

STRATEJİK SEKTÖR: TARIM-3

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Mustafa YAŞAR
Prof. Dr. Enver KENDAL



Stratejik Sektör: TARIM-3

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Mustafa YAŞAR

Prof. Dr. Enver KENDAL

YAZARLAR

Prof. Dr. Ayhan GÖSTERİT

Prof. Dr. Duran KATAR

Prof. Dr. Enver KENDAL

Doç. Dr. Abdulkirim HATİPOĞLU

Doç. Dr. İsa YILMAZ

Doç. Dr. Mahir ÖZKURT

Doç. Dr. Mustafa YAŞAR

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet YENİKALAYCI

Dr. Öğr. Üyesi Nurettin BARAN

Dr. Öğr. Üyesi Onur ŞAHİN

Dr. İsmail Yaşhan BULUŞ

Dr. Mehtap ANDIRMAN

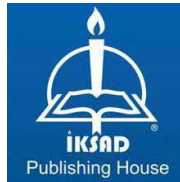
Dr. Nimet KATAR

Dr. Önder Bayram ÇOBAN

Arş. Gör. Şeyma ÇİLO

Arş. Gör. Yasir TUFAN

Nevzat BURSALI



Copyright © 2025 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®
(The Licence Number of Pubicator: 2014/31220)
TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
Iksad Publications – 2025©

ISBN: 978-625-378-385-3
Cover Design: Serdar DİK¹
Cover Photo: Pyae Phyو Thet Paing²
November / 2025
Ankara / Türkiye
Size: 16x24cm

¹ Muş Alparslan Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu/Tasarım Bölümü/Grafik Tasarımı, Muş/Türkiye

² Tarım ve Orman Bakanlığı Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı, 15.Uluslararası Tarım Orman ve İnsan Fotoğraf- Tarım ve İnsan-Albüm 2024 sergilemeye değer bulunanlar 1783-sergilenmeye-değer-bulunanlar-pyae-phyo-thet-paing

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1

MUŞ OVASINDA MANDA YETİŞTİRİCİLİĞİNİN MEVCUT DURUMU VE GELİŞİMİNE ETKİ EDEN RİSK FAKTÖRLERİ

Dr. Önder Bayram ÇOBAN

Dr. Öğr. Üyesi Onur ŞAHİN.....3

BÖLÜM 2

ŞEKER PANCARI POSASI, BAŞ VE YAPRAKLARININ HAYVANSAL ÜRETİMDE KATMA DEĞERLİ KULLANILMASI

Arş. Gör. Şeyma ÇİLO

Doç. Dr. İsa YILMAZ.....37

BÖLÜM 3

ARILARDA ÖĞRENME DAVRANIŞINA BÜTÜNCÜL BİR BAKIŞ

Dr. İsmail Yaşhan BULUŞ

Prof. Dr. Ayhan GÖSTERİT.....61

BÖLÜM 4

MARALFALFA (*Pennisetum hybridum*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Doç. Dr. Mahir ÖZKURT

Arş. Gör. Yasir TUFAN.....79

BÖLÜM 5

GİNE OTU (*Megathyrus maximus*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Arş. Gör. Yasir TUFAN

Doç. Dr. Mahir ÖZKURT.....99

BÖLÜM 6

KEREVİZ (*Apium graveolens* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Prof. Dr. Duran KATAR

Doç. Dr. Mustafa YAŞAR

Dr. Nimet KATAR.....115

BÖLÜM 7

LİMON NANESİ (*Mentha Citrata* Ehrh.) YETİŞTİRİCİLİĞİ,

Nevzat BURSALI

Prof. Dr. Duran KATAR.....135

BÖLÜM 8

SAHLEP YETİŞTİRİCİLİĞİ GÜNEYDOĞU ANADOLU

BÖLGESİNDE ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Enver KENDAL

Doç. Dr. Mustafa YAŞAR

Doç. Dr. Abdulkarim HATİPOĞLU.....157

BÖLÜM 9

FLUE-CURED VE BURLEY TÜTÜNLERİ FİDE ÜRETİMİNDE

OPTİMAL YÖNTEM VE KOŞULLARIN SAPTANMASI

ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet YENİKALAYCI.....169

BÖLÜM 10

BİYOTEKNOLOJİDE BİTKİ BAZLI NANOMALZEMELERİN

KULLANIMINA İLİŞKİN ARAŞTIRMA

Dr. Mehtap ANDIRMAN

Dr. Öğr. Üyesi Nurettin BARAN.....185

ÖNSÖZ

*“Ben herkesin kendi çalışmasında yapması gerekeni yaptım:
Öncellerimin başarılarını minnettarlıkla karşılamak,
onların yanlışlarını ürkmeden doğrulamak,
kendisine gerçek olarak görüneni
gelecek kuşağa ve sonrakilere emanet etmek”.*
(El-Bîrûnî, öl. 1048)

İnsanoğlunun varoluş serüveni, doğayı dönüştürme gücüyle şekillenmiştir. Bu serüvenin en köklü dönüm noktası ise, kuşkusuz, tarımsal üretimin doğuşudur. Binlerce yıl önce başlayan ve insanlık tarihinin yönünü kökten değiştiren bu süreç, sadece toprağın işlenmesini değil, aynı zamanda insanın doğayla kurduğu ilişkinin de yeniden tanımlanmasını beraberinde getirmiştir. Bu başlangıç, insanın doğayı salt bir çevre olgusundan çıkarıp, bilgiyle kavranabilir ve teknik müdahaleyle dönüştürülebilir bir gerçeklik olarak yeniden tanımladığı tarihsel bir aşamayı simgelemektedir.

Bu bağlamda, yaklaşık 13.000 yıl öncesine tarihlenen arkeolojik buluntular, yalnızca arkeolojik bir keşif olmanın ötesinde, insanın üretici bilinçle tanıştığı ve doğayı dönüştürücü bir özne olarak tarih sahnesine çıktığı medeniyet eşiğini temsil etmektedir. Tarımsal üretimin başlamasıyla birlikte, nüfus yoğunluğunda belirgin bir artış yaşanmış; yerleşik yaşam biçimleri, işbölümü ve mesleki uzmanlaşma kavramları ortaya çıkmıştır. Bu dönüşüm, mekânsal örgütlenmenin köylerden kentlere, ardından devlet ve imparatorluk yapılarına evrilmesini mümkün kılarak, insanlığın toplumsal ve ekonomik gelişiminde belirleyici bir paradigma değişimine zemin hazırlamıştır. Artık insan, doğanın pasif bir unsuru olmaktan çıkarak, onu planlayan, biçimlendiren ve kendi geleceğini rasyonel akıl çerçevesinde tasarlayabilen bir varlık düzeyine ulaşmıştır.

Tarih boyunca tarım, insanlığın hem maddi hem manevi gelişiminin merkezinde yer almıştır. Toplamların ekonomik refahı, kültürel birikimi ve teknolojik ilerlemesi büyük ölçüde tarımsal üretimin istikrarına bağlı olmuştur. Bugün dahi, artan nüfus, iklim değişikliği, gıda güvenliği ve sürdürülebilirlik gibi küresel meseleler karşısında tarım, yalnızca bir üretim faaliyeti değil, aynı zamanda insanlığın geleceğini belirleyen stratejik bir alan olarak önemini korumaktadır.

Bu kitap, geçmişin birikimini bugünün bilgi dünyasıyla buluşturarak tarımın tarihsel, ekonomik ve teknolojik yönlerine dair yeni bir farkındalık oluşturmayı amaçlamaktadır. Tarım biliminin gelişimi, yalnızca verimliliği artırma çabası değil; aynı zamanda insanın doğa ile kurduğu etik ilişkisinin, yaşam felsefesinin ve sürdürülebilir geleceğe dair umutlarının da yansımasıdır.

Bu eserin, doğanın bilgeliğine kulak veren, toprağın sabrını bilimin disipliniyle birleştiren tüm araştırmacılara, üreticilere ve öğrencilere ışık tutmasını temenni ediyorum.

Doç. Dr. Mustafa YAŞAR

BÖLÜM 1

MUŞ OVASINDA MANDA YETİŞTİRİCİLİĞİNİN MEVCUT DURUMU VE GELİŞİMİNE ETKİ EDEN RİSK FAKTÖRLERİ

Dr. Önder Bayram ÇOBAN¹

Dr. Öğr. Üyesi Onur ŞAHİN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17609615>

¹ Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5179-8687>, ob.coban@alparslan.edu.tr

² Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3801-3881>, o.sahin@alparslan.edu.tr

GİRİŞ

Manda; çevre şartlarına ve hastalıklara karşı dayanıklılığı, kaba yemlerden yararlanma yeteneğinin yüksek dayanıklı bir çiftlik hayvanı (canlı traktör) olmasıyla bilinmektedir (Soysal, 2006; Atasever ve Erdem, 2008). Daha çok et, süt ve çeki verim yönleri esaslı değerlendirilen mandalar sığırlara oranla 1/10 oranında daha az ter bezine sahip olmaları sebebiyle su birikintilerinde serinleme ihtiyacı duymaktadırlar. *Bovidae* ailesinin bir türü olarak bilinen mandalar bu yapıları nedeniyle semi-aquatik bir özellik gösterir (Şahin ve Küçükkebaşı, 1999).

Manda yetiştiriciliği dünya genelinde büyük oranda Asya kıtasında (%96,4) yoğunlaşmıştır. Küresel manda varlığı incelendiğinde, Hindistan (%55), Pakistan (%17) ve Çin (%13) başta gelen üretici ülkeler olup, bu üç ülke toplam dünya manda popülasyonunun yaklaşık %85'ini barındırmaktadır. Bunları sırasıyla Nepal (%3), Mısır (%3), Vietnam (%2) ve Filipinler (%2) izlemektedir. Dünya sıralamasında, nehir bufalosı türünün bulunduğu Mısır 10. sırada, İtalya 17. sırada ve Türkiye 20. sırada yer almaktadır (Özdemir ve ark., 2024). Asya'daki manda yetiştiriciliği çoğunlukla geleneksel ve ekstansif yöntemlerle yürütülmekte; düşük kaliteli kaba yemlerin kullanıldığı, bataklık ve sazlık alanlardan yararlanılan bir sistem benimsenmektedir. Avrupa'da ise İtalya, entansif ve aynı zamanda organik manda yetiştiriciliği uygulamalarıyla dikkat çeken başlıca ülkedir. (Sarıözkan, 2011; Çiftçi ve Yılmaz, 2020)

Türkiye'de 1980'li yıllarda önemli bir manda varlığı bulunmaktaydı. 1982'de yaklaşık 1 milyon baş olarak bildirilen manda sayısı, 1990'a gelindiğinde 370 bin civarına düşmüş, 2006 yılı itibarıyla ise 100 binin altına gerilemiştir (Anonim, 2007). Türkiye'de yetiştirilen mandalar, nehir tipi mandaların Akdeniz kökenli bir alt grubunu oluşturan "Anadolu Mandası" olarak adlandırılmaktadır (Soysal ve ark., 2005). Üretim genel olarak geleneksel yöntemlerle yürütülmekte ve bu durum hayvan başına düşen verimin düşük olmasına neden olmaktadır (Uslu, 1970; İzgi ve ark., 1989; Tekerli ve ark., 2001). Ülkemiz mandalarının genel rengi siyah olup, yay şeklinde geriye kavisli boynuza sahiptirler. Sığıra göre daha az ter bezi içerdiklerinden, yaşadığı yerde mutlak surette su birikintisi ya da göle gereksinim duyarlar (Soysal ve ark., 2005; Soysal, 2006). Akdeniz grubuna dahil olan ve "Anadolu Mandası" ırkı olarak tanınan ülkemiz mandaları nehir mandası kategorisinde yer almaktadır. Sağım genellikle elle yapılmakta olup,

Türkiye’de manda başına elde edilen süt ve et verimleri, manda yetiştiriciliğinde ileri olan ülkelerin oldukça gerisindedir. Laktasyon süreleri 180-280 gün; süt verimleri 800-1100 kg (Uslu, 1970; İzgi ve ark., 1989; Tekerli ve ark., 2001; Soysal, 2006; Anonim, 2007). Manda sütü, yüksek düzeyde protein, yağ ve mineraller (özellikle kalsiyum ve fosfor) içerdiğinden üstün besin değerine sahiptir (Yılmaz ve ark., 2024). Ergin dişi manda canlı ağırlığı ise yaklaşık 500 kg dolayındadır (Soysal, 2006).

Anadolu mandası yetiştiriciliği Türkiye’nin birçok bölgesinde görülmekle birlikte, en yoğun varlık; Kuzey Anadolu’da Samsun ve Sinop, Orta Anadolu’da Çorum ve Amasya, İç Batı Anadolu’da Afyon ve Balıkesir, Doğu Anadolu’da Bitlis ve Muş ile Güneydoğu Anadolu’da Diyarbakır illerinde bulunmaktadır (TÜİK, 2025).

2025 yılı Tük verilerine göre 2020 yılından 2025 yılına kadar ülkemizdeki manda varlığında %16 civarında bir azalma gerçekleşerek mevcut sayı 158 bin başa gerilemiştir (TÜİK, 2025).

Muş ili, Türkiye’nin 1.650 km² yüzölçümüne sahip üçüncü büyük ovası olan Muş Ovası’nı barındırmaktadır. Bunun yanında Bulanık, Malazgirt ve Liz ovaları da ilin sınırları içerisinde yer almakta ve bölgenin tarımsal potansiyeline önemli katkı sağlamaktadır. Ovalar dışında kalan alanlar ise dağlık ve engebeli topoğrafyaya sahip olup, büyük ölçüde mera alanlarıyla kaplıdır. Bu alanlarda ağırlıklı olarak meraya dayalı hayvancılık faaliyetleri yürütülmektedir.

Günümüzde, hem dünyada hem de Türkiye’de iyi tarım uygulamaları ve organik tarım sistemleri ile elde edilen sağlıklı ve sürdürülebilir gıdalara yönelik talep hızla artmaktadır. Ancak bu talebi karşılayabilecek uygun üretim alanları giderek azalmaktadır. Bu bağlamda, sahip olduğu geniş tarım arazileri, doğal meraları ve elverişli ekolojik koşullarıyla Muş ili, tarım ve hayvancılık sektörlerinde söz konusu talebi karşılayabilecek yüksek bir üretim potansiyeline sahiptir (Arslan, 2018; Yaşar, 2021).

Muş ili, 302.215 büyükbaş ve 1.021.142 küçükbaş hayvan sayısı ile Doğu Anadolu Bölgesi’nin önemli hayvancılık merkezlerinden biri olup, ilde mera hayvancılığı %80 gibi yüksek bir oranla uygulanmaktadır; özellikle Muş Ovası, büyükbaş hayvancılık, özellikle sığır yetiştiriciliği açısından öne çıkmakta ve kırsal kesimde yaşayan halk için temel geçim kaynaklarından birini oluşturmaktadır.(Yaşar ve ark., 2021). Muş Ovası’nın geniş mera alanlarına sahip olması, hem kapalı sistem (ahır ve besi) hem de açık sistem

(mera temelli) hayvancılık faaliyetlerinin bir arada yürütülmesine imkân sağlamaktadır. Muş ilinde 336.062 hektar, Bitlis'te ise 297.662 hektar civarında mera bulunması ve yem bitkileri üretiminin yaygın olması, hayvancılık faaliyetlerinin gelişmesini desteklemektedir (Baytar ve Doğan, 2021, DAKA 2024a, DAKA 2024b). Buna rağmen, büyükbaş hayvan sayısında son yıllarda artış gözlenirse de 1980'li yıllardaki hayvan varlığı seviyesine henüz ulaşamamıştır.

Muş ve Bitlis illerinin yer aldığı Muş Ovası çevresi, 2025 yılı itibarıyla Türkiye'deki toplam manda varlığının yaklaşık %10'unu barındırmaktadır (TÜİK, 2025). Yapılan bir araştırmada, TRB2 bölgesinde bu iki ilin manda yetiştiriciliği açısından ön sıralarda olduğu ifade edilmektedir (Elmastaş ve Bozkoyun, 2021).

Muş Ovası, Türkiye'nin en geniş ve tarımsal açıdan en verimli alanlarından biri olmasına rağmen, sahip olduğu su ve mera potansiyelinden henüz yeterli düzeyde yararlanılamamıştır. Oysa il, zengin yüzeysel ve yeraltı su kaynakları bakımından Türkiye ortalamasının üzerinde yer almakta; akarsular, göletler ve baraj gölleri ile hayvancılık faaliyetleri açısından son derece elverişli bir ekolojik altyapıya sahiptir (Dölek, 2013; Günek ve ark., 2013; Yaşar, 2021).

Muş ilinin yıllık yerüstü su potansiyeli 4.505,93 hm³, yeraltı su potansiyeli ise 117 hm³ olup, toplamda 4.622,93 hm³'lük bir su varlığına sahiptir. Bu yüksek su kapasitesi, özellikle mera hayvancılığına dayalı üretim sistemlerinin geliştirilmesi açısından önemli bir avantaj oluşturmaktadır (Yaşar ve ark., 2020). İlin iklim özellikleri, zengin su kaynakları ve doğal bitki örtüsü, manda yetiştiriciliği için oldukça uygun çevresel koşullar sunmaktadır.

Nitekim Murat Nehri, Karasu, Alparslan I ve Alparslan II barajları, Hamurpet Gölleri, Bitlis ilindeki Karasu Deresi ile Budaklı ve Çukurca kaplıcaları çevresinde yer alan tarım arazileri, ekolojik açıdan manda yetiştiriciliği için yüksek potansiyel taşımaktadır (Baytar, 2022). Söz konusu alanlar; suyun bol, bitkisel üretimin güçlü ve mikroklimatik etkilerin uygun olduğu bölgeler olarak öne çıkmaktadır. Bu faktörler, mandaların fizyolojik gereksinim duyduğu nemli ve ılıman yaşam alanlarını sağlaması bakımından önem arz etmektedir.

Buna karşın, mevcut doğal ve ekolojik potansiyele rağmen bölgede manda varlığı istenilen düzeye ulaşamamış; ayrıca birim hayvan başına düşen

verim değerleri de oldukça düşük kalmıştır (Baytar, 2022). Bu durum, yetiştiricilik tekniklerinin yetersizliği, modern üretim altyapısının eksikliği, pazarlama ve teşvik mekanizmalarındaki sınırlılıklar gibi faktörlerin manda yetiştiriciliğinin gelişimini engellediğini göstermektedir.

Öte yandan, Muş ilinin önemli akarsu sistemleri zaman zaman taşkın ve sel riski ile karşı karşıya kalmaktadır. Özellikle 1963, 2003, 2004, 2011 ve 2012 yıllarında meydana gelen taşkınlar, bölge genelinde ciddi ekonomik ve tarımsal zararlara neden olmuş; bu zararların Muş Ovası'nın alçak kesimlerinde yoğunlaştığı bildirilmiştir (Dölek, 2013; Günek ve ark., 2013; Yaşar ve ark., 2020). Bununla birlikte, uygun drenaj, altyapı ve mera ıslahı çalışmaları ile bu risklerin azaltılması ve doğal kaynakların daha etkin kullanılması mümkündür.

Sonuç olarak, sahip olduğu su varlığı, geniş mera alanları ve ekolojik çeşitlilik sayesinde Muş Ovası ve çevresi, Türkiye'de manda yetiştiriciliğinin geliştirilmesi için stratejik öneme sahip bölgelerden biri olma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, bölgedeki manda yetiştiriciliğine etki eden çevresel, sosyo-ekonomik ve yönetsel risk faktörlerinin belirlenmesi, sürdürülebilir bir üretim modeli oluşturulması açısından büyük önem taşımaktadır (Baytar, 2022; Yaşar ve ark., 2020).

