders, especially those that feed by day, are from more recent lineages.

Butterflies and moths play an important role in the natural ecosystem as pollinators and as food in the food chain; conversely, their larvae are considered very problematic to vegetation in agriculture, as their main source of food is often live plant matter.

Turkey in fact seems to be like a small continent in terms of biological diversity. Despite the Anatolia is not a continent alone, it contains all properties of a continent that should have an ecosystem and habitat. Each of seven geographical regions in Turkey has a distinguishable climate, flora and fauna.

This study aims to determine insect species found in various ecologies on Southeastern Anatolia Region of Turkey.

Material and Methods

Entomology studies on insect species of Southeastern Anatolia Region (Adıyaman, Batman, Gaziantep, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak) in different ecological provinces were made between the years 1948-2014 (Figure 1).

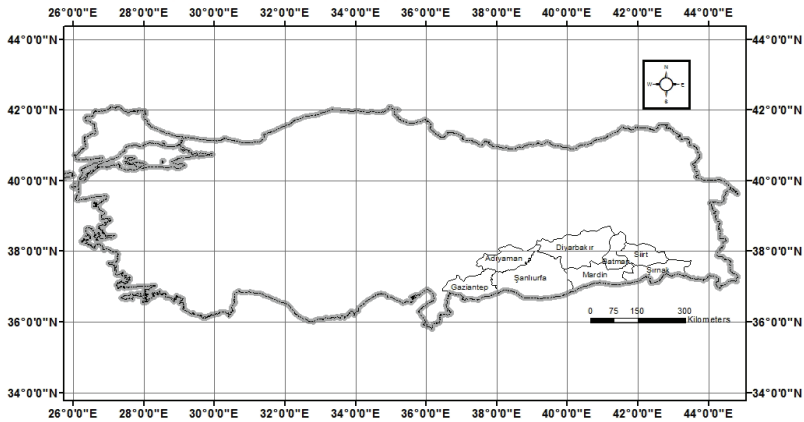


Figure 1. Sampling localities in the Southeastern Anatolia Region of Turkey.

In this study, I prepared for the inventory has reached the major advantage of the waterways:

-Currently in Turkey, published or unpublished entomology journals related to scanning,

-Giving more weight to faunistic studies, and in the meantime, the insect fauna of our country foreign scientific journals that publishes articles about scanning,

-Faculty of Agriculture, Faculty of Science and Regional Plant Protection Research Institute in the library of books on insect fauna and the screening of the booklet,

-The doctorate (PhD) and the master's thesis of entomology in the region on the scanning,

-Review of other studies on the insect fauna in the area.

In this study, I evaluated the information as described above were obtained.

It is also the addition of my current research and observations.

Results and Discussion

Surveys on insect species in various ecologies have been conducted in the provinces (Adıyaman, Batman, Gaziantep, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak) of Southeastern Anatolia region between the years 1948-2014. In addition, the species determined in the author's studies between 2014-2025 were added. Almost 2600 species and subspecies almost 180 families belonging to 13 insect orders are defined owing to these studies. In this study, 90 species belonging to the families Erebidæ and Noctuidæ, including the superfamily Noctoidea, were recorded. Species are given in systematic order. In addition, information was given about the distribution of Lepidoptera species in the Southeastern Anatolia Region and their host plants.

ORDER Lepidoptera

SUPERFAMILY Noctuoidea Latreille, 1802

FAMILY Erebidæ Leach, 1815

***Acantholipes regularis* (Hübner, 1813)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Arctia festiva* (Hufnagel, 1766)**

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Şanlıurfa **Host plant:** *Centaurea solstitialis* (Asteraceae) (Atay et al., 2022).

***Arctia villica* (Linnaeus, 1758)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa **Host plant:** Vineyard (Erkiliç et al., 1995; Uygun et al., 1995).

***Catocala deducta* Eversmann, 1843**

Distribution of the studies area: Diyarbakır **Host plant:** Unknown (Bolu, 2024).

***Catocala mesopotamica* Kuznetsov, 1903**

Distribution of the studies area: Diyarbakır **Host plant:** Unknown (Bolu, 2024).

***Grammodes stolidia* (Fabricius, 1775)**

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Uygun et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Hypena lividalis* (Hübner, 1796)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Pandesma robusta* (Walker, 1858)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995).