Manda Yetiştiriciliğinde Risk Faktörlerinin Bilinmesinin Önemi

Risk kavramı, genel olarak belirli bir olayın ortaya çıkma olasılığı ile bu olayın yol açabileceği sonuçların büyüklüğünün birlikte değerlendirilmesiyle tanımlanır. Başka bir ifadeyle risk, olumsuz bir sonucun gerçekleşme ihtimalidir (Gökgöz, 2018).

Riskler genel olarak sistematik (kontrol edilemeyen) ve sistematik olmayan (işletmeye özgü) riskler olarak ikiye ayrılmaktadır. Ancak küresel ölçekteki piyasa hareketliliği, teknolojik ilerlemeler ve artan rekabet koşulları, geleneksel risk türlerinin yanında yeni risk unsurlarının da ortaya çıkmasına neden olmuştur (Özbilgin, 2012). Bu nedenle işletmelerin, faaliyetlerinin tüm aşamalarında risk faktörlerini analiz ederek stratejik önlemler geliştirmeleri gerekmektedir.

Tüm ekonomik faaliyetlerde olduğu gibi hayvancılık sektörü de çeşitli risklerle karşı karşıyadır. Bu risklerin bir kısmı üreticinin kontrolü altında iken, bir kısmı piyasa veya politika değişimleri gibi dış faktörlerden

kaynaklanmaktadır (Hazneci ve Ceylan, 2011). Sektörde uygulanan risk yönetimi yaklaşımları, gelir sürekliliğini sağlamak, organizasyonel yapıyı güçlendirmek ve finansal istikrarı korumak hedeflerine yöneliktir (Janowicz-Lomott ve Łyskawa, 2014).

Hayvancılık sektöründe risk, üretim sürecinde doğal çevre koşulları, ekonomik dalgalanmalar veya yönetsel yetersizlikler gibi nedenlerle ortaya çıkan ve üretimin verimliliğini, gelir düzeyini ya da sürdürülebilirliğini olumsuz etkileyen belirsizlikleri ifade eder (Gökgöz, 2018).

Hayvancılık sektöründe üretimin temelini canlı hayvan oluşturduğundan, genetik bozukluklar, hastalıklar, işletme altyapısındaki eksiklikler ve çalışanların bilgi yetersizlikleri gibi durumlar işletmelerin performansını doğrudan etkilemektedir. Bu riskler; hem ekonomik kayıplara hem de üretim sürdürülebilirliğinin azalmasına neden olabilmektedir (Hazneci ve Ceylan, 2011). Bu sektördeki işletmeler, gelir sürekliliğini sağlamak, organizasyonel yapıyı korumak ve finansal istikrarı sürdürmek amacıyla risk yönetimi uygulamaktadır (Janowicz-Lomott ve Łyskawa, 2014). Bu noktada hayvancılık işletmelerinde risk faktörlerinin bilinmesinin başlıca önemleri şöyle sıralanabilir:

Risk Yönetiminde Önlem Alma ve Planlama

Üretimde karşılaşılabilecek risklerin nedenlerinin ve etkilerinin önceden tanımlanması, üreticilerin olası kayıpları azaltmak için proaktif stratejiler geliştirmesine olanak tanır. Örneğin, yem arzında kuraklık kaynaklı bir azalma bekleniyorsa, üreticinin önceden yem stoğu yapması olası verim kayıplarını önleyebilir (Boz, 2013). Bu tür öngörülü yaklaşımlar, tarımsal üretim sistemlerinde “uyarlanabilir yönetim” anlayışının temelini oluşturur (Meuwissen ve ark., 2001).

Sürdürülebilir Üretim Perspektifi

Risklerin sistematik biçimde analiz edilmesi, manda yetiştiriciliği gibi hayvansal üretim kollarının uzun vadede sürdürülebilirliğini sağlamada kilit rol oynar. Sürdürülebilirlik yalnızca ekonomik açıdan değil, aynı zamanda çevresel ve sosyal boyutları da içeren çok boyutlu bir kavram olarak değerlendirilmelidir. Bu nedenle, risk yönetimi uygulamaları kırsal alanlarda dayanıklılığın artırılmasında ve üretim sürekliliğinin sağlanmasında stratejik bir araç işlevi görmektedir (Meuwissen ve ark., 2001).

Politika ve Destek Mekanizmalarının Geliştirilmesi

Bölgesel düzeyde risklerin tanımlanması, kamu kurumları ve yerel otoritelerin hedefe yönelik destek politikaları geliştirmesine zemin hazırlar. Örneğin, kuraklığa toleranslı mera yönetimi uygulamaları veya bölgesel hastalık kontrol programları, risk analizleri sonucunda şekillendirilebilir. Böylece tarım ve hayvancılık politikaları, bölgesel dinamiklere dayalı daha etkin bir yapıya kavuşur.

Kaynakların Verimli Kullanımı

Risklerin önceliklendirilmesi hem üreticilerin hem de kamu otoritelerinin sınırlı kaynaklarını daha stratejik biçimde yönlendirmesine yardımcı olur. Bu yaklaşım, ekonomik kaynakların doğru alanlara aktarılmasını sağlayarak hayvancılık sektöründe verimlilik ve rekabet gücünü artırır (Yavuz ve ark., 2018).

Bilimsel ve Teknik Gelişmelere Katkı

Risk faktörlerinin açık biçimde belirlenmesi, araştırmacılara çözüm odaklı projeler üretmede yol gösterici olur (Hardaker ve ark., 2015). Ayrıca bu bilgiler, risk yönetimi temelli eğitim, yayım ve teknik danışmanlık faaliyetlerinin planlanmasında önemli bir referans niteliği taşır (Boz, 2013).

Kısaca canlı hayvanın üretim sürecinin merkezinde yer aldığı bu sektörde; hastalıklar, genetik kusurlar, yetersiz işletme altyapısı ve çalışanların bilgi eksiklikleri gibi unsurlar önemli risk kaynakları arasında yer alır. Bu faktörler, işletmelerde verim ve kârlılık kayıplarına neden olarak sürdürülebilirliği olumsuz yönde etkileyebilir (Hazneci ve Ceylan, 2011).

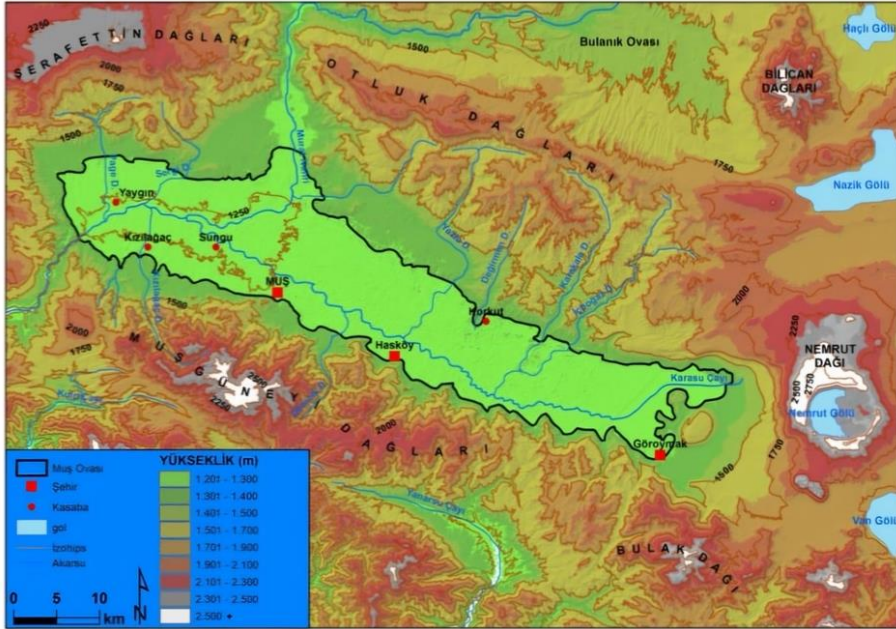
Dolayısıyla, bu risklerin belirlenmesi ve etkilerinin doğru biçimde analiz edilmesi; hem üretici düzeyinde alınacak yönetim kararları hem de bölgesel düzeyde geliştirilecek hayvancılık politikaları açısından kritik öneme sahiptir (Hardaker ve ark., 2015; Yavuz ve Zulauf, 2019).

Muş Ovasının Genel Özellikleri

Coğrafi özellikleri

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Murat–Van Bölümü'nde yer alan Muş Ovası, yaklaşık 1.650 km² yüzölçümüyle Türkiye'nin en geniş tarımsal ovalarından biridir. Ova, doğu–batı yönünde 80 km uzunluğa ve ortalama 30 km genişliğe sahiptir. Topografik olarak basamaklı bir yapıya sahip olan ova,

kuzeyde Şerafettin, güneyde Haçreş ve doğuda Nemrut Dağları ile çevrilmiştir (Atalay, 1983; Ekinci, 2020; Yaşar, 2021).



Şekil 1. Muş Ovası ve yakın çevresinin fiziki haritası (Topraksu, 2002; Sönmez, 2014)

Jeolojik olarak, Miyosen Dönemi'ne kadar birikinti alanı özelliği taşıyan Muş Ovası, daha sonra tektonik hareketlerle çöküntü alanına dönüşmüş; zaman içinde alüvyon birikimiyle günümüzdeki verimli toprak yapısını kazanmıştır (Ardos, 1995; MTA, 2022).

Ovanın ortalama yükseltisi 1280 metre, ortalama eğimi ise binde 6 civarındadır. Yükselti değerleri merkeze göre dışa doğru artmakta; doğuda 2900 m, güneyde 2700 m ve kuzeybatıda 2500 m'nin üzerine çıkmaktadır. Bu özellikleriyle Muş Ovası, kapalı bir havza karakteri taşımakta ve Doğu Anadolu Fayı ile Kuzey Anadolu Fayı gibi iki önemli aktif fay hattının kesişiminde yer almaktadır. Bu durum, ovanın jeolojik açıdan oldukça dinamik bir yapıya sahip olmasına neden olmaktadır (Dölek, 2013; Yaşar, 2021).

Yerleşim açısından bakıldığında, ovanın kuzeydoğusunda Muş şehir merkezi yer almakta; Hasköy, Yaygın, Kızılağaç, Sungu ve Korkut gibi yerleşmeler ovada önemli kırsal alanları oluşturmaktadır. Ovanın doğu sınırında ise Bitlis'in Güroymak ilçesi bulunmaktadır (Sönmez, 2014).

Çayır-Mera alanları

Muş Ovası ekonomisinin temel dinamiğini tarım sektörü oluşturmaktadır. Bölge ekonomisi büyük ölçüde tarımsal üretime dayandığından, tarımsal kaynaklar ve varlıklar ilin sosyoekonomik yapısında önemli bir yer tutmaktadır. Ova ve çevresinde yer alan geniş çayır-mera alanları, hayvancılığın gelişmesi açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Bununla birlikte, orman alanlarının sınırlı olması yağış rejimini olumsuz yönde etkileyebilmekte ve toprak erozyonu açısından bir risk unsuru oluşturmaktadır (Sönmez,2014)

Muş ilinde karasal iklim koşulları hâkim olup, bitki örtüsünü çoğunlukla ilkbaharda yeşeren ve yaz aylarındaki sıcaklık ve kuraklıkla birlikte kuruyan bozkır formasyonları oluşturmaktadır. Bölge, özellikle yüksek kesimlerinde çayır ve mera alanlarının geniş yer kaplamasıyla tipik bir yayla görünümündedir. Nitekim Muş'ta yaklaşık 336.000 hektar, Bitlis'te ise 298.000 hektara yakın çayır-mera alanı bulunduğu bildirilmiştir (DAKA, 2024a; DAKA 2024b).

İklim ve meteorolojik durumu

Yaklaşık 1.350 metre rakıma sahip Muş Ovası, Doğu Anadolu Bölgesi'nin tipik karasal iklim özelliklerini sergilemektedir. Bölgede kış mevsimi uzun, soğuk ve kar yağışlı geçerken; yazlar kısa süreli, ılıman ve genellikle kurak karakterdedir. Gece ve gündüz sıcaklıkları arasındaki farkın belirgin olması, bölgenin yüksek rakımı ve karasal iklim yapısıyla ilişkilendirilmektedir (Sönmez, 2014; Yaşar, 2021).

Muş Ovası'nda yıllık ortalama yağış miktarı 773 mm civarında olup, yağışlar çoğunlukla ilkbahar aylarında yoğunlaşmaktadır. Nisan ayı en yağışlı dönem olurken, temmuz ve ağustos aylarında yağış miktarı minimum düzeye inmektedir. Meteorolojik veriler incelendiğinde, en soğuk ayın -7,4 °C ile Ocak, en sıcak ayın ise 25,2 °C ile Temmuz olduğu görülmektedir. Ortalama yıllık sıcaklık değeri 9,6 °C dolayındadır (MGM, 2023).

Tablo 1. Muş Ovası yıllık iklim değişimleri (MGM, 2023)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık Ortalama
Sıcaklık (°C)	-7,4	-6,3	0,3	8,9	14,8	20,1	25,2	25,0	20,0	12,5	4,4	-2,9	9,6
Yağış (mm)	84,7	99,7	102,8	108,1	69,8	28,2	5,4	3,8	12,6	64,3	94,1	91,0	74,45

Ovanın çevresini kuşatan dağlar, yağışın dağılımı ve süresi üzerinde belirleyici bir role sahiptir. Özellikle kuzey ve güney yönlerinden gelen hava kütleleri, coğrafik etkiyle yağış oluşumunu desteklemekte; bu nedenle dağlık alanlar ovaya göre daha fazla yağış almaktadır. Bununla birlikte Muş Ovası, Doğu Anadolu'nun birçok bölgesine kıyasla daha nemli bir karakter taşımaktadır. Yıllık ortalama yağış 764,5 mm, nispi nem oranı %64, donlu gün sayısı 145, karla örtülü gün sayısı ise 100,6'dır (Sönmez, 2005).

Yağışların %48'i ilkbaharda, %36'sı kış mevsiminde, %12'si sonbaharda ve yalnızca %4'ü yaz aylarında görülmektedir. Bu dağılım, ovadaki şiddetli kontinental karakteri açık biçimde ortaya koymaktadır. Dolayısıyla Muş Ovası, soğuk, donlu ve uzun kış dönemleriyle tanımlanan "Doğu Anadolu iklim tipi" içinde değerlendirilir (Erinç, 1996).

Ovada tarımsal üretimi kısıtlayıcı tek faktör olarak iklimden bahsetmek mümkündür. Ovada kış sıcaklıklarının düşük olması kış mevsiminin tamamında ve bahar mevsimlerinin belli aylarında topraktan faydalanmayı dolayısıyla ekip-biçme faaliyetlerini durdurmaktadır. Fakat Tablo 1'deki sıcaklık verileri de dikkate alındığında, ovada Nisan-Ekim ayları arasındaki 6 aylık dönemde rahatlıkla topraktan faydalanılabileceği görülmektedir.

Tarım potansiyeli

Muş Ovası'nın tarım sektöründeki belirgin konumu, bölgenin tarımsal gelişmişlik düzeyinden çok, sanayi sektörünün yeterince gelişmemiş olmasından kaynaklanmaktadır. Sanayi faaliyetlerinin sınırlı olması, istihdamın ve üretim kapasitesinin düşüklüğüne yol açmakta; bu da üretim faktörlerinin büyük ölçüde tarım sektörüne yönelmesine neden olmaktadır. Tarım sektöründe ihtiyaçtan fazla işgücü istihdam edilmesi, bölgede gizli

işsizliğin ortaya çıkmasına ve kaynakların etkin kullanılmamasına yol açmaktadır (Sönmez, 2014).

Arazi kullanım yapısı incelendiğinde ovanın geniş bir kısmının tarım arazisi olarak değerlendirildiği görülmektedir. Ova tabanında tahıl ve yem bitkileri üretimi yaygınken, dağlık kesimlerde otlak ve bozkır ekosistemleri baskındır. Bölge ekonomisinin temelini tarım oluşturmakta, özellikle hayvancılık faaliyetleri önemli bir gelir kaynağı sağlamaktadır (DAKA, 2023).



Şekil 2. Muş Ovası (Anonim, 2025)

Kış mevsimlerinin uzun ve sert geçmesi nedeniyle hayvancılık çoğunlukla kapalı barınaklarda yapılmakta, bu da kaba yem ihtiyacını artırmaktadır. Kaba yem açığının giderilmesi için çayır-mera ıslahı, otlatma yoğunluğunun azaltılması, yem bitkileri ekiliş alanlarının artırılması ve silajlık mısır gibi alternatif yem kaynaklarının üretiminin yaygınlaştırılması önerilmektedir (Sönmez, 2014; DAKA, 2023).



Şekil 3. Muş Ovasında otlayan mandalar (DAKA, 2018)

Bölgesel düzeyde, yem bitkisi üretimi ve mera varlığı açısından avantajlı olan Muş Merkez, Malazgirt ve Bulanık ilçelerinde küçükbaş hayvancılık öne çıkarken; sulak alanlara sahip Güroymak, Korkut ve Hasköy çevresinde manda yetiştiriciliği yaygındır. Ayrıca, güçlü su kaynakları ve baraj sistemleri (Alparslan I-II, Yukarı Kalehan, Murat ve Karasu Nehirleri) sayesinde kültür balıkçılığı ve doğal balık üretimi de önemli bir faaliyet alanı haline gelmiştir (Baytar, 2022; DAKA, 2023).

Su potansiyeli

Muş Ovası, geniş düzlükleri, düşük eğimli topoğrafyası ve zengin su kaynakları sayesinde Türkiye'nin tarımsal üretim potansiyeli en yüksek alanlarından biridir. Erinç (1953), ovanın sahip olduğu verimli alüvyal topraklar nedeniyle Yukarı Murat Bölümü'nün en önemli tarım sahalarından biri olduğunu vurgulamıştır. Ancak günümüzde yapılan gözlemler, mevcut tarımsal üretim düzeyinin bu potansiyelin oldukça altında kaldığını göstermektedir. Benzer ya da daha kısıtlı su kaynaklarına sahip bölgelerde, sulama imkânlarının artırılmasıyla birlikte tarımsal üretim deseninde yonca, ayçiçeği, mısır gibi katma değeri yüksek ürünlerle münavebe sistemine dâhil edilmesi tarımsal üretim ekonomisine katkı sağlayacağı ve verimliliğin büyük ölçüde arttığı bilinmektedir (Karadoğan, 2006; Yaşar, 2022). Bu durum, sulama

altyapısının tarımsal kalkınmadaki belirleyici rolünü bir kez daha ortaya koymaktadır.

Ovanın hidrolojik yapısı, çevresini kuşatan dağlık alanlardan beslenen küçük akarsular ve **Fırat Nehri'nin önemli bir kolu olan Murat Nehri** tarafından şekillenmektedir. Yaklaşık 600 km uzunluğa sahip Murat Nehri, Muş Ovası'na kuzeydoğudan girerek **Çatbaşı Köyü ve Kurt İstasyonu** civarında **Karasu Çayı** ile birleşmekte, ardından batı yönüne dönerek **Genç Boğazı'na** ulaşmaktadır. Nehir yatağının genişliği 50–80 metre, derinliği ise ortalama 2–3 metre civarındadır (İzbirak, 1951; Sönmez, 2014).

Muş Ovası'nın hidrolojik zenginliği, özellikle **Murat Nehri** ve kolları sayesinde **Doğu Anadolu'nun en önemli su potansiyellerinden birini** oluşturur. Ancak bu su kaynaklarının etkin biçimde kullanımı, büyük ölçüde **nehir vadisi ve çevresiyle sınırlı** kalmaktadır. Murat Nehri'nin **Elçiler–Şerafettin Dağları** arasında ovaya giriş yaptığı kesimde, **tarımsal amaçlı bir baraj veya gölet** yapımına uygun alanların bulunduğu belirtilmektedir (İzbirak, 1951).