***Ocnogyna loewii* (Zeller, 1846)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995).

***Phragmatobia fuliginosa* (Linnaeus, 1758)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995).

***Utetheisa pulchella* (Linnaeus, 1758)**

Distribution of the studies area: Batman, Diyarbakır, Şanlıurfa **Host plant:** *Crotalaria juncea*, *Heliotropium ellipticum*, Light trap (Ünlü et al.,

1995; Beyarslan et al., 2014; Bolu et al., 2019).

FAMILY Noctuidae Latreille, 1809

***Acantholeucania loreyi* (Duponchel, 1827)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa **Host plants:** Maize, Wheat, Light trap (Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003; Gözüaçık & Mart, 2005; Gözüaçık et al., 2007).

***Acronicta psi* (Linnaeus, 1758)**

Distribution of the studies area: Mardin **Host plant:** Cherry (Çınar et al., 2004).

***Acronicta rumicis* (Linnaeus, 1758)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Acontia lucida* (Hufnagel, 1766)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Agrotis cinerea* (Denis & Schiffermüller, 1775)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995).

***Agrotis crassa* (Hübner, 1803)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Şırnak **Host plant:** Cotton, Legumes and fodder crops, Light trap (Karaat et al., 1986; Kornoşor, 1987; Akkaya, 1995; Özpınar & Yücel, 2002; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Şırnak **Host plants:** Cotton, Legumes and fodder crops, Lentil, Maize, Tomato, Vegetables, Light trap (Karaat et al., 1986; Karaat et al., 1987; Kornoşor, 1987; Türkmen et al., 1992; Akkaya, 1995; Göven, 1995; Uygun et al., 1995; Ünlü et al., 1995; Özpınar & Yücel, 2002; Ünlü & Kornoşor, 2003; Gözüaçık & Mart, 2005).

***Agrotis obesa* Boisduval, 1829**

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1987; Karaat et al., 1986).

***Agrotis segetum* (Denis & Schiffermüller, 1775)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Şırnak **Host plants:** Cotton, Legumes and fodder crops, Lentil, Maize, Tomato, Vegetables, Light trap (Karaat et al., 1987; Kornoşor, 1987; Türkmen et al., 1992; Akkaya, 1995; Göven, 1995; Uygun et al., 1995; Karaat et al., 1986; Özpınar & Yücel, 2002; Ünlü & Kornoşor, 2003; Gözüaçık & Mart, 2005).

***Agrotis spinifera* (Hübner, 1808)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa **Host plant:** Cotton, Light trap (Ünlü et al., 1995; Özpınar & Yücel, 2002; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Aletia alopecuri* Boisduval, 1840**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Apamea monoglypha* (Hufnagel, 1766)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Diyarbakır **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1992).

***Autographa gamma* (Linnaeus, 1758)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Şırnak **Host plant:** Cherry, Light trap (Kornoşor, 1987; Ünlü & Kornoşor, 2003; ınar et al., 2004).

***Calophasia opalina* (Esper, 1793)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Chersotis fimbriola* (Esper, [1803])**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Chrysodeixis chalcites* (Esper, 1789)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Cornutiplusia circumflexa* (Linnaeus, 1767)**

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1987; Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Diloba caeruleocephala* (Linnaeus, 1758)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa **Host plant:** Almond (Maçan, 1986; Bolu & Çınar, 2005; Bolu et al., 2005; Bolu & Özgen, 2007; Bolu et al., 2011).

***Discestra trifolii* (Hufnagel, 1766)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Dyschorista ypsillon* (Denis and Schiffermüller, 1775).**

Distribution of the studies area: Diyarbakır **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1992).

***Earias insulana* (Boisduval, 1833)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa **Host plant:** Cotton, Light trap (Karaat et al., 1986; Karaat et al., 1987; Göven, 1995; Uygun et al., 1995; Ünlü et al., 1995; Özpınar & Yücel, 2002; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Episema glaucina* Esper, 1789**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Episema tersa* (Denis & Schiffermüller, 1775)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995).

***Eutelia adalatrix* (Hübner, 1813)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa **Host plant:** Pistachio (Günaydın, 1978; Bolu, 2002; Şimşek & Bolu, 2017).

***Euxoa deserta* Staudinger, 1870**

Distribution of the studies area: Diyarbakır **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1987).

***Hadena variegata* Wagner, 1929**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Hadena silenae variegata* (Hübner, 1822)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995).

***Haemerosia vassilininei* A.Bang-Haas, 1912**

Distribution of the studies area: Diyarbakır **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1992).

***Hecatera dysodea* (Denis & Schiffermüller, 1775)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Helicoverpa armigera* (Hübner, [1808])**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Şırnak **Host plants:** Chick pea, Cotton, Tobacco, Light trap (Yaşarakıncı, 1991; Karaat, 1986; Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Heliothis armigera* Hübner, 1805**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Şırnak **Host plants:** Corn, Cotton, Legumes and fodder crops, Lentil, Light trap (Karaat et al., 1986; Karaat et al., 1987; Türkmen et al., 1992; Göven & Efil, 1994; Akkaya, 1995; Göven, 1995; Özpınar & Yücel, 2002; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Heliothis nubigera* Herrich-Schäffer, 1851**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Şırnak **Host plants:** Chick pea, Cotton, Lentil, Tomato, Weeds, Light trap (Yaşarakıncı, 1991; Ünlü et al., 1995; Özpınar & Yücel, 2002; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Heliothis peltigera* (Denis & Schiffermüller, 1775)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Şırnak **Host plants:** Chick pea, Cotton, Lentil, Tobacco, Light trap (Karaat, 1986; Karaat et al., 1986; Karaat et al., 1987; Yaşarakıncı, 1991; Türkmen et al., 1992; Göven, 1995; Ünlü et al., 1995; Özpınar & Yücel, 2002; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Heliothis virescens* (Hufnagel, 1766)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Şırnak **Host plants:** Chick pea, Lentil, Legumes and fodder crops (Yaşarakıncı & Kornoşor, 1990; Yaşarakıncı, 1991; Türkmen et al., 1992; Akkaya, 1995).

***Hoplodrina ambigua* (Denis & Schiffermüller, 1775)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Hypeuthina fulgurita* Lederer 1855**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Luperina dumerilii* (Duponchel, 1827)**

Distribution of the studies area: Diyarbakır **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1992).

***Luperina testacea* (Denis & Schiffermüller, 1775)**

Distribution of the studies area: Diyarbakır **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1992).

***Macdunnoughia confusa* (Stephens, 1850)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Mythimna vitellina* (Hübner, 1808)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Noctua fimbriata* (Schreber, 1759)**

Distribution of the studies area: Mardin **Host plant:** Cherry (Çınar et al., 2004).

***Noctua orbona* (Hufnagel, 1766)**

Distribution of the studies area: Mardin **Host plant:** Cherry (Çınar et al., 2004).

***Noctua pronuba* (Linnaeus, 1758)**

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa **Host plant:** Cherry, Light trap (Kornoşor, 1987; Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003; Çınar et al., 2004).

***Nonagria typhae* (Thunberg, 1784)**

Distribution of the studies area: Diyarbakır **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1992).

***Ochropleura flavina* Herrich-Schaffermüller**

Distribution of the studies area: Diyarbakır **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1987).

***Ocropleura celcicola* (Bellier, 1859)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Ochropleura leucogaster* (Freyer, 1831)**

Distribution of the studies area: Diyarbakır **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1987).

***Oria musculosa* (Hübner, 1808)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa **Host plant:** Cereals, Light trap (Uygun et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003; Karaca et al., 2012).

***Paradrina clavipalpis* (Guenee, 1852)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Diyarbakır, Mardin **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1992).

***Paradrina flavirena* (Guenee, 1852)**

Distribution of the studies area: Diyarbakır **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1992).

***Pericyma albidentaria* (Freyer, 1842)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap

(Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Pericyma squalens* Lederer, 1855**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995).

***Phlogophora meticulosa* (Linnaeus, 1758)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995).

***Plaredrina clavipalpis* (Scopoli, 1763)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995).

***Platyperigea clavipalpis* (Scopoli, 1763)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Platyperigea selini* Boisduval, 1840**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Polymixis canescens* (Duponchel, 1827)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995).

***Pseudoletia unipuncta* (Haworth, 1819)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Rhyacia lucipeta* (Denis & Schiffermüller, 1775)**

Distribution of the studies area: Adıyaman **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1987).

***Sesamia cretica* Lederer, 1857**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa **Host plants:** Maize, Light trap (Uygun et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003; Gözüaçık & Mart, 2005).