Bölgede tamamlanmış olan **Alparslan I Barajı**, özellikle **Bulanık Ovası'nın** sulanmasında önemli katkılar sağlamıştır. Buna karşın, **Varto yakınlarında inşa edilen Alparslan II Barajı'nın** Muş Ovası'na doğrudan etkisi henüz tam olarak belirlenememiştir. Bu nedenle, ovanın yüksek tarımsal verimliliğini artırmak için **yeni baraj, gölet ve sulama kanalları** gibi altyapı projelerinin geliştirilmesi zorunludur. Muş Ovası'nın en önemli akarsularından biri olan **Murat Nehri**, yıl boyunca değişken bir debi yapısına sahiptir. Ortalama günlük debisi 200–300 m³ civarında olup, özellikle **ilkbahar aylarında (Nisan–Mayıs)** kar erimeleriyle birlikte 550 m³'ün üzerine çıkmaktadır. Yaz aylarında ise bu değer 50–70 m³ seviyelerine kadar düşmektedir (Sönmez, 2014; Yaşar, 2021; DAKA, 2023).

Ovanın ikinci önemli akarsuyu **Karasu Çayı'dır**. Doğudan ovaya giren Karasu, yaklaşık 68 km uzunluğunda olup **kuzeybatı–güneydoğu yönünde akarak** Murat Nehri'ne katılır. Yıllık ortalama debisi 15–20 m³ civarında değişmekte; Nisan–Mayıs döneminde 52 m³'e ulaşırken, yaz aylarında 2–3 m³'e kadar azalmaktadır (Atalay, 1983; Sönmez, 2014).

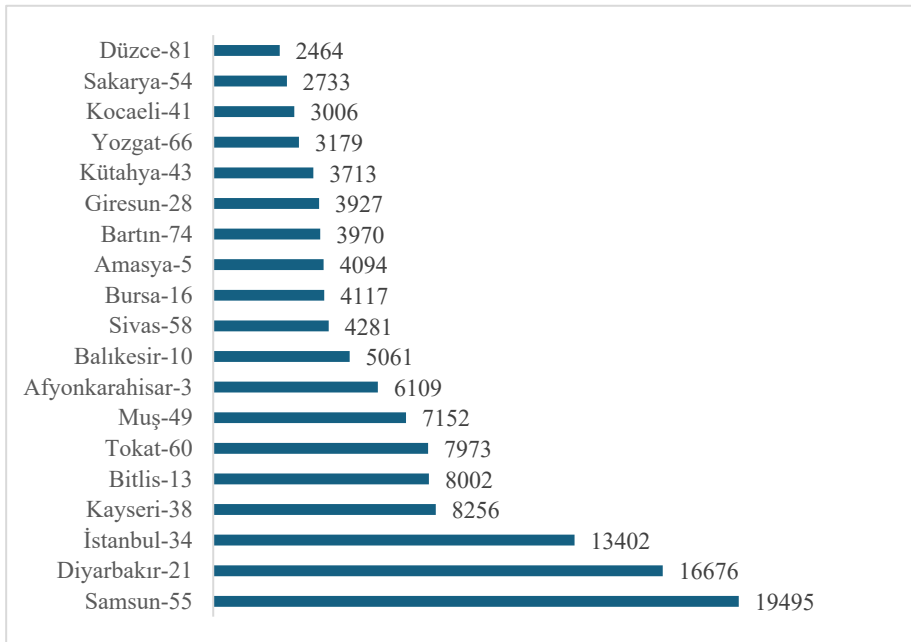
Bu iki akarsu, **Muş Ovası'nın su potansiyelinin temelini** oluşturmaktadır. Ayrıca, ovanın genelinde **yeraltı suyu seviyesi yüzeye oldukça yakındır**; birçok bölgede 5–10 m derinlikten su çekilebildiği ifade

edilmektedir. Ancak yapılan gözlemler, yörede **yeraltı suyundan tarımsal amaçlı yararlanmanın oldukça sınırlı** olduğunu göstermektedir (Sönmez, 2014).

Manda varlığı, işletme yapısı ve üretim sistemleri

2025 yılı istatistiklerine göre ülkemiz manda varlığında en yüksek paya sahip olan Samsun'dan (19495 baş) sonra Muş Ovası'nın kapsadığı illerden olan 5. sırada Bitlis (8002 baş) gelirken, 7. sırada Muş ili (7152 baş) gelmektedir (TÜİK, 2025).

2004–2024 dönemine ait veriler incelendiğinde, Bitlis ilinde manda sayısında genel olarak artış eğilimi olduğu görülmektedir. 2004 yılında toplam 4.403 baş olan manda varlığı, 2010 yılında 4.870 başa, 2018'de 10.377 başa ulaşmış, 2024 itibarıyla ise 8.002 baş olarak kaydedilmiştir. Bu süreçte özellikle 2010 sonrası dönemde, 'Halk Elinde Anadolu Mandası Islahı Projesi' ve tarımsal destekleme politikaları gibi uygulamaların etkisiyle sayılarda belirgin bir artış yaşandığı anlaşılmaktadır.



Tablo 2. 2025 yılı manda yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı iller de manda varlığı (TÜİK, 2025).

Cinsiyet ve yaş dağılımı bakımından değerlendirildiğinde, 2 yaş üstü dişi mandaların tüm yıllarda toplam varlık içinde en yüksek paya sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, Bitlis'te süt üretimi odaklı dişi manda yetiştiriciliğinin ön planda olduğunu göstermektedir. 2015–2020 yılları arasında özellikle 1–2 yaş arası dişi (düve) ve yavru dişi bireylerin oranındaki artış, sürü yenilenmesi ve popülasyonun gençleştiğini ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, 2020 sonrası dönemde toplam manda sayısında gözlenen azalma (10.574'ten 8.002'ye) büyük olasılıkla yem maliyetlerindeki artış, iklimsel kuraklık ve genç iş gücünün azalması gibi yapısal faktörlerle ilişkilidir. Ancak mevcut değerler, Bitlis'in hâlâ Türkiye'nin manda varlığı açısından önemli merkezlerinden biri olduğunu göstermektedir.

Tablo 3. Yıl, cinsiyet ve yaş gruplarına göre Bitlis ilinde manda varlığı (TÜİK, 2025).

BİTLİS	2 yaş üstü dişi	1-2 yaş arası (düve)	2 yaş üstü (boğa)	Öküz	1-2 yaş arası erkek (tosun)	1 yaşından küçük erkek	2 yaşından küçük dişi	TOPLAM
2004	1687	652	37	2	551	712	762	4403
2005	2187	802	2	2	701	862	962	5518
2006	2098	1073	182	3	641	798	1303	6098
2007	1989	669	167	0	282	769	888	4764
2008	1400	580	60	20	245	370	440	3115
2009	1452	632	67	22	266	396	466	3301
2010	1626	776	221	152	941	552	602	4870
2011	1884	1187	322	140	1048	700	756	6037
2012	1855	1089	242	127	968	643	675	5599
2013	1916	1164	274	163	1058	706	717	5998
2014	2294	1023	465	150	862	377	534	5705
2015	5247	604	432	0	774	276	261	7594
2016	5464	726	544	0	477	701	426	8338
2017	4647	946	443	0	810	1036	1036	8918
2018	5690	880	873	0	921	1019	994	10377
2019	5494	883	739	0	856	1136	1134	10242
2020	5648	872	871	0	1058	1112	1013	10574
2021	5519	856	708	0	868	1086	1086	10123
2022	5379	817	454	4	374	929	984	8941
2023	5178	987	365	0	745	553	425	8253
2024	4318	781	88	0	606	1109	1100	8002

Muş ilinde 2004–2024 yılları arasında manda varlığı dalgalı fakat genel olarak artış eğilimli bir seyir izlemiştir. 2004 yılında 5.668 baş olan toplam manda sayısı, 2018 yılında 7.342 başa, 2022'de 8.843 başa ulaşmış, 2024 yılı itibarıyla 7.152 baş olarak gerçekleşmiştir. Özellikle 2010 yılı sonrasında

uygulanan mandacılığın yeniden canlandırılmasına yönelik bölgesel projeler ve kooperatif destekli süt üretim programları, bu artışta belirleyici olmuştur. Veriler, Muş'taki manda popülasyonunun önemli ölçüde dişi bireylerden oluştuğunu göstermektedir. 2 yaş üstü dişi mandalar her yıl toplam varlığın yaklaşık %45–55'ini oluşturmıştır. Bu durum, ilin manda yetiştiriciliğinin süt ve kaymak üretimi odaklı yürütüldüğünü desteklemektedir. Ayrıca, 1–2 yaş arası düve sayısındaki düzenli artış, sürü yenilenmesinin sürdürülebilir biçimde sağlandığını göstermektedir. Buna karşın, 2019 sonrası dönemde toplam manda sayısında hafif bir azalma gözlenmiştir. Bu düşüşün nedeni, iklimsel kuraklık, yem fiyatlarındaki artış ve otlak alanların daralmasıyla ilişkilendirilebilir. Ancak 2024 itibarıyla 7.000 başın üzerinde seyreden varlık, Muş'un Doğu Anadolu Bölgesi'nin en önemli manda yetiştiricilik merkezlerinden biri olma özelliğini koruduğunu göstermektedir (TÜİK, 2025).

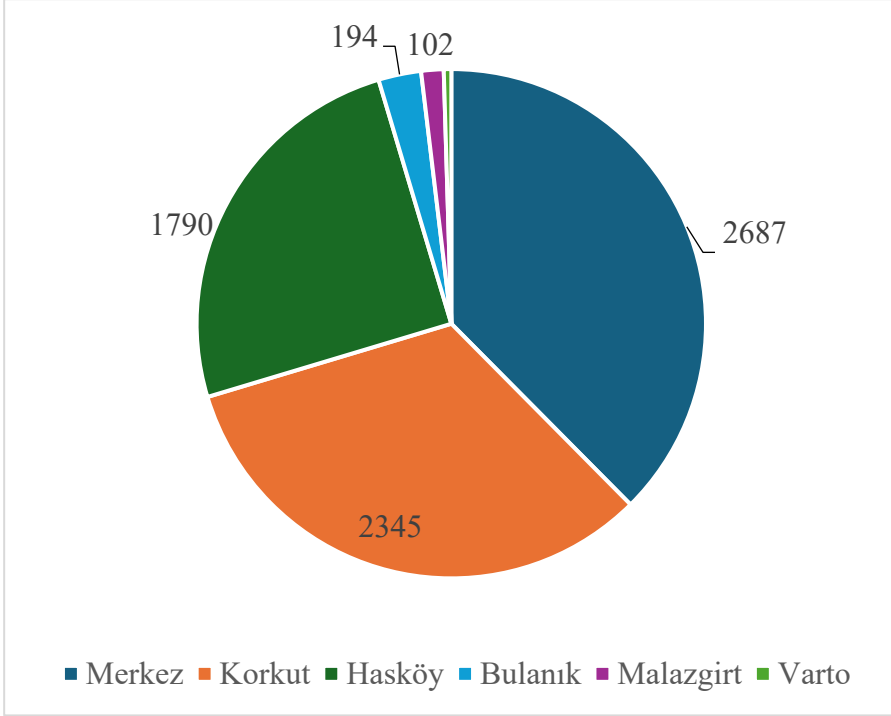
Tablo 4. Yıl, cinsiyet ve yaş gruplarına göre Muş ilinde manda varlığı (TÜİK, 2025).

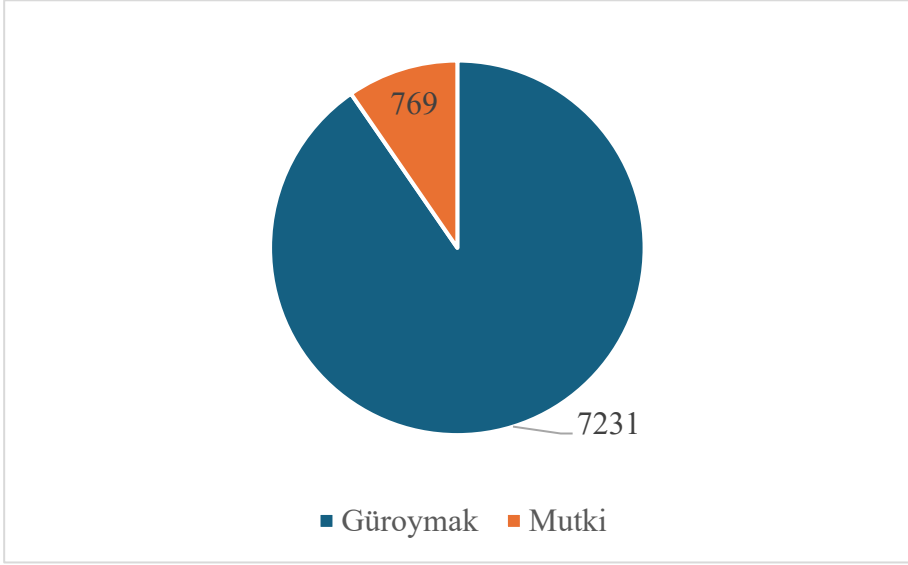
MUŞ	2 yaş üstü (dişi)	1-2 yaş arası (düve)	2 yaş üstü (boğa)	öküz	1-2 yaş arası erkek (tosun)	1 yaşından küçük erkek	2 yaşından küçük dişi	TOPLAM
2004	3688	453	318	21	450	360	378	5668
2005	3308	488	237	22	440	377	420	5292
2006	3924	371	301	18	407	481	523	6025
2007	3884	400	247	13	533	489	535	6101
2008	4140	423	246	14	558	514	561	6456
2009	2229	382	135	0	355	255	301	3657
2010	3048	411	209	0	415	331	289	4703
2011	2932	394	211	3	442	318	295	4595
2012	4013	439	270	1	445	364	347	5879
2013	4282	470	301	107	459	391	372	6382
2014	3540	500	284	99	377	672	626	6098
2015	3531	513	280	101	377	669	616	6087
2016	3781	639	325	89	601	1038	962	7435
2017	3799	820	382	3	335	864	787	6990
2018	4106	834	388	4	310	849	851	7342
2019	4075	746	360	5	264	798	830	7078
2020	4099	723	302	3	214	812	878	7031
2021	4830	693	233	2	206	748	879	7591
2022	5835	842	193	2	214	844	913	8843
2023	3686	579	434	3	476	652	701	6531
2024	2967	1104	335	0	601	924	1221	7152

Tablo 4 ve 5 den görüldüğü gibi Bitlis ve Muş illerinin Muş Ovası'nı kapsayan ilçelerinde Manda yetiştiriciliği yoğun olarak

yapılmaktadır. Ovanın ortasında Muş merkez (2687 baş), Korkut ilçesi (2345 baş) ve Hasköy ilçesi (1790 baş); ovanın doğu ucunda yer alan Güroymak ilçesi (7231 baş) ve Mutki ilçesi (769 baş) manda varlığında ön plandadır (TÜİK, 2025).

Tablo 4. 2024 yılı Muş ili ilçelerine göre manda varlığı (TÜİK, 2025).



Tablo 4. 2024 yılı Bitlis ili ilçelerine göre manda varlığı (TÜİK, 2025).

Bitlis'te yapılan bir çalışmaya göre, manda yetiştiriciliğinin ağırlıklı olarak orta yaşın üzerindeki yetiştiriciler tarafından sürdürüldüğünü ortaya koymaktadır. İncelenen işletmelerin önemli bir kısmında barınakların hijyenik koşullardan uzak olduğu, işçilik ve barınak giderlerinin genellikle aile bireyleri tarafından karşılandığı görülmüştür. Ayrıca, kısıtlı arazi sahipliği nedeniyle yem üretimi yapılamamakta ve mevcut mera alanlarının ot verimi yetiştiricilik için yetersiz kalmaktadır. (Çiftçi, 2017).

Yetiştiricilerin sağım işlemini elle sağım yöntemiyle ahırda yaptıkları, malaklarını hiç süttten kesmedikleri, Anadolu mandasının başta eşeysel olgunluk yaşı olmak üzere pek çok döl verim özelliği bakımından arzulanan düzeyde olmadığı, ortalama günlük süt verimi için bildirilen değerin düşük olduğu saptanmıştır. Manda sütünden temelde yoğurt ve peynir üretimi için faydalandığı, manda ürünlerinin pazarlanması konusunda bir planlarının olmadığı ve ürettiklerin ürünlerde fiyat düşüklüğü sorunu yaşadıkları anlaşılmıştır. Ayrıca, sağlık korumaya ilişkin zorunlu aşıları yaptırmakla birlikte manda hastalıklarına ilişkin araştırmalara yer verilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Mandaların beslenmesi, esas olarak mera ve yonca olmak üzere kaba yem dayalı olarak yapılmakta ve kesif yem çok düşük düzeylerde

kullanılmaktadır. Esas olarak ortak çoban kullanımı şeklinde köy ortak malı meralardan yararlanılmaktadır. Çiftleştirmeler, çoğunlukla köy ortak manda boğaları kullanılarak serbest şekilde meralarda gerçekleştirilmektedir (Çiftçi, 2017; Çoban, 2023).

Muş ilinde yapılan bir ankette, manda yetiştiriciliği işletmelerinin çoğu meraya dayalı besleme yapmaktadır: ankete katılan işletmelerin yaklaşık %95,45'i hayvanlarını merada otlatmaktadır. Bununla birlikte, kaba yem ve kesif yem temini büyük oranda dışarıdan yapılmaktadır. Muş'taki işletmelerin %35,68'i kaba yem, %52,50'si ise kesif yemi dışarıdan tedarik etmektedir. İşletmelerin toprak varlığı da sınırlıdır. Muş'ta çalışan yetiştiricilerin önemli bir kısmı 5-100 dekar aralığında tarım arazisi işlemlerken, daha büyük araziye sahip işletmeler nispeten azdır (Yıldız ve Deniz, 2021)

TOB TAGEM koordinatörlüğünde yürütülen “Halk Elinde Anadolu Mandası Islahı Ülkesel Projesi” kapsamında bölgede 2011 yılından bu yana alt projeler devam etmektedir (Çoban, 2023).

Bölgede manda yetiştiriciliğinin temel yapısal özelliklerine bakıldığında Doğu Anadolu hayvancılığının genel karakteristiği olarak beliren geleneksel üretim yapısının varlığını devam ettirdiğini söylemek mümkündür. Buna göre; atadan kalma teknik ve uygulamaların devam ettiği, görünürde pazara dönük bir üretim tarzı görülmekle birlikte bunun modern esaslardan yoksun bir şekilde sürdürüldüğü ve örgütlenme bilincinin yeterince önemsenmediği bir üretim söz konusudur. Özet olarak Muş Ovası'nda Anadolu mandası yetiştiriciliğinin genel yapısal özellikleri çağdaş üretim yaklaşımlarından uzak bir şekilde yapılmaktadır.

Muş Ovasında Manda Yetiştiriciliğine Etki Eden Risk Faktörleri

Üreme, sağlık ve koruma

Muş ve Bitlis illerinde yapılan araştırmalar, manda yetiştiriciliğinde çeşitli sağlık sorunlarının ve üreme problemlerinin yaygın olduğunu göstermektedir. Çiftçi (2017) ve Satılmış (2022) tarafından yapılan çalışmalarda, mandalarda paraziter+şap (%77,21), paraziter+brusella+şap (%8,82) ve sindirim sistemi+paraziter+şap+felç (%13,97) hastalık kombinasyonlarının belli oranlarda görüldüğü bildirilmiştir. Benzer şekilde Afyon ilinde yürütülen bir araştırmada da, Anadolu mandalarında paraziter ve

sindirim sistemi hastalıklarının en yaygın sorunlar arasında yer aldığı belirtilmiştir.