***Sesamia nonagrioides* (Lefèbvre, 1827)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa **Host plants:** Maize (Gözüaçık & Mart, 2005).

***Simyra dentinosa* Freyer, 1838**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Spodoptera cilium* Guenée, 1852**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Spodoptera exigua* (Hübner, 1808)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Şırnak **Host plants:** Cotton, Legumes and fodder crops, Lentil, Maize, Tobacco, Wheat, Light trap (Karaat, 1986; Karaat et al., 1986; Karaat et al., 1987; Kornoşor, 1992; Akkaya, 1995; Göven, 1995; Ünlü et al., 1995; Göven & Gümüş, 1998; Özpınar & Yücel, 2002; Ünlü & Kornoşor, 2003; Gözüaçık & Mart, 2005; Gözüaçık et al., 2007).

***Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Şırnak **Host plants:** Legumes and fodder crops, Light trap (Akkaya, 1995; Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Spodoptera litura* (Fabricius, 1775)**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Şırnak **Host plants:** Legumes and fodder crops (Akkaya, 1995).

***Stilbina hypaenides* Staudinger, 1892**

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1992; Ünlü et al., 1995).

***Symira dentinosa* Freyer, 1838**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Syngrapha circumflexa* (Linnaeus)**

Distribution of the studies area: Diyarbakır **Host plant:** Light trap

(Kornoşor, 1987).

***Tathorhynchus exsiccata* (Lederer, 1855)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Thria robusta* Walker, 1858**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Trichoplusia ni* (Hübner, 1800-1803)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Tyta luctuosa* (Denis & Schiffermüller, 1775)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Xestia xanthographa* Denis & Schiffermüller, 1775**

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Kornoşor, 1987; Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Xylena exsoleta* (Linnaeus, 1758)**

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Şanlıurfa **Host plant:** *Rosa* spp., Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003; Maral & Bolu, 2019).

***Yigoga flavina* (Herrich-Schäffer, 1852)**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü et al., 1995).

***Yigoga lutescens* Eversmann, 1844**

Distribution of the studies area: Şanlıurfa **Host plant:** Light trap (Ünlü & Kornoşor, 2003).

***Zethes brandti* Janzon, 1977**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa **Host plant:** Pistachio (Günaydın, 1978; Bolu, 2002).

***Zethes insularis* Rambur, 1833**

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır,

Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa **Host plant:** Pistachio (Günaydın, 1978; Bolu, 2002; Şimşek & Bolu, 2017).

References

- Akkaya, A. 1995. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Baklagil Yem Bitkilerinde Entomolojik Sorunlar ve Çözüm Önerileri. GAP Bölgesi Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu (Bildiriler), 27-29 Nisan, Şanlıurfa, S: 304-316.
- Anonymous, (2003). Measuring biodiversity for conservation. The Royal Society,. London, England. 65 p.
- Atay, T., Bolu, H., Kara, K. & Bulmaz, S. (2022). A New Lepidopterous Host [*Arctia festiva* (Hufnagel, 1766) (Lepidoptera: Erebidae)] with a New Tachinid [*Tryphera lugubris* (Meigen, 1824) (Diptera: Tachinidae)] for the Turkish Fauna. Entomological News, 130 (3): 255-259.
- Beyarslan, A., Gözüaçık, C. & Özgen, İ. (2014). First research on Braconinae fauna of South-eastern Anatolia region with new localities of Turkey (Hymenoptera: Braconidae). Entomofauna Zeitschrift für Entomologie, 35(10), 177-204.
- Bolu, H. (2002). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antepfıstığı Alanlarındaki Böcek ve Akar Faunasının Saptanması. Turk. entomol. derg., 26 (3): 197-208.
- Bolu, H. & Çınar, M. (2005). Elazığ, Diyarbakır ve Mardin İlleri Badem Ağaçlarında Zararlı Olan Lepidoptera Türleri, Doğal Düşmanları ve Önemlileri Üzerinde Gözlemler. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (2): 63-67.
- Bolu, H., Özgen, I. & Çınar, M. (2005). Dominancy of Insect Families and Species Recorded in Almond Orchards of Turkey. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 40(1-2): 145-157.
- Bolu, H., Yücel, A. & Ayaz, T. (2005). GAP illeri meyve ağaçlarında zararlı Lepidoptera türleri üzerinde bir değerlendirme, GAP IV. Tarım Kongresi 2, 21-23 Eylül, Şanlıurfa, S: 1360-1365.
- Bolu, H. & Özgen, İ. (2007). Life History and Biology of *Diloba caeruleocephala* (Figure of Eight) (Lepidoptera; Noctuidae). Belg. J. Zool., 137 (2): 133-136.
- Bolu, H., Atay, T., Kara, K. & Çelik, H. (2019). A New Host Record *Utetheisa pulchella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Erebidae) for *Exorista xanthaspis* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tachinidae) from Turkey. Journal of the Entomological Research Society, 21(3): 373-378.
- Bolu, H. (2024). Diyarbakır İli Lepidoptera Faunasına Katkıları: *Catocala deducta* Eversmann, 1843 ve *Catocala mesopotamica* Kuznetsov, 1903 (Lepidoptera: Erebidae). 8. International Hasankeyf Scientific Research and Innovation Congress, 29-30 September, Batman, S: 212-220.
- Çınar, M., Çimen, İ. & Bolu, H. (2004). Elazığ ve Mardin İlleri Kiraz Ağaçlarında Zararlı Olan Türler, Doğal Düşmanları ve Önemlileri Üzerinde Gözlemler. Türkiye Entomoloji Dergisi, 28(3): 213-220.
- Erkılıç, L., Mart, C. & Yiğit, A. (1995). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Bağ Alanlarında Entomolojik Sorunlar ve Çözüm Önerileri. GAP Bölgesi, Bitki Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu (Bildiriler), 27-29 Nisan, Şanlıurfa, S: 296-303.

- Erwin, T.L. (1982). Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species. *Coleopterists Bulletin*, 36: 74-75.
- Erwin, T.L. (1991). How many species are there? Revisited Conservation Biology, 5: 1-4.
- Gaston, K.J. (1991). The magnitude of global insect species richness. *Conservation Biology*, 5: 283-296.
- Göven, M.A. & Efil, L. 1994. Dicle vadisi pamuk alanlarında zararlı yeşilkurt (*Heliothis armigera* (Hübner))'un doğal düşmanları ve etkinlikleri üzerinde araştırmalar. Türkiye III. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, 25-28 Ocak, İzmir, S. 449.
- Göven, M.A. 1995. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Pamuk Ekim Alanlardaki Zararlılar İle İlgili Sorunlar ve Çözüm Önerileri. GAP Bölgesi, Bitki Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu (Bildiriler), 27-29 Nisan, Şanlıurfa, S:282-295.
- Göven, M.A. & Gümüş, S. 1998. Diyarbakır (Bismil) İli Pamuk Alanlarında Zararlı Pamuk Çizgili Yaprakkurdu [*Spodoptera exigua* (Hübner)] (Lep. : Noctuidae)'nın Doğal Düşmanları Üzerinde Bir Gözlem. Bitki Koruma Bülteni, 38 (3-4): 117-120.
- Gözüaçık, C. & Mart, C. 2005. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Mısırdaki Zararlı Lepidoptera Türleri, Yoğunluk ve Yayılışlarının Belirlenmesi Üzerinde Çalışmalar. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (4): 11-16.
- Groombridge, B. (ed.) (1992). Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources. Chapman and Hall, London, 585 pp.
- Günaydın, T. (1978). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Antepfıklarında Zarar Yapan Böcek Türleri, Tanınmaları, Yayılışları ve Ekonomik Önemleri Üzerinde Araştırmalar. Bölge Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü, E.Ü. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Uzmanlık Tezi, S: 106.
- Karaat, Ş. 1986. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Tütün (*Nicotiana glauca* L.)'de Zararlı Olan Böcek Türleri, Tanınmaları Yayılış Alanları ve Zararları Üzerinde Araştırmalar. Diyarbakır Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü Araştırma Eserleri Serisi, No:4.
- Karaat, Ş., Göven, M.A. & Mart, C. 1986. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Pamuk Ekim Alanlarında Zararlı Türlerin Genel Durumları. Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, S: 162.
- Karaat, Ş., Göven, M.A. & Mart, C. 1987. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Pamuk Ekim Alanlarında zararlılar ile bitki gelişim dönemleri arasındaki ilişkiler. Türkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 13-16 Ekim, İzmir, S: 189-196.
- Karaca, V., Gözüaçık, C. & Şimşek, Z. 2012. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Hububatın Entomolojik Sorunları ve Çözüm Önerileri. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, Cilt: 5, No: 2, S: 154-159.
- Kornoşor, S. (1987). Güney ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Noctuidae ve Psephenidae (Lep. Noctuidae) türlerinin yayılışları ve sistematigi üzerinde araştırmalar. Türkiye I. Entomoloji Kongresi, 13-16 Ekim, İzmir, S: 649-

659.