Bitlis ilindeki yetiştiricilerin veteriner hekim desteği konusunda nispeten bilinçli oldukları gözlenmekle birlikte, bu farkındalığın birlik faaliyetlerine yeterince yansıtılmadığı ifade edilmiştir (Çiftçi, 2017). Altınbaş (2003), Bartın ilindeki yetiştiricilerin %86,7'sinin hastalıklarla mücadelede kendi deneyimlerine dayandıklarını, yalnızca %13'ünün veteriner desteği aldığını saptamıştır. Yavru atma oranlarının %37,7 gibi yüksek bir düzeyde olduğu; işletmelerin %39,1'inde herhangi bir sağlık probleminin görülmediği, ancak Özdemir ve Özdemir (2018) tarafından Bingöl ilinde yapılan araştırmada yetiştiricilerin %54,9'unun döl tutmama ve yavru atma sorunlarıyla karşılaştıkları bildirilmiştir.

Tüm işletmelerde doğumun yardımsız gerçekleştiği belirlenmiştir (Kaptan, 2019). Bu durum, mandaların anatomik olarak doğum sürecinde genellikle desteğe ihtiyaç duymamasına bağlanmaktadır (Küçükkebabcı ve Aslan, 2002). En yaygın uygulanan aşıların şap, şarbon ve brusella olduğu (%69,6) saptanmıştır (Turan, 2019). Iğdır ilindeki araştırmalarda da benzer şekilde şap hastalığı en sık görülen hastalık olarak bildirilmiştir (%65; Özger, 2018).

Düvelerin tohumlanma yaşı genellikle 20–30 ay aralığındadır (%89,9). Zonguldak ili Çaycuma ilçesinde yapılan araştırmada bu yaş ortalaması 23–24 ay (Kaptan, 2019), Afyon ilinde ise 25 ay ve üzeri olarak belirlenmiştir (Yılmaz, 2013). Malak ölümleri ise işletmelerin %1,4'ünde sürekli, %23,2'sinde hiç görülmezken, %75,4'ünde dönemsel olarak meydana gelmektedir.

Bitlis ilinde boğa bulundurmama durumu önemli bir verimlilik sorunu olarak öne çıkmaktadır. Bu eksiklik, kızgınlık dönemlerinin kaçırılmasına ve kısırılık oranlarının artmasına neden olmaktadır. Ülkemizde yapay tohumlama çalışmaları henüz başlangıç aşamasında olup, bu uygulamanın yaygınlaştırılmasıyla üreme performansında iyileşme sağlanabileceği düşünülmektedir (Küçükkebabcı ve Aslan, 2002; Atasever ve Erdem, 2008).

Beslenme sorunları

Beslenme koşulları, manda yetiştiriciliğinde üretkenliği doğrudan etkileyen temel faktörlerden biridir. Altınbaş (2003), Bartın ilindeki

yetiştiricilerin %92,5'inin yaz döneminde merada ek yem kullanmadığını bildirmiştir. Samsun'da yapılan bir çalışmada mandaların genellikle Mart–Nisan aylarında meraya çıkarıldığı, Eylül–Aralık döneminde ise ahırlarda beslendiği tespit edilmiştir (Bayram, 2016). Afyonkarahisar'da yapılan bir araştırmada da yetiştiricilerin %90'ından fazlasının mandalarını 7–8 ay boyunca merada otlattığı belirlenmiştir (Yılmaz, 2013).

Uçar (2021) manda yetiştiricilerinin sosyo-ekonomik yapıları, işletmelerin yapısal özellikleri, manda bakım besleme alışkanlıklarının durum tespiti ve çözüm önerilerinin sunulması amacı ile yürütülen araştırmada yüzde hesaplama yöntemi ile Muş ili Hasköy ilçesinin mahalle ve köylerindeki toplam 150 işletme ile anket çalışması yapmıştır. Araştırma sonucunda elde ettiği verilere göre yaş ortalaması 42.86 olan işletme sahiplerinin yalnızca %0.66'sının üniversite mezunu olduğu, %3.33'nün ise okur yazar olmadığını tespit etmiştir. İşletmelerin ortalama 15.96 baş büyükbaş hayvana ve 7.88 mandaya sahip oldukları saptanmıştır. Genelde mandaları beslemede kaba yem olarak %78.67'sinin kuru yonca otu, %18.67'sinin kuru çayır otu ve %2.67'sinin saman kullandıkları belirlenmiştir

Bitlis ili mandacılığında yetiştiricilerin hem mandaların hem de malakların bakım ve beslenmesi konusunda etkili bir planlamaya sahip olmadıkları gözlenmiştir. Yetiştiricilerin çoğunluğu malaklarına ağız sütü verdiklerini ifade etmelerine rağmen bu konuda bilinçli oldukları düşünülmemektedir. Manda beslemeye ilişkin olarak da ek yemlemeye pek yönelmedikleri ve çok az kesif yem kullandıkları tespit edilmiştir. Mandalarda hem laktasyon süt verimi hem de büyüme gelişme özelliklerine ilişkin ortalamlar ekonomik bir manda yetiştiriciliği için yeterli görünmemektedir. Bitlis ili manda yetiştiriciliğinde yem temini, önemli bir girdi sorunu olarak görülmektedir. Yetiştiricilerin sahip oldukları tarım arazileri küçük parçalar halinde ve bu durum kendi yemini üretim önünde önemli bir engel olarak görülmelidir (Çiftçi, 2017).

Mera sorunları

Mevcut hayvan varlığımız dikkate alındığında meralarımızın otlatma kapasitelerinin çok üstünde bir otlatmayla karşı karşıya oldukları açıktır. Bu duruma bir de uzun geçen kış aylarından dolayı yetiştiricilerin erken otlatmaya

bağlı kayıplar da eklendiğinde etkili bir mera yönetimine ihtiyaç duyulduğu açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. (Çiftçi, 2017).

Meralarda problem olarak öne çıkan en önemli iki husus, zamansız ve aşırı otlatma yapılarak meraların üzerinde fazla baskı oluşması ve mera işgalleridir.

Muş ili meralarının en büyük problemi, kapasitesinin üzerinde ve düzensiz otlatma yapılmasıdır. Ova köylerinde karların erimesiyle beraber, hayvan otlatılmasına başlanmaktadır. Yapılan bu işlem, mera vejetasyonunda var olan bitkilerin daha uyanmadan çiğnenme ve sıkıştırma olaylarına maruz kalarak zarar görmesi, dolayısıyla veriminin düşmesi ve mevcut vejetasyondan çekilerek yerini istenmeyen besin değeri düşük olan, bitkilere ve dikenlere bırakmasına neden olmaktadır. Sonbahar geç otlatma yapılması ise vejetasyonda mevcut olan mera bitkilerinin, kışı geçirmek ve bahara tekrar gelişim gösterebilmek için bitki besin maddesi depolamasına izin vermemekte ve ağır otlatma baskısıyla zarar görmektedir.

Genetik çeşitlilik ve verim düşüklüğü

Manda yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı Asya kıtasında manda başına verim düşüktür ve ekonomik bir hayvan yetiştirme kolu niteliğine sahip değildir. Ancak Avrupa’da bazı ülkelerde manda başına verimin arttırılması noktasında yürütülen seleksiyon çalışmalarında önemli bir başarı elde edilmiştir. Ülkemizde hali hazırda yürütülen projelerle Anadolu mandasının halk elinde seleksiyonla ıslahı çalışmalarından önemli bir ilerleme kaydedilmesi planlanmaktadır (Çiftçi, 2017).

Barındırma

Çiftçi 2017 Bitlis ilinde yaptığı bir araştırmada bölgenin sert iklim koşulları göz önünde bulundurulduğunda kapalı barınak tipi doğru bir seçenek olarak görülmekle birlikte barınak içi koşullar son derece sağlıksız bir ortamın oluşmasına yol açtığını bildirmiştir.

Avcı (2015) tarafından İstanbul ve Altınbaş (2003) tarafından Bartın ilinde manda yetiştiriciliği üzerine yapılan anket çalışmalarında ahır tabanlarının tamamının beton olduğu belirtilmiştir. Ahır tabanının beton olması yapı maliyetini arttırmasına karşın kolay temizlenebilirlik ve hijyen açısından önemli olduğu bilinmektedir. Üreticilerin %90.2’sinde altlık olmayıp %9.8’inde altlık kullanılmaktadır. Özdemir ve Özdemir (2018)’de yaptıkları

çalışmada ahırlarda altlık materyali olarak hiçbir şey kullanılmadığı veya saman ve gübre gibi materyallerin kullanıldığını bildirmişlerdir. Yetiştiricilerin altlık materyali kullanmaması ile saman ve hatta gübreyi altlık olarak tercih etmesinin hem ucuz ve kolay bulunabilir olması hem de geçmişten gelen alışkanlıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Hayvan sağlığı açısından hayvansal gübreler ve organik altlık materyalleri çok sayıda mikroorganizma taşımakta ve bu mikroorganizmaların hayvan ve insanlara ulaşması sağlık açısından risk oluşturabileceği bilinmektedir.

Su kaynakları ve iklim değişikliği

Küresel ısınmanın gelecekte yaratacağı koşullar tam olarak öngörülemez de, günümüzde artan sıcaklık dalgaları, orman yangınları ve su kaynaklarının kuruması bu değişimin etkilerini göstermektedir. Bu durum, sürdürülebilir hayvancılık için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Kalın derili ve ter bezleri az olan mandalar serinlemek için suya girme gereksinimi duyduğundan, sıcaklık artışı ve su kaynaklarının azalması bu türü doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, manda yetiştiriciliğinin geleceği küresel ısınmanın etkileri dikkate alınarak planlanmalı ve uyum stratejileri geliştirilmelidir. Kuraklık ve akarsu debilerindeki düşüş hem içme suyu hem de sulama imkânlarını azaltarak yem üretim maliyetlerini yükseltmektedir. Bu durum, özellikle suya bağımlı olan mandaların süt veriminde düşüşe ve üreme performansında zayıflamaya yol açmaktadır. Ayrıca sıcaklık stresine maruz kalan hayvanlarda bağışıklık sistemi zayıflamakta ve hastalıklara duyarlılık artmaktadır (Ermetin, 2022).

Ekonomik riskler

Muş Ovası'nda manda yetiştiriciliği, bölgesel üretim potansiyeline rağmen önemli ekonomik risklerle karşı karşıyadır. Bu risklerin başında **girdi maliyetlerindeki artış, pazarlama yetersizlikleri, fiyat dalgalanmaları ve finansal destek mekanizmalarının sınırlılığı** gelmektedir. Özellikle yem maliyetlerinin yükselmesi ve kaba yem üretiminde dışa bağımlılık, işletme giderlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Çiftçi, 2017; Yıldız ve Deniz; 2021).

Manda ürünlerinin (süt, kaymak, yoğurt, et vb.) pazarlama kanallarının yetersizliği ve fiyatların istikrarsızlığı, üreticilerin gelir sürekliliğini olumsuz etkilemektedir. Nitekim bölgedeki küçük ölçekli aile işletmeleri, üretimlerini

genellikle yerel tüketim düzeyinde gerçekleştirmekte; bu durum ölçek ekonomisinden yararlanmayı güçleştirmektedir (Çoban, 2023). Ayrıca, manda ürünlerine yönelik tüketici bilincinin zayıf olması ve pazar talebinin sınırlılığı da fiyat düşüklüğü riskini artırmaktadır (Altınbaş, 2003).

Ülkemizde genel olarak düşük manda eti tüketimi, konuyla ilgili yaygın bilinçsizlikten kaynaklanmaktadır. Oysa manda eti temelde sığır etine benzemekle birlikte düşük kolesterol içeriği bakımından ek avantajlara sahiptir. Özellikle sucuk ve sosis gibi bazı et ürünlerine dönüştürülme bakımından da manda etinin üstün olduğu bildirilmektedir. Nitekim yukarıda belirtildiği üzere bölgede ülkemizin başka illerinden gelen tüccarlara canlı manda satışı temelde sucuk üretiminde kullanılmak amacıyla gerçekleştirilmektedir. Mevcut araştırmada katılımcılar ürettikleri ürünlerin fiyat düşüklüğünü önemli bir sorun olarak gördüklerini belirtmişlerdir. Dolayısıyla bir yandan yüksek yem maliyeti, diğer yandan manda ürünlerindeki fiyat düşüklüğü bu istihdam alanını anlamsız kılmaktadır. Ülkemiz hayvancılığının genellikle pazar imkânları kısıtlı olan küçük işletmeler tarafından yapıldığını unutmamak gerekir. Bitlis ilinde de manda ürünlerinin pazarlanması konusunda somut bir işleyişin ortaya konulmadığı gözlenmiştir (Çiftçi, 2017).

Diğer riskler

Manda yetiştiriciliği çoğunlukla eğitim düzeyi yeterli olmadığı görülmektedir. Bu durum hayvansal üretimin pek çok ayağı olduğu bilincinden hareket edildiğinde üretimde sürdürülebilirlik ve karlılık açısından önemli bir problem olarak görülmektedir. Yetiştiricilerin, eğitim düzeylerinin düşük olmasında dolayı, hayvancılık konusundaki yeniliklere son derece kapalı kalındığı düşünülmektedir.

Manda yetiştiriciliği işletmelerinin aile tipi olması, birim işletmedeki sürü büyüklüğünün çok küçük olması ve ürün pazarlamada ürünün hak ettiği değeri bulmasında büyük sıkıntılar yaratmaktadır (Çoban, 2023).

Sığır yetiştiriciliğine göre yıllarca popülaritesini kaybeden manda yetiştiriciliğinin geliştirilmesi için örgütlenme başta olmak üzere ilgili paydaşlar bu hayvancılık türünün geliştirilmesine yönelik planlı çalışma yapmalıdır. İlgili paydaşların mandanın et, süt, süt ürünleri ve derisine yönelik alternatif kullanım alanları oluşturulmasına destek vererek, bu türün yetiştirilmesine dönük oluşan önyargısının kırılmasını sağlayarak üreticinin kâr

etmesine destek olması önemlidir. Üreticinin manda yetiştirme tercihi önündeki sorunların ortadan kaldırılması ve üreticinin farkındalığının arttırılması önemlidir.

Çiftçi, (2017) tarafından Muş ilinde çiftçiler ile Halk Elinde Manda Islahı Projesi desteği ile silajlık mısır desteklemelerinin de karşılaştırıldığı anket çalışmasında; işletme sahiplerinin %98.94'ü proje desteğinin daha önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Bitlis ilinde manda yetiştiriciliğinin geliştirilmesi ve gün geçtikçe azalan manda popülasyonu için daha fazla destekleme yapılması gerektiği anlaşılmaktadır.

SONUÇ

Muş Ovası ve çevresi, iklim, su kaynakları ve geniş mera alanları açısından manda yetiştiriciliği için ekolojik olarak elverişli bir yapıya sahip olmasına karşın, mevcut üretim düzeyi bölgenin potansiyelini yansıtmamaktadır. Araştırmada, manda yetiştiriciliğini sınırlayan temel risk faktörleri arasında üreme ve sağlık sorunları, beslenme yetersizlikleri, mera ve barınak koşullarındaki olumsuzluklar, iklim değişikliği ve su kaynaklarına bağlı çevresel riskler, ekonomik belirsizlikler ile eğitim ve örgütlenme eksiklikleri öne çıkmaktadır.

Muş ve Bitlis illerinde manda yetiştiriciliği çoğunlukla geleneksel yöntemlerle yürütülmekte, modern bakım ve besleme ve üretim tekniklerinin uygulanması verimliliği düşürmektedir. Özellikle dişi birey oranının yüksek olması süt odaklı üretim potansiyelini arttırmakla birlikte, yem maliyetleri ve pazarlama sorunları üreticinin ekonomik sürdürülebilirliğini zorlaştırmaktadır. Ayrıca, bölgede meraların aşırı ve zamansız otlatılması, yem temininde dışa bağımlılık, barınaklarda hijyen yetersizliği ve veteriner hizmetlerinin etki kullanılamaması gibi yapısal sorunlar üretim kalitesini olumsuz etkilemektedir.

İklim değişikliği ve su kaynaklarının azalması, özellikle suya bağımlı bir tür olan Anadolu mandası için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Artan sıcaklık ve kuraklık hem yem üretimini hem de mandaların fizyolojik refahını doğrudan etkilemektedir. Bu durum, bölgesel ölçekte iklim uyumlu hayvancılık stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Bölgede manda yetiştiriciliğini etkileyen faktörler ve çözüm önerileri sıralanmıştır:

- İslah ve Genetik Çeşitliliğin Korunması: Halk Elinde Anadolu Mandası İslahı Projesi'nin kapsamı genişletilmeli; bölgeye özgü genetik özelliklerin korunması ve süt veriminin artırılmasına yönelik seleksiyon çalışmaları sürdürülebilir biçimde desteklenmelidir.
- Yem Üretimi ve Mera Yönetimi: Mera ıslahı, otlatma takvimi ve mera denetimi etkinleştirilmeli; kaba yem üretimi için çiftçilere yem bitkileri (yonca, silajlık mısır vb.) desteği sağlanmalıdır. Aşırı otlatmanın önüne geçilerek mera dayanıklılığı artırılmalıdır.
- Barınak ve Hijyen Şartlarının İyileştirilmesi: Barınaklarda uygun altlık materyali kullanımı, havalandırma ve temizlik standartları artırılmalı; kış aylarında kapalı sistemlerde hayvan refahı gözetilmelidir. Bu konuda yayım faaliyetleri ve örnek model ahırlar teşvik edilmelidir.
- Veteriner ve Sağlık Hizmetleri: Paraziter ve bulaşıcı hastalıklara yönelik düzenli aşılama programları yürütülmeli; köy düzeyinde mobil veteriner hizmetleri yaygınlaştırılmalıdır. Üreme performansının artırılması amacıyla yapay tohumlama teknikleri bölgeye adapte edilmelidir.
- Eğitim ve Örgütlenme: Yetiştiricilerin eğitim düzeyini yükseltmek amacıyla tarımsal yayım, kooperatifçilik ve finansal okuryazarlık programları düzenlenmelidir. Üretici birliklerinin etkinliği artırılarak pazarlama gücü güçlendirilmelidir.
- Ekonomik Destek ve Pazarlama: Manda sütü, kaymağı ve eti gibi ürünler için markalaşma ve coğrafi işaretleme çalışmaları yapılmalı; yerel üreticiler için kooperatif temelli satış ve işleme tesisleri kurulmalıdır. Ayrıca yem desteği, düşük faizli kredi ve sigorta sistemleriyle üretici desteklenmelidir.
- İklim ve Su Yönetimi: Kuraklıkla mücadele kapsamında su toplama, sulama kanalları ve gölet yatırımları artırılmalı; iklim değişikliğine dayanıklı yem türleri teşvik edilmelidir. Mandaların serinleme ihtiyacını karşılayacak yapay gölet veya sulama alanları oluşturulmalıdır.

Sonuç olarak, Muş Ovası ve çevresinde manda yetiştiriciliğinin geliştirilmesi, yalnızca ekonomik bir faaliyet olarak değil; aynı zamanda

bölgesel kalkınma, genetik kaynakların korunması ve kırsal istihdamın sürdürülebilirliği açısından stratejik bir öneme sahiptir. Bu nedenle, kamu kurumları, yerel yönetimler ve üretici örgütlerinin eşgüdüm içinde, bilimsel verilere dayalı, iklim uyumlu ve sürdürülebilir bir manda yetiştiriciliği politikası benimsemeleri gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Altınbaş, C. M. (2003). Bartın ili manda yetiştiriciliği [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Ankara.
- Anonim. (2007). Mandalarda bakım ve besleme. http://www.tarim.gov.tr/hizmetler/e-kitap/sigircilik/mandalarda_bakim.htm (29.01.2008)
- Anonim. (2025). DOG038 – Muş Ovası Önemli Doğa Alanları Kitabı. Doğa Derneği. <https://dogadernegi.org/mus-ovasi/> (19.10.2025)
- Ardos, M. (1995). Türkiye ovalarının jeomorfolojisi. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Atalay, İ. (1983). Muş Ovası ve çevresinin jeomorfolojisi ve toprak coğrafyası. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayını.
- Atasever, S., & Erdem, H. (2008). Manda yetiştiriciliği ve Türkiye’deki geleceği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23(1), 59–64.
- Arslan, Ö. (2018). Muş İlinde Öne Çıkan Sektörlerin Sürdürülebilir Gelişimi İçin Bir Ekosistem Oluşturulması. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonomi Ve Yönetim Araştırmaları Dergisi; Cilt 7, Sayı 1, (2018)
- Avcı, H. (2015). İstanbul ili Avrupa yakasındaki manda işletmelerinin yapısal ve mekânsal özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma [Yüksek lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Tekirdağ.
- Baytar, İ. (2022). Muş ilinde manda yetiştiriciliği ve mekânsal dağılışı. Van İnsani ve Sosyal Bilimler Dergisi, 4(1), 121–138.
- Baytar, İ., & Doğan, M. (2021). Muş ilinde tarım ve hayvancılık faaliyetleri. Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi, 4(2), 302–320.
- Boz, İ. (2013). Tarımsal işletmelerde risk yönetimi: Çiftçi algıları ve stratejiler. Tarım Ekonomisi Dergisi, 19(1), 45–57.
- Çiftçi, S. (2017). Bitlis ili Anadolu mandası işletmelerinin yapısal özellikleri üzerine bir araştırma [Yüksek lisans tezi, Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Çiftçi, S., & Yılmaz, A. (2020). Bitlis ili Anadolu mandası yetiştiricilerinin manda besleme ve ürünlerinden faydalanma ve pazarlama alışkanlıkları. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 23(1), 271–280. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.593757>

- Çoban, Ö. B. (2023). Bitlis ilinde yetiştirilen Anadolu mandalarında bazı verim özelliklerine ait fenotipik ve genetik parametreler [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- DAKA. (2018). Manda ve su. Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı. <https://www.daka.org.tr/panel/files/files/yayinlar/manda-katalog-bitlis.pdf>
- DAKA. (2023). Muş Ovası tarım stratejik eylem planı (ISBN: 978-605-7887-21-4). T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı.
- DAKA. (2024a). Muş ili sosyoekonomik analiz raporu. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı.
- DAKA. (2024b). Bitlis ili sosyoekonomik analiz raporu. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı.
- Dölek, İ. (2013). Muş'ta Yaşanan Sel ve Taşkınlara Neden Olan Doğal Faktörlerin Analizi. Marmara Coğrafya Dergisi, 28, 408-422.
- Elmastaş, N., ve Bozkoyun, M. (2021). Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama ile Bitlis ilinin arazi örtüsünün belirlenmesi, kullanımı ve planlamasına yönelik öneriler. İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Erinç, S. (1953). Doğu Anadolu coğrafyası. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü.
- Ermetin, O., (2022). Küresel ısınma ve manda yetiştiriciliğine etkileri. Hayvansal üretim ve iklim değişikliği (s.147-162), İksad Yayınevi.
- Erinç, S. (1996). Klimatoloji ve metodları. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Gökgöz, H. (2018). Hayvancılık sektöründe risk algısı ve davranışları: Afyonkarahisar örneği [Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- Güneş, H., Sunkar, M., ve Toprak, A., (2013). Muş Şehrini Etkileyen Çar ve Muş Derelerinin Bazı Jeomorfometrik İndislere Göre Analizleri. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 11-13 Kasım, Ankara
- Hazneci, E., & Ceyhan, V. (2011). Amasya ili Merzifon ilçesinde süt sığırcılığı yapan tarım işletmelerinde risk analizi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2), 109–114.

- Hardaker, J. B., Lien, G., Anderson, J. R., & Huirne, R. B. M. (2015). *Coping with risk in agriculture: Applied decision analysis* (3rd ed.). CABI Publishing.
- İzgi, A. N., Asker, R., Karabulut, A., Sabaz, S., & Kozandağı, M. (1989). Yerli ırk mandaların melezleme ile ıslah olanakları üzerinde bir araştırma (Yayın No. 20). Afyon: Mandacılık Araştırma Enstitüsü.
- İzbrak, R. (1951). Muş Ovası'nda morfolojik müşahedeler. *Türk Coğrafya Kurumu Dergisi*, 1–15.
- Janowicz-Lomott, M., & Łyskawa, K. (2014). The new instruments of risk management in agriculture in the European Union. *Procedia Economics and Finance*, 9, 321–330.
- Kaptan, M. (2019). Zonguldak ili Çaycuma ilçesi manda yetiştiriciliğinin mevcut durumunun belirlenmesi [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootehni ABD].
- Karadoğan, S. (2006). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde tarımsal üretimin niteliği, değişimi ve dağılışının CBS ortamında analizi. 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri (13–16 Eylül 2006). İstanbul: Fatih Üniversitesi.
- Küçükkebabçı, M., & Aslan, S. (2002). Evcil dişi mandaların üreme özellikleri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 42(2), 55–63.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü [MTA]. (2022). Jeolojik haritalar: Muş ili ve çevresi. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeoloji-haritalari>
- Meuwissen, M. P. M., Hardaker, J. B., Huirne, R. B. M., & Dijkhuizen, A. A. (2001). Sharing risks in agriculture: Principles and empirical results. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, 49(4), 343–356.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü [MGM]. (2023). İllerimize ait genel istatistik verileri. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>
- Özbilgin, İ. G. (2012). Risk ve risk çeşitleri. *Bilişim Dergisi*, 7, 86–93.
- Özdemir, G., & Özdemir, A. (2016). Bingöl ili manda yetiştiriciliğinin sorun ve çözüm önerilerinin yetiştirici gözüyle değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 157–164.

- Özdemir, M., Şahin, O., & Çınar, M. U. (2024). Comparative time series analysis of Anatolian water buffalo stock in Türkiye. *Buffalo Bulletin*, 43(3), 423–430. <https://doi.org/10.56825/bufbu.2024.4335852>
- Özger, Ö. (2018). Iğdır ilinde manda yetiştiriciliği faaliyetinin ekonomik analizi [Yüksek lisans tezi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Sarıözkan, S. (2011). Türkiye’de manda yetiştiriciliğinin önemi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(1), 163–166.
- Satılmış, A. S. (2022). Amasya ili manda yetiştiriciliğinin durumu, sorunları ve çözüm önerileri [Yüksek lisans tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi].
- Şahin, M., & Küçükkebabçı, M. (1999). Dünyada ve Türkiye’de mandacılık. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Kocatepe Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, (1).
- Sönmez, M. E. (2005). Muş Ovası ve çevresinin arazi kullanımı [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- Sönmez, M. E. (2014). Muş Ovası’nın tarımsal potansiyeli ve arazi kullanımı arasındaki ilişkiler. Makalelerle Muş Kitabı. Muş: Muş Alparslan Üniversitesi.
- Soysal, İ., Kök, S., & Gürcan, E. K. (2005). Mandalarda alyuvar potasyum polimorfizmi üzerine bir araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2), 189–193.
- Soysal, M. İ. (2006). Manda ve ürünleri üretimi (Ders notları, ISBN: 978-9944-5405-3-7). Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü.
- Tekerli, M., Küçükkebabçı, M., Akalın, N. H., & Koçak, S. (2001). Effects of environmental factors on some milk production traits, persistency and calving interval of Anatolian buffaloes. *Livestock Production Science*, 68, 275–281.
- Topraksu. (2002). Muş ili arazi varlığı. Ankara: T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı.
- TÜİK. (2007). Türkiye İstatistik Kurumu . <http://www.tuik.gov.tr> (19.07.2008)
- TÜİK. (2025). Hayvansal üretim istatistikleri – Büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları, 2024. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-2024-53935> (16.07.2025)
- Uçar, H. (2021). Muş ili Hasköy ilçesi damızlık manda yetiştiricileri birliğinin üyesi olan ve olmayan işletmelerin bazı yapısal özelliklerinin

- belirlenmesi [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Uslu, N. T. (1970). Afyon bölgesi mandalarının çeşitli özellikleri ile rasyonel ve köy şartlarında süt verimleri üzerinde mukayeseli araştırmalar [Doktora tezi, Afyon Yem Bitkileri Üretme ve Zootehni Deneme İstasyonu]. Bornova: Birlik Matbaası.
- Yaşar, M., Koca, Y. K., ve Turgut, Y. Ş. (2020). CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) Teknikleri Kullanılarak Muş İlinin Bazı Toprak Özelliklerinin Genel Değerlendirmesi. Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8(UMS'20), 81-90.
- Yaşar, M. (2021). Muş İlinin Tarımsal Ekosistemine Makro Bakış. Entegre Tarım Sistemleri ve Çiftçiliğin Geleceği kitabı. Bölüm 8. Sayfalar: 143-177. ISBN: 978-625-8405-49-1. Erişim linki: <https://iksadyayinevi.com/wp-content/uploads/2021/11/ENTEGRE-TARIM-SISTEMLERI-VE-CIFTCILIGIN-GELECEGI.pdf> İksad Yayınevi. Ankara/Türkiye 2021.
- Yaşar, M., Kurt, Ö., Kurt, A.N., ve Aybar Yalınkılıç, N. (2021). Muş İlinin Tarımsal Potansiyeli. ISPEC 7th INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURE, ANIMAL SCIENCES AND RURAL DEVELOPMENT. Mus/Türkiye, December 24-25, 2021.
- Yaşar, M. (2022). Muş'ta Şeker Pancarı (*Beta Vulgaris* L.) Üretiminin Mevcut Durumu ve Üretimi Artırmanın Yolları Stratejik Sektör:TARIM Kitabı. Bölüm 2. Sayfa: 41-86. ISBN: 978-625-8405-49-1 Erişim Linki: <https://iksadyayinevi.com/wp-content/uploads/2022/03/Stratejik-Sektor-TARIM.pdf> İksad Yayınevi. Ankara/Türkiye 2022.
- Yavuz, F.,ve Zulauf, C. R. (2019). Risk management in Turkish livestock production. Agricultural Economics Research Review, 32(2), 159–172.
- Yavuz, F., Koç, B., ve Yılmaz, H. (2018). Türkiye hayvancılığında ekonomik risk faktörleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(2), 145–153.
- Yıldız, S., ve Deniz, S. (2021). Muş ili damızlık sığır/manda yetiştiricileri birliklerine üye işletmelerin yem temini ve hayvan besleme alışkanlıkları. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(4), 3280–3291.

Yılmaz, İ., Yurt, B., ve Şahin, O. (2024). Milk production and evaluation in farms raising Anatolian water buffalo (*Bubalus bubalis*): A case study of Iğdır Province. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 74(4), 6615–6624. <https://doi.org/10.12681/jhvms.31819>

BÖLÜM 2
ŞEKER PANCARI POSASI, BAŞ VE YAPRAKLARININ
HAYVANSAL ÜRETİMDE KATMA DEĞERLİ
KULLANILMASI

Şeyma ÇİLO¹

İsa YILMAZ²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17609905>

¹ Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye, Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-0743-6299>, s.cilo@alparslan.edu.tr

² Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye, Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6796-577X>, isa.yilmaz@alparslan.edu.tr

GİRİŞ

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.), şekerin hammaddesi olarak üretimi yapılan Chenopodiaceae (Kazayağıgiller, Ispanakgiller) familyasına mensup olan bir endüstri bitkisidir (Büyükdemir ve Kara, 2020). Şeker pancarı (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*), dünyada şeker kamışından sonra en çok üretilen ikinci şeker bitkisidir (Kandil ve ark., 2020; Yaşar ve Şahin, 2023). Şeker pancarı, kırsal nüfusun sosyo-ekonomik kalkınmasında önemli rol oynayan bir sanayi bitkisidir. Tarımsal rotasyon sisteminde yer alan bir çapa bitkisi olması, sulama, mekanizasyon, taşımacılık, bitki koruma ve gübreleme gibi sektörlerin gelişimine katkıda bulunur (Yağmur ve Yaşar, 2023). Şeker pancarı beyaz renk, konik, kazık kök ve düz bir taca sahiptir (Şekil 1.). Bitki, kök ve yaprak rozetinden teşekkül eder. Şeker pancarında bitki taze ağırlığının %12-20'ini şeker (sakkaroz) oluşturur. Sakkarozun çoğu, kazık kökteki kofullarda birikir. Sakkaroz, suda çözünen ve çözünmeyen katı maddeler şeker pancarının önemli kalite özellikleridir (Jung ve ark., 2015; Pan ve ark., 2016; Yaşar, 2022). Pancarın kökü %75 su, yaklaşık %20 şeker ve %5 posa içermektedir (Habeeb ve ark., 2017). Şeker pancarı Türkiye'nin de içinde yer aldığı kuzey yarım kürede 30° güney, 60° kuzey enlemleri arasında çeşitli iklim kuşakları ve bölgelerde yetiştirilmektedir (Akça ve Işık, 2016). Türkiye'de deniz kıyısı olan bölgeler ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi dışında kalan tüm bölgelerde şekerpancarı yetiştirilmektedir (Yaşar ve Kendal, 2022). Şeker pancarı, farklı toprak tiplerinde yetişmekle birlikte yeterli sulama imkânı olan yağmurlu alanlarda 6.0-8.0 pH değerine sahip kumlu tınlı topraklarda daha verimli olmaktadır. İki yıllık bitkilerden biri olan şeker pancarı dünyanın ılıman ve soğuk bölgelerinde yazlık, sıcak bölgelerde ise kışlık bitki olarak ekilmektedir. Genellikle iyi bir büyüme ılıman iklime sahip bölgelerde sağlanırken, yüksek sakkaroz oranı daha ziyade soğuk iklimlerde elde edilmektedir. Pancarın normal büyümesi için ekimden hasada kadar 180-190 gün gerekmektedir (Evans ve Messerschmidt, 2017; Massod ve Ahmad, 2021; Yaşar, 2022).

Şeker pancarı, sadece gıda endüstrisinin taleplerini karşılamaz, çevresel sürdürülebilirlik ve tarım politikaları bakımından da belirleyici bir tarım kaynağıdır (Yücel, 2023). Her yıl şeker üretimi amacıyla yaklaşık 4 milyon dekar alana şeker pancarı ekimi yapılmakta ve yan ürünlerden 8.3 milyon ton şeker pancarı baş ve yaprağı elde edilmektedir (Can ve ark., 2003). Türkiye,

yıllık yaklaşık 2,3 milyon tonluk üretimiyle dünyada dördüncü sırada yer alırken, Avrupa Birliği (AB) ise üçüncü sırada yer alıyor (Yaşar ve Ekinci, 2021). Hasat zamanında elde edilen baş ve yaprakların bir miktarı yetiştiriciler tarafından taze kaba yem kaynağı olarak kullanılırken, büyük bir bölümü tarlada bırakılarak organik gübre olması için toprak ile karıştırılmaktadır (Can ve ark., 2003). FAO verilerine göre 2023 yılında dünyada 281 milyon 194 bin ton şeker pancarı üretilmiştir (FAO, 2023). 2024 yılı istatistik verilerine göre, dünyada en çok şeker üretimi başta Brezilya (38 milyon ton) olmak üzere, Hindistan (35 milyon ton) ve Çin (11 milyon ton) ilk üç sırayı paylaşmaktadır (Anonim, 2025a). TÜİK verilerine göre Türkiye’de 2024 yılında 23 milyon ton şeker pancarı üretilmiştir (TÜİK, 2024).



Şekil 1. Şeker Pancarı (Anonim, 2025b)

Şeker Pancarının Türkiye Ekonomisi Açısından Yeri ve Önemi

İklim ve toprak yapısı tarımsal faaliyetleri belirleyen en önemli faktörlerdir. Türkiye sahip olduğu iklim ve toprak yapıları itibarıyla şeker pancarı yetiştiriciliği açısından elverişli bir ülkedir (Arpacı, 2010; Kaya, 2021). Şeker pancarının endüstriyel bir bitki olması, ülkemiz dahil pek çok ülkenin tarım politikası içerisinde öncelikli bir yer edinmesini sağlamıştır. Şeker pancarının işlenmesi sonucu elde edilen yan ürünlerin çoğunluğu stratejik bir niteliğe sahiptir (Eştürk, 2018). Melas, etanol ve posa bunlar içerisinde öne çıkan ürünlerdir. İspirto, içki sanayisinin önemli bir hammaddesi olarak değerlendirilirken posa ve melas hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Eştürk, 2018). Bununla birlikte 1 dekar şeker pancarı bitkisinin üretmiş olduğu oksijen

miktarı aynı yüzölçümüne sahip orman bölgesinin üretmiş olduğu oksijenden 3 kat daha fazladır (Erdoğan, 2017).

Şeker pancarının işlenmesi sonucunda elde edilen melas, etil alkol üretimi için kullanılırken aynı zamanda maya sanayisinin de ana hammaddesidir. Üstelik şeker pancarı üretimi tarım ekipmanları sanayi ve endüstrinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Münavebeli ekimde şeker pancarından sonra ekimi yapılan hububatın dekar başına veriminde %17'lik bir artış meydana gelmektedir. Çiftlik hayvanlarının beslenmesinde pancar posası önemli bir yem kaynağıdır (Erdoğan, 2017). Ayrıca çiftlik koşullarında uygun alt yapının oluşturulması halinde melastan yenilebilir enerji kaynağı olan biyoetanol de üretilmektedir (Erdoğan, 2017).

Hayvansal Üretimde Kaba Yem Kaynağı Olarak Şeker Pancarının Yeri ve Önemi

TÜİK'in 2024 yılı verilerine göre Türkiye'de 16 milyon 986 bin baş sığır ve manda, 54 milyon 902 bin baş koyun ve keçi varlığı bulunmakla birlikte 66.45 milyon ton yem bitkileri üretimi yapılmaktadır (TÜİK, 2025; Özkan ve ark., 2025). Yine 2024 yılı istatistikleri itibarıyla 55.59 milyon ton kuru yem ve 17.34 milyon ton kaba yem açığı olduğu saptanmıştır. Türkiye topraklarının yalnızca %31'i hayvansal üretim için gerekli olan minimum kaba yem ihtiyacını karşılayabilecek potansiyele sahiptir (Özkan ve ark., 2025). Bu yüzden hayvan yetiştiricileri ve yem üreticileri alternatif yem kaynaklarını araştırmaktadırlar. Ekonomik olarak hayvan yetiştiriciliğinde kullanılan yem kaynaklarının kalitesi ve miktarının yükseltilmesiyle birlikte daha ucuz alternatif olabileceklerin kullanılması ve atık kaynaklı çevre kirliliğinin önüne geçilmesi açısından kıymetlidir (Çilo ve Kaya, 2025).