- Kornoşor, S. (1992). Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Amphipyridae (Lepidoptera, Noctuidae) faunası üzerinde sistematik araştırmalar. Türkiye II. Entomoloji Kongresi, 28-31 Ocak, Adana, S: 647-660.
- Maçan, G. (1986). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Bademlerde Zarar Yapan Böcek Türleri, Önemlilerinin Tanınmaları, Yayılışları ve Ekonomik Önemleri Üzerinde Araştırmalar. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Diyarbakır Bölge Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi, No: 5, S: 82.
- Maral, H. & Bolu, H. (2019). *Rosa* spp. İçin Yeni Bir Zararlı Kaydı: *Xylena exsoleta* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Noctuidae). International Engineering and Natural Sciences Conference (IENSC 2019) 6-8 November 2019, Dicle University, Diyarbakır, Turkey, S. 1263-1269.
- May, R.M. (1990). How many species? Philosophical Transactions of the Royal Society B, 330: 292-304.
- Moore, B. & Allard, G. (2008). Climate change impacts on forest health. Forest Health and Biosecurity Working Paper FBS/34E. Rome, FAO.
- Özpınar, A. & Yücel, A. (2002). Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) alanındaki pamuklarda zararlı ve avcı böcek türlerinin belirlenmesi. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, 4-7 Eylül, Erzurum, S. 247.
- Price, P.W. (1997). Insect Ecology. John Wiley & Sons Inc. New York, 874 p.
- Ødegaard, F. (2000). How many species of arthropods? Erwin's estimate revised. Biological Journal of the Linnean Society, 71: 583-597.
- Stork, N. (1997). How many species are there? Biodiversity and Conservation, 2: 215- 232.
- Türkmen, Ş., Göven, M.A., Akkaya, A. 1992. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Mercimek Ekim Alanlarında Bulunan Böcek Türleri ile Önem Durumlarının Tesbiti Üzerinde Çalışmalar. Türkiye II. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 13-16 Ekim, İzmir, S: 715-724.
- Şimşek, A. & Bolu, H. (2017). Diyarbakır İli antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) bahçelerindeki zararlı böcek faunasının belirlenmesi. D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6 (2): 43-58.
- Uygun, N., Başpınar, H., Şekeroğlu, E., Kornoşor, S., Özgür, A.F., Karaca, İ., Ulusoy, M.R. & Kazak, C. (1995). GAP alanında ziraat mücadelesine esas teşkil edecek zararlı ve yararlıların saptanması. GAP Bölgesi, Bitki Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu (Bildiriler), 27-29 Nisan, Şanlıurfa, S: 99-119.
- Ünlü, L. Yücel, A. & Kornoşor, S. (1995). Şanlıurfa İlinde Heterocera (Lepidoptera) Türleri Üzerinde Çalışmalar. GAP Bölgesi, Bitki Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu Bildirileri, 27-29 Nisan, Şanlıurfa, S: 191-206.
- Ünlü, L. & Kornoşor, S. (2003). Şanlıurfa İlinde Saptanan Noctuidae (Lepidoptera) Familyası Türleri ve Morfolojik Özellikleri. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (3\4): 19-28.

- Yaşarakıncı, N. & Kornoşor, S. (1990). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Mercimek ve Nohutta Zarar Yapan *Heliothis virescens* (Huf.)'nın Doğal Düşmanları ve Parazitoidlerin Etkinlikleri Üzerinde Araştırmalar. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, S: 83-89.
- Yaşarakıncı, N. (1991). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Mercimek ve Nohut Alanlarında Zararlı Olan *Heliothis virescens* (Lep.: Noctuidae) Türleri ve Yayılışı Alanları; Nohut Yeşilkurdu (*Heliothis virescens* (Hufnagel, 1966)'nın Biyolojisi, Konukçuları ve Doğal Düşmanları. Diyarbakır Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü Araştırma Eserler Serisi No: 8, Ankara, S: 79.