Hayvanların kaliteli kaba yemle karşılanamayan besin maddesi ihtiyaçları, bazı bitkilerin sap ve saman gibi düşük besin değerine sahip kaba yemlerle giderilmeye çalışılmaktadır (Gemalmaz ve Bilal, 2016). Geviş getiren hayvanların sindirim sisteminin fizyolojisinde kaba yemler önemli rol oynamaktadır. Mevcut zamanda şeker pancarı hasadının ardından makinelerle parçalanmış hasat atıklarının (pancar baş ve yaprakları) gübre olarak tarlaya geri dağıtılması oldukça yaygındır. Hayvancılıkta şeker pancarı hasat artıklarının hayvan yemi olarak kullanımının ekonomik faydası, gübre olarak kullanılmasına kıyasla 5-6 kat daha fazladır (Karabıyık ve ark., 2018). Ayrıca

şeker rumende nişastayla kıyaslandığında farklı metabolit modeller meydana getirir. Şekerin en belirgin etkilerinden birisi, daha düşük sayıda protozoa içeren bir rumen mikrobiyal ortamı meydana getirmesidir. Protozoa, çiftlik hayvanlarının çeşitli yem bileşenlerini sindirmek için ihtiyaç duyduğu faydalı bakterileri avlayan rumen mikroorganizmalarıdır. Bu faydalı bakteriler, bakteriyel üreme için bitki proteinlerini kullanırlar. Netice de bu bakteriler %50 protein içerir ve ruminantlar için önemli bir protein kaynağı (bakteriyel protein) olarak hizmet eder (McGregor, 2021). Muhtemeldir ki protozoa üzerindeki bu etkiden dolayı, rasyonda şeker içeriğinin artması, daha yüksek rumen mikrobiyal protein üretimi ve rasyonun sağladığı proteinin daha fazla kullanımıyla ilişkilendirilmektedir. Şeker pancarı; protein kullanımını yükseltmek, süt yağı oranlarını artırmak ve lif sindirimini geliştirmek gibi avantajlar sağlayabilmektedir. Şeker pancarı yan ürünleri düşük kalitedeki yemler ile beslenen veya düşük kaliteli meralarda otlatılan hayvanlara yedirildiğinde faydalı olmaktadır. Özellikle otlama sezonun kış mevsimine kadar uzaması ya da yaz aylarında sıcaklıklar arttığında sığırların performanslarını korumalarına ve saman gibi düşük kaliteli kaba yemlerden daha fazla besin elde etmelerine yardımcı olmaktadır (McGregor, 2021).

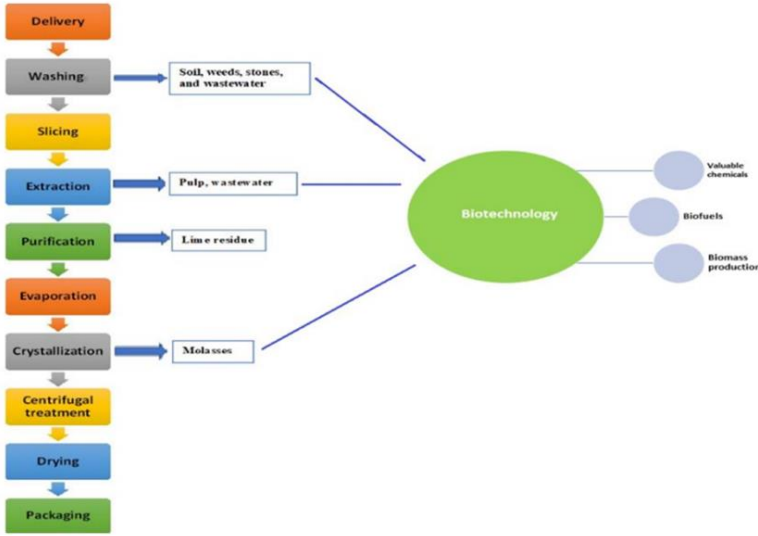
Şeker pancarının hayvan beslenmesinde diğer faydalarından birisi de sindirilebilir enerji içeriğinin yüksek olması sebebiyle rasyonda dengeleyici olarak kullanılabilir, piyasada bulunan en ekonomik yem maddelerinden birisi olmasıdır. Bununla birlikte süt yağı oranının kontrolü ve peynir üretimi açısından da şeker pancarı posası ideal bir yem hammaddesi olarak değerlendirilmektedir (Massod ve Ahmad, 2021).

Şeker pancarı posası potansiyel olarak parçalanabilir NDF (nötr deterjan lif) ve HP (ham protein) bakımından zengin, sindirilebilirlik yönünden de üstün olması nedeniyle şeker pancarı posasının mısır yeminin yerine ikame yem olarak kullanılabilmesi bildirilmiştir (Yadav ve ark., 2020). Ancak şeker pancarı konsantrasyonları bir rasyonun toplam kuru maddesinin %30'unu geçtiğinde hayvanın iştahında gerilemeye bağlı olarak kuru madde tüketiminde düşüş gözlemlenebilmektedir. Ayrıca, enerji kaynağı olarak rasyona yüksek oranda şeker pancarı ilave edilmesi rumen asidozu gibi zararlı metabolik durumların oluşma riskini de artırmaktadır (McGregor, 2021).

Şeker Pancarının İşlenmesi ve Ortaya Çıkan Değerli Yan Ürünler

Şeker pancarı bitkisi kökünden, şekerin ekstraksiyonunu etkileyen yabancı maddeleri temizlemek için döner ünitelerden geçirilerek yıkanır ve dilimleyicilere aktararak ince dilimler halinde dilimlenir. Ardından ince dilimler, difüzör adı verilen tanklar içerisinde 55-75 °C sıcaklığında olan sıcak su ile karıştırılıp ham su akışı ve kalıntısı ıslak posası akışı üretilir. Daha sonra ham su ortalama %67 şeker içeriğine ulaşmak için aşamalı olarak arıtılır ve konsantre edilir. Ardından yoğun meyve suyu vakum altında kristalleştirilir. Sürecin farklı bir bölümünde elde edilen şeker pancarı posası, sakkaroz ekstraksiyonundan kalan bitki materyalidir. Şeker üretim aşamasında yüksek miktarlarda şeker pancarı posası büyük yığınlar halinde depolanmaktadır. Elde edilen ürünün bozulmasını önlemek için posa kurutma işlemine tabi tutulmalıdır (Jiménez-Islas ve ark., 2022).

Şeker pancarının işlenmesinin ardından selüloz, hemiselüloz ve pektin bakımından değerli bir yan ürün olan şeker pancarı posası meydana gelir. Ek olarak kireç kalıntısı ve melas gibi başka yan ürünlerde çok miktarlarda meydana gelir. Şeker pancarı posası, genellikle ruminantlar için optimum rumen sağlığını desteklemek ve süt üretimini artırmak için yüksek enerjili, düşük proteinli bir takviye olarak kullanılmaktadır (Kzyz ve Mazhitova, 2023).



Şekil 2. Şeker sanayi atıklarının katma değerli ürünlere biyolojik olarak dönüşümü (Kyzy ve Mazhitova, 2023).

Melas, yaklaşık %50 sakkaroz ve %80 kuru maddenin yanı sıra vitaminler, mineraller ve organik bileşikler içeren koyu bir çözeltilidir. Yüksek şeker içeriği ile değerli besin maddelerinden dolayı silo yemlerinin fermantasyon süreçleri için popüler bir hammaddedir (Kyzy ve Mazhitova, 2023).

Kireç kalıntısı, meyve suyu arıtma ve ardından presleme işlemlerinin sonunda kalan kalsiyum karbonat çökeltisidir. Kuru madde içeriği ortalama %70'dir. Kuru maddesinde yaklaşık %80 CaCO_3 , %10 inorganik ve çözünmeyen organik bileşikler, çinko, molibden ve selenyum gibi eser elementler içermektedir (Kyzy ve Mazhitova, 2023). Şeker pancarı atığı olan kireç kalıntısının çimento esaslı bir malzeme olarak kullanılma olasılığını araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada %5 kalıntının ilavesi optimum içerik olup, dolgu etkisiyle basınç dayanım ve mikroyapının iyileştirildiğini, daha yüksek kalıntı miktarı, basınç dayanımını azaltılması, çimentonun seyreltilmesi ve daha yüksek miktarda ince parçacık nedeniyle paketlenme yoğunluğunun azalması ile birlikte toplam gözenekliliğini ve su emilimini yükselttiğini bildirmişlerdir (Gharieb ve Rashad, 2020).

Şeker Pancarı Posası ve Besin Madde İçeriği

Şeker pancarı posası, diğer kaba yem kaynaklarından farklı olarak kolay sindirilebilen selüloz ve enerji oranları bakımından daha zengindir (Levendoglu ve Karşlı, 2010). Pancar posası, bir yan ürün olmasına rağmen şeker ve diğer yapısal olmayan karbonhidratlar içeriği düşük, enerji ve lif içeriği yüksektir. Ayrıca %0,8 oranında kalsiyum ve %0,5 oranında fosfor içermektedir (Habeeb ve ark., 2017). Şeker pancarı posasına kimyasal yönden bakıldığında protopektinden oluşan pancar hücre zarının makromoleküler bir kompleksidir ve işlenmiş pancarın %5'ini meydana getirir. Sindirim sistemindeki pektolitik enzimlerin etkisi altındaki protopektin hem bazik hem de asidik ortamlarda hidrolize olur ve suda çözünen pektinik asit ile düşük molekül ağırlıklı polipektinlere dönüşür. Bunlar yüksek hızda ve kolayca emilir (Nagy ve ark., 2019).

Şeker pancarı posası hayvan sağlığı için gerekli olan protein, vitamin ve mineraller açısından zengin olup geviş getiren hayvanların yem rasyonunda yer alması durumunda süt üretiminin ve süt yağı oranının artması, sindirim sırasında meydana gelen CO₂ ve CH₄ içeriklerinin azalması, hayvanların verim ve metabolik sağlığının iyileşmesi gibi olumlu sonuçlar meydana getirmektedir (Ghiraşan ve ark., 2020).

Yem bazlı buğday kepeği ve şeker pancarı posasının, laktasyon ortasındaki süt ineklerinde performansı azaltmadan yaygın olan tahılların yerini alabileceği bildirilmiştir (Ertl ve ark., 2016). Ayrıca şeker pancarı Betain'in ana kaynağıdır. Pancarın kökleri, özellikle pancar posası ve melas Betain bakımından zengindir. Hayvanlarda önemli bir ozmatik düzenleyici rolünde olan Betain, hidrofilik küçük molekülü bir bileşik olup, hücrelerin su dengesini düzenleyebilmektedir. Hücreleri yüksek sıcaklık, yüksek tuz ve hipoksi gibi çevresel kaynaklı baskılardan de koruyabilmektedir. Sentetik yem katkı maddeleri ile karşılaştırıldığında Betain'in toksik olmayıp, stabil olması ile ekonomik bir yem katkı maddesidir (Anonim, 2025c). Literatürde elde edilen şeker pancarı posasına ait bazı besin madde içerikleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Tablo 1.).

Tablo 1. Şeker pancarı posasının besin madde içeriği (%)

Pancar içeriği	KM(%)	HP	HY	HK	NDF	ADF	HS	Yapılan çalışmalar
Kurutulmuş şeker pancarı posası	100	8.9	0.9	7.1	47	23.7	-	Feedtables, (2017)
Kuru şeker pancarı posası	90.5	8.5	0.8	7.3	36.6	22.2	-	Zhang ve ark., (2018)
Kuru şeker pancarı posası	88.07	9.87	0.6	4.65	-	-	24.67	Mohsen ve ark., (2021)
Taze şeker pancarı posası	12.68	8.35	-	3.88	46.88	22.31	-	Bağuç ve Aksu (2021)
Şeker pancarı posası	23.00	14.08	0.90	11.9	51.1	23.0	-	Wang ve ark., (2022)
Yaş şeker pancarı posası	10.00	1.90	0.10	0.30	-	-	2.54	Deniz ve ark., (2002)
Şeker pancarı baş ve yaprakları (taze)	26.68	5.14	0.43	7.00	8.85	5.26	8.41	Karabıyık, (2016)
Doğal haldeki şeker pancarı yaprağı	13-17	2.8	0.4	4.0	-	-	1.9	Ak ve Uzatici, (2001)

KM: Kuru Madde, HP: Ham Protein, HY:Ham Yağ, HK: Ham Kül, NDF: Nötr Deterjan Lif, ADF: Asit Deterjan Lif, HS: Ham Selüloz

Tablo 2. Bazı hayvan türlerinde günlük rasyona şeker pancarı posasının dahil etme miktarları (Anonim, 2025d)

Türler	Önerilen beslenme miktarları
Buzağılar ve düveler	0.9-2.26 kg
Emziren inekler	3.6-5.44 kg
Kuru inekler	1.8-3.6 kg
Besi bitirme sığırları	4.53-9.07 kg (bu miktar, toplam kuru madde tüketiminin %40'ına kadar çıkabilir.)
Büyüyen sığırlar, stokçular	1.36-3.6 kg
İnekler	2.26-4.53 kg
kuzular	0.34 kg' ye kadar
Koyun ve koçlar	Hayvan başına 0.22- 0.68 kg

Sığır Besiciliğinde Şeker Pancarı Ürünlerinin Değerlendirilmesi

Endüstriyel işleme sırasında şeker pancarı preslenerek iki temel bileşene ayrılmaktadır. Birincisi şeker olacak meyve suyu, ikincisi ise yapısal glüsitlerden meydana gelen ve parietal bileşenlerin büyük bir kısmını (hemiselüloz, selüloz ve lignin) içeren heterojen yapılar olan preslenmiş posadır (Lamiae ve ark., 2018). Bunlar birlikte, NDF şeklinde ölçülen “bitkisel duvarlar” adını alan fraksiyonu oluştururlar. Lif bakımından zengin bitkisel maddeler, özellikle sindirim sistemi üzerinden faydalı etkileri ve enerji katkılarından dolayı sığırların yem rasyonlarına sık sık dahil edilir (Lamiae ve ark., 2018). Üstelik lif miktarı rumende laktat üretmeden fermente olan pektin (%30) formundadır (Massod ve Ahmad 2021). Şeker ve lif kolayca kullanılabilir enerji sağlarken, posalı yem sindirim işlemini destekler. Yüksek konsantreli bitirme rasyonlarına pancar posası ilave edilmesi kilo alımını kolaylaştırmasıyla beraber rumen sağlığını korumaya yardımcı olur. Kilo alımı, tek başına tahıla kıyasla %10-20 oranında artırılabilir (Anonim, 2025d). Beside yaş şeker pancarı posası silajı ağırlıklı rasyonla beslenen hayvanların geleneksel rasyonla (kontrol grubu) beslenen hayvanlara göre canlı ağırlık artışı ile besin maliyeti bakımından karşılaştırıldığı bir çalışmada (Çokgüler ve ark., 2013), %90 yaş şeker pancarı posası, %4 buğday kırığı ve %6 buğday samanı

ile muamele edilerek silolanmıştır. Yaş şeker pancarı posası silajının besin madde içeriklerini, %22.82 KM (yaş örnekte), %97.91 KM(kuru örnekte), %5.35 HK, %9.41 HP, %0.81 HY, %66.10 NDF ve %38.47 ADF olarak elde etmişlerdir. Hayvanların canlı ağırlık artışı deneme başı, 30, 60 ve 120. günleri için kontrol ve deneme grubunda bulunan hayvanlardan elde edilen toplam karkas ağırlığı, toplam canlı ağırlık artışı ve toplam kazanç istatistiksel olarak benzer olduğunu fakat deneme grubunun randıman değeri (%50.85), kontrol grubunun randıman değerinden (%48.69) daha yüksek bulduklarını, deneme grubundaki hayvanların yemlendiği rasyonun maliyeti, kontrol grubuna göre daha düşük olduğunu, deneme grup rasyonu ile yemlenen hayvanların daha kârlı (%95) bir besi performansı gösterdiğini bildirmişlerdir. Diğer yandan hayvanlara ait kalsiyum, fosfor, total protein, üre ve kalsiyum glikoz seviyeleri ile rumen sıvısı amonyak seviyelerini incelemişler ve denemenin 60. ve 120. günlerinde yemleme öncesi ve yemlemeden 3 saat sonra alınan rumen sıvısı numunelerinin deneme grubunda NH₃-N seviyesinde düşme gözlemledikleri ve geri kalan parametrelerde ise kontrol ve deneme gruplarında genel olarak benzer bulduklarını bildirmişlerdir.

Süt Sığırcılığında Şeker Pancarı Ürünlerinin Değerlendirilmesi

Şeker pancarı, geniş getiren hayvanlar için uygun olup ideal rumen şartlarının oluşmasına ve uygun miktarda parçalanabilir protein sağlandığında süt veriminin artmasına yardımcı olmaktadır (Habeeb, 2024). Kolay sindirilebilen lif, süt bileşenlerini olumsuz etkilemeden besin emilimini yükseltir, %10-20 oranında süt rasyonlarına kurutulmuş pancar posası dahil edilmesi süt verimini %10-15 oranında artırabilir (Anonim, 2025d). Soya kabuğu ve buğday kepeği gibi diğer yan ürünler ile kıyaslandığında, pancar posası yüksek lezzeti ve sindirilebilirliği ile öne çıkar. Ayrıca çoğu yan ürüne göre daha fazla kalsiyum, kükürt ve fosfor içermektedir (Anonim, 2025d).

Kuru şeker pancarı posası süt ineklerinin rasyonlarında tahıllarla kısmen yer değiştirilebilmektedir. Kuru şeker pancarı posasının ilave edilmesi besin sindiriminde, rumen fermentasyonunda, plazma biyokimyasal parametrelerinde, yem alımında, süt bileşiminde ve veriminde, yem dönüşümünde ve ekonomik verimlilikte kayda değer iyileşmeler elde edilmiştir. Ayrıca rasyona kuru şeker pancarı posasının ilave edilmesiyle bu oranların arttığını

bildirmişlerdir (Habeeb, 2024). Holstein ineklerinde kuru melaslı pancar posasıyla beslemenin süt verimi ve süt bileşimi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada (Melendez ve pinedo, 2015) kontrol grubu o bölgedeki mandıralarda yaygın kullanılan geleneksel rasyonla, deneme grubu da kuru melaslı pancar posasını ayırt edici bileşen olarak kabul edilen izonitrojenli ve izokalorik bir rasyon ile beslenmişlerdir. Süt verimini 45 günlük bir süre boyunca kaydetmişler ve süt bileşenleri çalışmanın 0, 15, 22 ve 35. günlerinde belirlemişlerdir. Uygulama ve zaman arasındaki etkileşimin süt verimi üzerindeki etkisinin anlamlı olduğunu, uygulama grubu kontrol grubuna göre 3.4 kg/günlük daha fazla süt verdiğini ve süt bileşenleri bakımından gruplar arasında önemli bir fark gözlemediklerini bildirmişlerdir.

Sarı mısır tanelerinin %25 ve %50 oranlarında kuru şeker pancarı posasıyla kısmen değiştirilmesinin süt verimi ve Holstein ırkı süt ineklerinin sağlık durumu açısından etkisinin incelendiği başka bir çalışmada (Mohsen ve ark., 2021), süt ineklerinin rasyonlarında mısır taneleri ile kuru şeker pancarı posasının kısmen değiştirilmesi, sindirim, süt verimi, rumen aktivitesi, süt bileşimi, plazma biyokimyasal parametreleri ve yem kullanımında önemli iyileşmelere yol açtığını, kuru şeker pancarı posasının rasyonda artırılmasıyla yem maliyetindeki azalma ve süt veriminde yükselme sağladığını böylece Holstein ırkı süt ineklerinin sağlık durumları ile verimlerini düşürmeden düşük maliyetli yemlerle beslenmesi için yem bileşenlerinin kuru şeker pancarı posası ile değiştirilmesini önermişlerdir.

Şeker Pancarı Posası ile Şeker Pancarı Baş ve Yapraklarının Muhafazası

Şeker pancarı posasının muhafazası

Şeker pancarı posası, %75-85 yüksek nem içeriğine sahiptir ve depolanmasını zorlaştırmaktadır (Abdallah ve Elmessery, 2017). Yaş ve kuru formda şeker sanayi yan ürünü olan pancar posası, hayvanların tüketimi için sunulması yaygın olup sindirim derecesi yüksek, hayvanların severek tükettiği ucuz bir yem kaynağıdır. Hayvanların kış mevsiminde yaş yem ihtiyacını karşılar. Saman benzeri kaba yemlerin hayvanlar tarafından daha iyi tüketilmesini sağlar (DSYB, 2017). Zengin selüloz yapısı ile yüksek pektin içeriğinden dolayı metabolik hastalıklara yol açmaz (Seven ve ark., 2021). Ancak en iyi şekilde faydalanmak için, özenle korunması gerekir. Rastgele

yığılan posada küflenme görülür ve istenmeyen kötü kokular meydana gelir. Bu durumun neticesinde besin değeri düşmesinden dolayı hayvan sağlığı üzerinde de olumsuz sonuçlara sebep olur. İyi muhafaza edilmemiş yaş pancar posasını tüketen hayvanlar, şiddetli bir ishal geçirerek halsiz kalır, bağırsak iltihaplanmaları meydana gelir (DSYB, 2017).

Farklı depolama şartlarının ve sürelerinin yaş şeker pancarı posasındaki aflatoksin, maya-küf, E.coli ve E.coli 0157 üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmanın (Seven ve ark., 2021) ilk yönteminde alınan örnekler şeker pancarı posasını yerde depolayan ya da branda-naylon örtü ile örten işletmelerden, diğer yöntemde ise örnekleri şeker pancarı posasını hava geçirmez çuvallarda depolayan işletmelerden almışlardır. Bu iki yöntemi karşılaştırmak için aynı işletmelerden birer aylık aralıklarla örnek almışlardır. Çalışmanın sonucunda depolama dışında hava girişi önlenerek maya ve küf üremesi çok düşük seviyelere çekilebileceğini, ayrıca dışkı gibi ortamdan gelen kontaminasyona dikkat edilerek E. Coli kontaminasyonu engellenebileceğini, ambalajın geleneksel yöntemine göre (ambalajsız grup) kısmen daha iyi olduğunu ancak uzun süreli depolama durumunda hidrasyon ortaya çıkabileceğini bu yüzden paketlenmiş posanın en fazla 2 ay içerisinde tüketilmesini ve soğuk mekanlarda saklanması önermişlerdir. Geleneksel olarak şeker pancarı posası kurutulur, peletlenir ve düşük değere sahip bir hayvan yemi olarak satılır. Şeker pancarı posasının hayvan yemi amacıyla satılmasının karlılığı büyük ölçüde enerji ve yem endüstrisinin ekonomisine bağlıdır, çünkü kurutma, peletleme ve taşıma dahil olmak üzere şeker pancarı posası işlemi enerji yoğun bir süreçtir. Bazı bölgelerde şeker pancarını kurutma ve peletleme işlemi, şeker pancarı işlemenin toplam enerji maliyetinin %30-40'ını meydana getirmektedir (Zheng ve ark., 2012). Yapay kurutma hem pahalıdır hem de kurutma tesisleri de yaygın değildir. Silaj ise fazla nem içeriğine sahip taze bitkiler soldurulduktan sonra kolayca yapılabilir (Seydoşoğlu ve Kökten, 2024). KM'sinde %5-10 seviyesinde kolay fermente olabilen şeker içermesi yaş şeker pancarı posasının silolanabilme yeteneğini gösterir. Fakat yüksek su içeriğinden dolayı silolanma kalitesini düşürmektedir. Bu problem, kuru madde seviyesi yüksek olan yemler ile silolanarak giderilebilmektedir (Avcı ve ark., 2005). Yaş domates posasına %3, %5, %7, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında melaslı kuru şeker pancar posası ilave edilerek oluşturulan silajın kalitesine, metabolik enerji ve in vitro organik

madde sindirimine olan etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmada (Sargın ve Denek, 2017) yaş domates posasının herhangi bir katkı madde ilavesi yapılmadan silolanabileceğini fakat yüksek su tutma kapasitesi ve kuru madde içeriğinden dolayı melas içeren kurutulmuş şeker pancarı posasının ilavesi ile elde edilen tüm silajların kaliteli silaj olarak kabul edilebileceğini, %10-15 oranında kurutulmuş şeker pancarı içeren domates posası silajları yüksek kuru madde içeriği ile fermentasyon kalitesine katkısının yanı sıra hem çevresel hem de ekonomik yararlarından dolayı ruminantlar için kaliteli kaba yem kaynağı olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Şeker pancarı baş ve yapraklarının muhafazası

Şeker pancarı hasat döneminin ardından elde edilen yaprakların bir bölümü hayvan yemi olarak kullanılırken büyük bir kısmı tarlada bırakılarak organik gübre şeklinde toprağa karışmaktadır (Ak ve Uzaticı, 2001). Şeker pancarı yaprakları taze olarak kullanılabileceği gibi kurutulup ya da silolanarak da kullanılmaktadır. Pancar baş miktarına bağlı olarak şeker pancarı yapraklarının besin değeri değişmektedir. Pancar başları yapraklarına göre daha çok şeker ve kuru madde içermektedir (Karabıyık, 2016). Şeker pancarı yaprak ve baş kısımlarında mineral madde miktarı orta seviyede olup, kuru maddede %2'den fazla saponin içermesi hayvan beslenmesinde olumsuz sonuçlara yol açmaktadır. Bunun yanında şeker pancarı yapraklarının içermiş olduğu oksalik asit oranı yağışın az olduğu yıllarda yükselmekte ve böylece hayvanların şeker pancarı baş ve yaprakları tüketimini kısıtlamakta ve fazlaca verildiğinde ise ishal gibi problemlere neden olmaktadır (Karabıyık, 2016). Hasat işleminin sonunda üretilen şeker pancarı ağırlığının %44'ü kadar baş ve yaprak elde edildiği belirtilmiştir. Hasat sırasında yüksek miktarlarda yaprak üretildiğinden dolayı kısa zamanda silolanması veya üretim fazlasının kurutulması gerekmektedir. Ancak hasat zamanı sonbahara rastladığından dolayı hava koşulları sebebiyle kurutma işleminde problemler meydana gelmektedir. Dolayısıyla hayvancılıkta gelişmiş ülkelerde olduğu gibi hasat edilen şeker pancarı yaprağının tüketim fazlasının silolanması daha uygun olup, silolamada yaprakların temiz olması göz ardı edilmemelidir. Silaj yapılacak materyalin su içeriği yüksek olması durumunda doğranmış kuru ot veya kuru pancar posası ilave edilebilir. Şeker pancarı yaprak ve baş kısmı yeterli seviyede kolay eriyebilir karbonhidrat içeriği için katkı maddesine ihtiyaç duyulmadan tek

başına silaj yapılabilen bir yem hammaddesidir (Ak ve Uzatıcı, 2001). Üstelik taze yapraklarda bulunan bazı olumsuzluklar da yok olur. Tarladan getirilen şeker pancarı yaprakları topraksız, temiz olmalı ve silolama işi hızlıca yapılmalıdır. Naylonun üstüne kalınlığı 10-15 cm olacak şekilde saman serilir ardından üzerine kalınlığı 25-30 cm olacak şekilde pancar yaprakları serilir. Üzerine 1000 kg yaprağa karşılık 25-30 kg kadar katkı maddesi olarak arpa kırması ya da ezmesi; 2.5 kg üre serpilir. İkinci tabakaya da aynı işlem tekrar yapılır ve silaj işlemi bitinceye kadar bu uygulamalar tekrarlanır (Anonim, 2025e). Silajın üstü hava ve yağmur suyu almayacak biçimde kapatılır ve en az 1.5 ay hiç açmadan fermentasyon için beklenilmelidir (Anonim, 2025e).

Çok doğum yapmış 30 adet holstein ineği 3 ay boyunca, laktik asit bakterileri, melas ve kalsiyum karbonat ile silolanmış şeker pancarı üstlerinin (baş ve yaprakları), mısır silajıyla kısmen ya da tamamen yer değiştirilmesinin etkilerini tekrarlanan ölçümlerle tam rastgele deney tasarımında incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada (El Tawab ve ark., 2020) pancar üstlerinin laktik asit bakterileri ile silolanmasının, silajın oksalik asit ile NDF ve ADF içeriklerinin azaldığını ancak yapısal olmayan karbonhidrat ve kalsiyum içeriklerinin arttığını bildirmişlerdir. Yem verimliliğini ve günlük süt üretimini etkilemeden, laktik asit bakterileri diyetiyle muamele edilmiş şeker pancarı baş ve yaprakları silajı, toplam rumen uçucu yağ asitlerini, propiyonat ve asetat konsantrasyonlarını, enerjiyle düzeltilmiş süt veriminin ve sütteki toplam kuru madde, protein, yağ ve enerji konsantrasyonlarını azalttığını ve rasyonda %15 oranında laktik asit bakterileri ile işlenmiş pancar baş ve yaprakları silajının (mısır silajının %50'sinin ikamesi) süt sığırları için en ideal seviye olarak belirlemişlerdir.

SONUÇ

Şeker pancarı ve yan ürünleri (özellikle posası, baş ve yaprakları), yüksek sindirilebilir lif, enerji ve belirli düzeyde protein içeriği sayesinde ruminant beslemede değerli bir yem kaynağıdır. Pancar posası, saman gibi düşük kaliteli kaba yemlere kıyasla daha yüksek besin değeri ve lezzetliliğinden dolayı hayvanlar tarafından sevilerek tüketilir ve sindirim sağlığını destekler. Ruminant rasyonlarına dahil edildiğinde süt veriminde, süt yağı oranında, canlı ağırlık artışında ve yemden yararlanma oranında önemli iyileşmeler sağlamaktadır. Özellikle kuru madde ve enerji bakımından dengeli

formülasyonlarla kullanıldığında, besi performansını artırırken rumen sağlığını da korur.

Ekonomik açıdan bakıldığında, şeker pancarı posası ve diğer yan ürünler, yem maliyetlerini düşürerek üreticiye kârlılık sağlar. Tahıl veya yüksek maliyetli yem hammaddelerinin kısmen yerini alabilmesi, hem besleme maliyetlerini azaltmakta hem de yem temininde esneklik sağlamaktadır. Ayrıca, şeker pancarı üretimi ve işlenmesi sırasında ortaya çıkan bu yan ürünlerin değerlendirilmesi, atık yönetimi açısından da önemlidir; böylece çevre kirliliği azaltılırken, tarımsal döngüde kaynak verimliliği artırılır.

Silaj olarak kullanımı ise bu ürünlerin yıl boyu değerlendirilebilmesinin anahtarıdır. Yüksek nem içerikli yaş pancar posası ve yaprakları, uygun katkı maddeleri (kuru ot, saman, kuru pancar posası vb.) ile karıştırılarak silolandığında yüksek kaliteli fermantasyon ürünleri elde edilebilmekte, besin değeri korunmakta ve hayvan beslemede güvenle kullanılabilir. Silaj yapımı, bozulma riskini ortadan kaldırarak depolama ömrünü uzatır, kış aylarında kaliteli yem teminini kolaylaştırır.

Sonuç olarak, şeker pancarı yan ürünleri; besleme değerleri, ekonomik avantajları ve silaj olarak değerlendirilebilme potansiyelleriyle, hem hayvansal üretimde verimliliği artıran hem de sürdürülebilir tarım uygulamalarını destekleyen stratejik bir yem kaynağıdır. Doğru işleme ve muhafaza teknikleri ile bu potansiyelin en üst düzeye çıkarılması hem hayvancılık sektörüne hem de ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Abdallah, S. E., & Elmessery, W. M. (2017). Storage and Handling Engineering of Sugarbeet Pulp as a Feedstuff for Animal Feeding. *AGRICULTURAL MECHANIZATION IN ASIA, AFRICA, AND LATIN AMERICA*, 48(1), 46.
- Ak, İ., & Uzaticı, A. (2001). Şeker pancarı yapraklarının hayvan beslemede kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 95-99.
- Akça, A., & Işık, D. (2016). Kayseri ili şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) ekiliş alanlarında bulunan yabancı otların tespiti. *Bitki Koruma Bülteni*, 56(1), 115-124.
- Anonim (2025a). Dünyada şeker üretimi, erişim: <https://www.borseker.com/bilgibankasi/dunyada-seker-uretimi> (09.07.2025)
- Anonim (2025b). Şeker pancarı, Erişim: <https://images.app.goo.gl/ohrtFnQyXkRfoAjC8> (25.07.2025)
- Anonim, (2025c). Betain, popüler bir hayvan yemi katkı maddesi, erişim: <https://tr.greenagribio.com/news/betaine-a-popular-animal-feed-additive.html> (23.07.2025)
- Anonim, (2025d). Sugar Beet Pulp Pellets erişim: <https://manatgroup.eu/sugar-beet-pulp-pellets> (08.08.2025)
- Anonim, (2025e). Şeker Pancarı ve Yapraklarının Hayvan Beslenmesinde Kullanımı, Erişim: Şeker Pancarı ve Yapraklarının Hayvan Beslenmesinde Kullanımı - Tarım Haberleri (08.08.2025)
- Arpacı, S., (2010). Ağrı ve çevresinde şeker pancarı tarımı ve şeker sanayi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
- Avcı, M., Akdeniz, H., & Deniz, S. (2005). Değişik katkılarla hazırlanan yaş şeker pancarı posası silajlarının kalitesinin belirlenmesi. III. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 7-10.
- Bağuç, Y., & Aksu, T. (2021). Elma (*Malus pumila*) Katkısının Yaş Şeker Pancarı Posası Silajı Kalitesine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 16(1), 49-56.
- Büyükdemir, G. Ç., & Kara, A. (2020). Sakarya ili şeker pancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) tarlalarında görülen yabancı ot türleri, yoğunlukları

- ve rastlanma sıklıklarının belirlenmesi (Doctoral dissertation, Türkiye Herboloji Derneği).
- Can, A., Denek, N., & Yazgan, K. (2003). Şeker pancarı yaprağına değişik katkı maddeleri ilavesinin silaj kalitesi ile in vitro kuru madde sindirilebilirlik düzeylerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(2), 26-29.
- Çilo, Ş. & Kaya, H. (2025), Elma Posasına Farklı Oranlarda Fiğ Tohumu İlavesinin Silaj Kalitesi, Yem Değeri ve Rumen Fermantasyon Parametreleri Üzerine Etkisi, *Memba Su Bilimleri Dergisi* 11 (1), 50-61 <https://doi.org/10.58626/memba.1667351>
- Çokgüler, O., Deniz, S., & Altaçlı, S. (2013). Besi sığırlarında geleneksel besi rasyonları ile yaş şeker pancarı posası silajı ağırlıklı rasyonun karşılaştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 24(2), 55-60.
- Deniz, S., Bolat, D., Kaplan, O., & Nursoy, H. (2002). Değişik şekillerde üretilen şeker pancarı posası silajının kuzu ve süt ineği rasyonlarında kullanılma olanakları 2. Ruminal yıkımlanabilirlik. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26(4), 765-770.
- DSYB, (2017). SIĞIR BESLEMEDE YAŞ PANCAR POSASI KULLANIMI, erişim: https://www.konyadsyb.org.tr/index.php?route=modules/news&new_id=257 (23.07.2025)
- El Tawab, A. M. A., Kholif, A. E., Hassan, A. M., Matloup, O. H., El-Nor, S. A. A., Olafadehan, O. A., & Khatlab, M. S. (2020). Feed utilization and lactational performance of Friesian cows fed beet tops silage treated with lactic acid bacteria as a replacement for corn silage. *Animal biotechnology*, 31(6), 473-482.
- Erdinç, Y. D. D. Z. (2017). Türkiye’de Şeker Sanayinin Gelişimi ve Şeker Sanayinde İzlenen Politikalar. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(3), 9-26. <https://doi.org/10.18037/ausbd.417269>
- Ertl, P., Zebeli, Q., Zollitsch, W., & Knaus, W. (2016). Feeding of wheat bran and sugar beet pulp as sole supplements in high-forage diets emphasizes the potential of dairy cattle for human food supply. *Journal of Dairy Science*, 99(2), 1228-1236.

- Eştürk, Ö. (2018). Türkiye’de şeker sektörünün önemi ve geleceği üzerine bir değerlendirme. *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi*, 2(1), 67-81.
- Evans, E., & Messerschmidt, U. (2017). Sugar beets as a substitute for grain for lactating dairy cattle. *Journal of animal science and biotechnology*, 8(1), 25.
- FAO., (2023), FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Erişim: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (09.07.2025)
- FeedTables. (2024). Beet pulp, dried. <https://www.feedtables.com/content/beet-pulp-dried> (Erişim tarihi:21.07.2025)
- Gemalmaz, E., & Bilal, T. (2016). Alternatif kaba yem kaynakları. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 56(2), 63-69.
- Gharieb, M., & Rashad, A. M. (2020). An initial study of using sugar-beet waste as a cementitious material. *Construction and Building Materials*, 250, 118843.
- Ghirişan, A., Drăgan, S., COȚA, C., Nagy, E. M., Zoltan, G., & Miclăuş, V. (2020). MODELLING OF THE SUGAR BEET PULP DRYING PROCESS. *Studia Universitatis Babes-Bolyai, Chemia*, 65(2).
- Habeeb, A. (2024). The benefits of sugar beet pulp by-products used in animal feeding on rumen fermentation, nutrient utilization, blood components, growth, and milk yield with some principal considerations prior to introducing to the animals. *Indiana Journal of Agriculture and Life Sciences*, 4(4), 1-13.
- Habeeb, A. A. M., Gad, A. E., El-Tarabany, A. A., Mustafa, M. M., & Atta, M. A. A. (2017). Using of sugar beet pulp by-product in farm animals feeding. *Int. J. Sci. Res. Sci. Technol*, 3, 107-120.
- Jiménez-Islas, D., Pérez-Romero, M. E., Ventura-Cruz, I., & Flores-Romero, M. B. (2022). Sugar beet pulp and research efforts to diversify its use. In *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing* (pp. 955-969). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Jung, B., Ludewig, F., Schulz, A., Meissner, G., Woestefeld, N., Fluegge, U. I., ve Neuhaus, H. E. (2015). Identification of the transporter responsible for sucrose accumulation in sugar beet taproots. *Nature Plants*, 1(1), 1-6.

- Karabıyık, A., Özcan, M. A., & Kılıç, Ü. (2018). The Effects on Forage Quality of Pelleting by Using Different Additives of Sugar Beet Head and Leaves. *Black Sea Journal of Agriculture*, 1(4), 117-121.
- Karabıyık, A., (2016). Şeker pancarı baş ve yapraklarının farklı katkı maddeleri ilavesiyle peletlenmesinin kaba yem kalitesi üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu
- Kaya, A. (2021). Türkiye Şeker Piyasası ve Uygulanan Politikalar. *Journal of Academic Value Studies*, 7(4), 429-437. <http://dx.doi.org/10.29228/javs.52032>
- Kyzy, A. M., & Mazhitova, A. (2023). Biotechnological valorization of sugar beet wastes into value-added products. *MANAS Journal of Engineering*, 11(1), 136-144.
- Lamiae, A., Souad, S., Oussama, A., El Moujahid, A., Hassani, A., Manar, O., & Mbarki, M. (2018). Effect of conservation technic and storage period on the fiber content: NDF ADF ADL for sugar beet pulp. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 4(6), 1-7.
- Levendoğlu, T., & Karşlı, M. A. (2010). Yaş şeker pancarı posasının buğday kepeği ile birlikte silolanma olanakları ile silaj kalitesi ve sindirilebilirliğinin belirlenmesi (II. Sindirilebilirlik). *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(3), 179-183.
- Massod, W., Ahmad, T., (2021) Sugar Beet and Sugar Beet Pulp In Animal Nutrition, erişim: <https://www.foodfeedinfo.com/blog/sugar-beet-and-sugar-beet-pulp-in-animal-nutrition/> (25.07.2025)
- McGregor, I. R. (2021). Using Whole Sugar Beets in Rations for Ruminant Livestock. *Oregon State University Extension Service*.
- Melendez, P., & Pinedo, P. J. (2015). Effect of dry beet pulp on milk yield and milk composition in Chilean Holstein cows. *Journal of Applied Animal Research*, 43(3), 261-265.
- Mohsen, M. K., Ali, M. F., Gaafar, H. M., Al-Sakka, T. S., Aboelenin, S. M., Soliman, M. M., & Dawood, M. A. (2021). Impact of dry sugar beet pulp on milk production, digestibility traits, and blood constituents of dairy holstein cows. *Animals*, 11(12), 3496.
- Nagy, E. M., Coța, C., Cioica, N., Gyorgy, Z., & Deac, T. (2019). Researches on the higher valuation of sugar beet pulp from sugar production to

- obtain premixes for animal feed. In E3S Web of Conferences (Vol. 112, p. 03023). EDP Sciences.
- Pan, L., Lu, R., Zhu, Q., Tu, K., & Cen, H. (2016). Predict compositions and mechanical properties of sugar beet using hyperspectral scattering. *Food and Bioprocess Technology*, 9(7), 1177-1186.
- Özkan, U., Yılmaz, D. İ., Tenikecier, H. S., Ateş, E. (2025). Türkiye’de Kaba Yem ve Kuru Ot Durumu: 2004-2024 Dönem Analizi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 8(1), 93-107. <https://doi.org/10.55257/ethabd.1683613>
- Sargın, H. G., & Denek, N. (2017). Effect of adding different levels of dried molasses sugar beet pulp on the silage quality and in vitro digestibility of wet tomato pomace silage. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 6(1), 84-89.
- Seven, P. T., Seven, İ., Birben, N., Karakuş, K., Arslan, A. S., & Ceylaner, A. (2021). The effects of different storage conditions and periods on mould-yeast, aflatoxin, E. coli and E. coli O157 in wet sugar beet pulp. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 68(2), 161-166.
- Seydoğuşoğlu, S., Kökten, K., (2024). Silajın Tanımı, Kaba Yem Olarak Önemi ve Tarihçesi, Kökten, K., Seydoğuşoğlu, S. (eds.), Her Yönüyle Silaj (ss.13), İKSAD Yayınevi.
- TÜİK. (2024). Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2024. Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2024-53447> (14.07.2025)
- TÜİK. (2025). Hayvansal Üretim İstatistikleri – büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları, 2024. Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-2024-53935> (16.07.2025)
- Wang, Y., Xia, K., Wang, X. N., Lin, X., Liu, J., Li, Y. J., ... & Guo, J. H. (2022). Improvement of feed intake, digestibility, plasma metabolites, and lactation performance of dairy cows fed mixed silage of sugar beet pulp and rice straw inoculated with lactic acid bacteria. *Journal of Dairy Science*, 105(1), 269-280.
- Yadav, P., Singh P., Singh, U. (2020). Feeding Value of Ensiled Sugar Beet Pulp in Cattle. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* 9(9):2480-2487. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.909.310>

- Yagmur, H., Yasar, M. (2023). Investigation of yield and quality parameters of some sugar beet varieties in Muş ecological conditions. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 7 (2), 436-447
- Yasar, M., ve Ekinci, R. (2021). Stability analysis of sugar beet genotypes in terms of yield and sugar ratios (*Beta vulgaris* Var. *saccharifera* L.). *World Journal of Biology and Biotechnology*, 6(1), 11-16.
- Yaşar, M. ve Kendal, E. (2022). Muş Şartlarına En Uygun Şeker Pancarı Çeşitlerinin Belirlenmesi. *MUNZUR 4th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES. PROCEEDING BOOK* Sayfa: 45-56. ISBN: 978-605-71828-4-5. Tunceli/Türkiye www.munzurkongresi.org
- Yaşar, M. ve Şahin, K. (2023). Şeker Pancarı Üretiminde Yetiştirici Uygulamaları: Muş İli Örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(3), 2195-2204.
- Yaşar, M. (2022). Muş'ta Şeker Pancarı (*Beta Vulgaris* L.) Üretiminin Mevcut Durumu ve Üretimi Artırmanın Yolları Stratejik Sektör:TARIM Kitabı. Bölüm 2. Sayfa: 41-86. ISBN: 978-625-8405-49-1 Erişim Linki: <https://iksadyayinevi.com/wp-content/uploads/2022/03/Stratejik-Sektor-TARIM.pdf> İksad Yayınevi. Ankara/Türkiye 2022.
- Yücel, B. (2023). Şeker Pancarının Gıda Endüstrisi Açısından Önemi. *Uluslararası Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Dergisi*, 2(2), 54-64.
- Zhang, Z. Y., Zhang, S., Lai, C. H., Zhao, J. B., Zang, J. J., & Huang, C. F. (2018). Effects of adaptation time and inclusion level of sugar beet pulp on nutrient digestibility and evaluation of ileal amino acid digestibility in pigs. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32(9), 1414.
- Zheng, Y., Yu, C., Cheng, Y. S., Lee, C., Simmons, C. W., Dooley, T. M., ... & VanderGheynst, J. S. (2012). Integrating sugar beet pulp storage, hydrolysis and fermentation for fuel ethanol production. *Applied Energy*, 93, 168-175.

BÖLÜM 3

ARILARDA ÖĞRENME DAVRANIŞINA BÜTÜNCÜL BİR BAKIŞ

Arş. Gör. Dr. İsmail Yaşhan BULUŞ¹

Prof. Dr. Ayhan GÖSTERİT²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17609978>

¹ Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, 49250, Muş-Türkiye, ORCID: 0000-0003-4418-588X, y.bulus@alparslan.edu.tr

² Isparta uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, 32000, Isparta-Türkiye, ORCID: 0000-0001-9686-7992, ayhangosterit@isparta.edu.tr

1. GİRİŞ

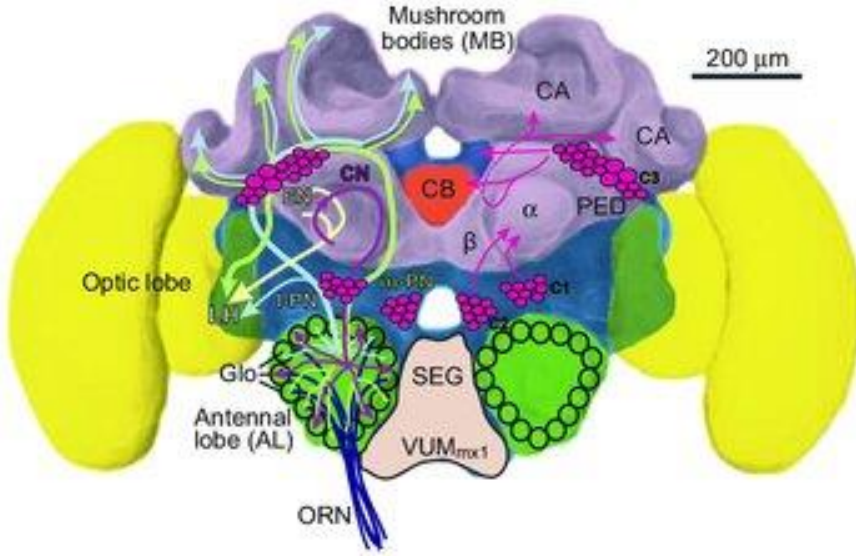
Arılar, dünya ekosistemlerinin sürekliliğinde merkezi bir role sahiptir. Tozlaşma hizmetleri sayesinde bitkisel üretimin önemli bir kısmını destekler, ekolojik ağların bütünlüğünü sağlar ve biyoçeşitliliğin korunmasına katkıda bulunurlar (Garibaldi vd., 2011; Nicholls & Altieri, 2013). Arıların bu ekosistem hizmetlerini yerine getirebilmesi, yalnızca genetik olarak programlanmış davranışlara değil, çevreyle etkileşim yoluyla kazanılan öğrenilmiş davranışlara da bağlıdır.

Öğrenme, organizmaların deneyimleri yoluyla davranışlarını kalıcı şekilde değiştirebilme kapasitesi olarak tanımlanır. Bu kapasite, hayatta kalma ve üreme başarısını artıran bir uyum mekanizmasıdır. Arılar gibi küçük beyinli böceklerde dahi öğrenmenin farklı düzeyleri gözlemlenmektedir. Arıların koku, renk, mekân, zaman ve sosyal ipuçları gibi çeşitli uyaranlar üzerinden bilgi edinme ve bu bilgiyi davranışsal çıktılara dönüştürme becerileri bulunmaktadır (Gumbert, 2000; Cook vd., 2005; Farina vd., 2005; Hori vd., 2006; Leadbeater & Chittka, 2009; Kheradmand & Nieh, 2019).

Arılarda öğrenme davranışlarının anlaşılması, yalnızca temel bilim açısından değil, aynı zamanda tarımsal verimliliğin artırılması ve çevresel stres faktörlerinin etkilerinin değerlendirilmesi açısından da önemlidir. Bu çalışmada, öğrenmenin nörobiyolojik temellerinden başlayarak bireysel ve sosyal düzeydeki öğrenme biçimleri, ekolojik bağlamdaki işlevleri ve gelecekteki araştırma perspektifleri ele alınmaktadır.

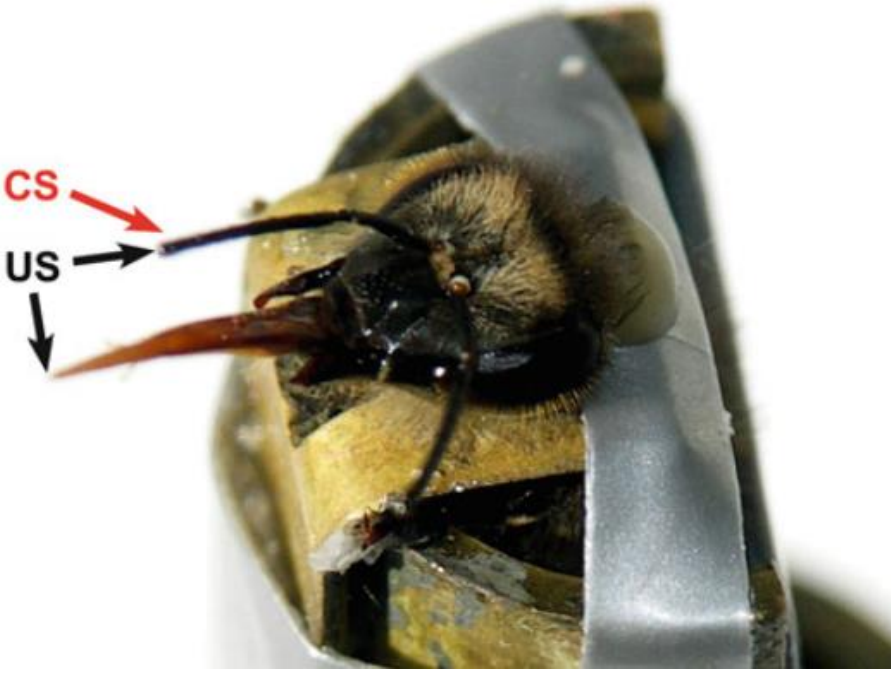
2. ARILARDA ÖĞRENMENİN NÖROBİYOLOJİK TEMELLERİ

Beyinleri memelilerle karşılaştırıldığında oldukça küçük olmakla birlikte, arılar gelişmiş bir sinir sistemine sahiptir. Beynin en dikkat çekici yapılarından biri, öğrenme ve hafıza süreçlerinde kilit rol oynayan “mantar cisimleri”dir (mushroom bodies) (Şekil 1). Bu yapılar, duyuusal bilgilerin bütünleştirilmesi ve uzun süreli belleğin oluşumunda görev alırlar (Menzel, 2014; Peng & Chittka, 2017).



Şekil 1. Arı beyni (Tedjakumala & Giurfa, 2013)

Öğrenme süreci sırasında nörotransmitter sistemler de önemli bir işlev görür. Özellikle dopamin ve oktopamin sistemlerinin pekiştirme sinyallerinde ve koşullanmış reflekslerin oluşumunda temel rol oynadığı gösterilmiştir (Gauthier & Grünewald, 2012; Raza vd., 2022). Arıların klasik koşullanma deneylerinde yaygın olarak kullanılan Proboscis Extension Reflex (PER) paradigması, kokuya bağlı öğrenmenin nörofizyolojik temellerini incelemek için güçlü bir model sunar (Denton vd., 2021).



Şekil 2. Klasik koşullanma deneylerinde PER paradigması (Matsumoto vd., 2013)

Sinaptik plastisite, öğrenmenin temel mekanizması olarak kabul edilir (Reinhard & Claudianos, 2012; Smith vd., 2012; Cabirol vd., 2018). Arılarda tekrarlanan uyarılara maruz kalma, sinaptik etkinliğin artmasına ve daha güçlü sinaptik bağlantıların oluşmasına yol açar (Cabirol vd., 2018). Bu durum, öğrenilmiş bilginin kalıcılığını sağlar. Ayrıca, kısa süreli ve uzun süreli bellek oluşumlarının moleküler temelleri de farklıdır. Uzun süreli belleğin oluşumu için protein sentezi gerekmektedir (Reinhard & Claudianos, 2012).

3. BİREYSEL ÖĞRENME DAVRANIŞLARI

3.1. Duyusal Öğrenme

Arılar, çevrelerindeki çiçeklerin çeşitliliği içinde doğru kaynağı bulabilmek için yüksek düzeyde gelişmiş bir duyuşal öğrenme sistemine sahiptir. Bu öğrenme süreci; görsel, olfaktör (kokuya dayalı) ve kimi durumlarda dokunsal ipuçlarının birlikte işlenmesiyle gerçekleşir (Chittka & Raine, 2006; Hempel De Ibarra vd., 2022). Duyuşal öğrenme, yalnızca bir

çiçeği tanımakla kalmaz, aynı zamanda arının gelecekteki besin arama stratejilerini yönlendiren temel bilişsel altyapıyı oluşturur.

Olfaktör öğrenme, arıların en belirgin koşullu öğrenme biçimlerinden biridir. Bir çiçeğin kokusu ile ondan alınan nektar ya da polen arasındaki pozitif pekiştirme ilişkisi, kısa sürede güçlü bir koku-besin bağlantısı kurulmasını sağlar (Milet-Pinheiro vd., 2012). Bu süreçte arılar, klasik koşullanma prensiplerine benzer biçimde, koku sinyaliyle ödül arasında ilişki kurar. Örneğin bal arıları üzerinde yapılan çalışmalar, arıların “proboscis extension reflex (PER)” deneyiyle belirli bir kokuyu tatlı ödülle ilişkilendirdiklerini göstermiştir (Bitterman vd., 1983). Bu öğrenme, koloninin nektar toplama etkinliğini artırır ve enerji kayıplarını en aza indirir.

Görsel öğrenme ise arıların çevreyi tanıma ve hatırlama becerilerinde merkezi bir role sahiptir. Arılar, renkleri, desenleri, simetriyi, şekilleri ve hatta polarize ışığı ayırt edebilme kapasitesine sahiptir (Giurfa vd., 1996; Chittka & Raine, 2006). Bu yetenek, çiçeklerin tanınmasını kolaylaştırdığı gibi, görsel ipuçlarının mekânsal konumla ilişkilendirilmesini de sağlar. Özellikle bal arılarının mavi, mor ve ultraviyole dalga boylarına karşı daha duyarlı oldukları belirlenmiştir (Morawetz vd., 2013). Bu renk aralıkları, genellikle nektar açısından zengin çiçeklerle ilişkilidir ve dolayısıyla görsel duyarlılığın ekolojik uyumla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Duyusal öğrenmede dikkat çeken bir diğer yön, arıların farklı duylardan gelen bilgileri bütünleştirebilme kapasitesidir. Görsel ve koku sinyalleri bir arada sunulduğunda, arıların öğrenme hızlarının ve doğruluklarının arttığı gözlenmiştir (Leonard vd., 2011). Bu çoklu-duyusal entegrasyon, doğal ortamda farklı uyaranların değişken olduğu koşullarda arıların doğru çiçeği seçme olasılığını artırır. Dolayısıyla duyusal öğrenme, yalnızca bireysel deneyime dayalı bir süreç değil, aynı zamanda ekolojik esnekliği sağlayan bilişsel bir adaptasyondur.

Duyusal öğrenme, arıların besin arama davranışlarını optimize eden, çevresel değişimlere uyumlarını kolaylaştıran ve koloninin genel verimliliğine doğrudan katkıda bulunan bir mekanizma olarak değerlendirilir. Bu süreçte arıların hem genetik eğilimleri hem de bireysel deneyimleri etkileşim içindedir.

3.2. Mekânsal Öğrenme ve Navigasyon

Arıların yön bulma yetenekleri, doğadaki en karmaşık bilişsel süreçlerden biridir. Koloniden kilometrelerce uzağa gidip geri dönebilme kapasiteleri, gelişmiş bir mekânsal öğrenme ve navigasyon sistemine işaret eder. Bu sistem, çevresel ipuçlarının (landmark'lar), güneşin konumu, polarize ışık desenleri, rüzgâr yönü ve içsel zaman algısının bütünleşik olarak kullanılmasına dayanır (Menzel vd., 1996; Kheradmand & Nieh, 2019).

Genç işçi arılar, ilk uçuş dönemlerinde “oryantasyon uçuşları” gerçekleştirerek çevreyi öğrenir. Bu uçuşlar sırasında kovanın yakın çevresi gözlemlenir, görsel haritalar oluşturulur ve kovanın konumu çevredeki sabit nesnelerle (ağaç, kaya, yapı) ilişkilendirilir (Capaldi & Dyer, 1999). Böylece arı, ilerleyen günlerde tarlacılık faaliyetlerinde bu görsel haritayı kullanarak yön bulur. Görsel ipuçları, güneş pusulasıyla birlikte çalışarak, arıların hem kısa mesafeli hem de uzun mesafeli rotaları planlamasına yardımcı olur (Menzel & Greggers, 2015).

Mekânsal öğrenme yalnızca yön bulma amacıyla değil, aynı zamanda kaynakların verimli biçimde kullanımı açısından da önemlidir. Bir tarlacı arının besin kaynağına ulaşma süresini kısaltması, koloninin enerji verimliliğini artırır. Öte yandan, çevredeki çiçeklerin dağılımı, mevsimsel değişimler veya rekabet gibi faktörler arıların rotalarını sürekli olarak yeniden düzenlemelerini gerektirir. Bu durumda arılar, esnek bir navigasyon stratejisi geliştirir ve önceki deneyimlerini kullanarak yeni rotaları öğrenir (Collett vd., 2013).

Mekânsal öğrenmenin fizyolojik temelleri de araştırılmıştır. Böcek beynindeki mantar cisimleri ve central complex bölgeleri, yön bulma ve mekânsal hafıza ile ilişkilendirilmiştir (Ofstad vd., 2011). Bu yapılar, görsel bilgilerin işlenmesi ve uzamsal haritaların oluşturulmasında merkezi rol oynar. Ayrıca arıların, güneşin gökyüzündeki konumunu içsel biyolojik saatleriyle eşleştirerek “zaman-düzeltilmiş yön bulma” gerçekleştirdiği de bilinmektedir (Dyer & Gould, 1981).

Mekânsal öğrenme ve navigasyon, arıların ekolojik başarısının temelini oluşturur. Bu bilişsel beceri, koloninin sürdürülebilirliği ve polinasyon etkinliği açısından vazgeçilmezdir. Arıların yön bulma mekanizmalarının çözülmesi, aynı zamanda robotik navigasyon sistemlerine ve yapay zekâ temelli modellemelere de ilham kaynağı olmuştur.

3.3. Yaşa ve Kasta Bağlı Öğrenme Farklılıkları

Arı kolonilerinde bireyler, yaşları ve kastlarına göre belirli görevleri üstlenir; bu görev farklılaşması öğrenme davranışlarında da belirgin farklılıklara yol açar. Koloninin genç bireyleri çoğunlukla kovan içi bakım, yavru besleme ve temizlik görevlerini yürütürken, yaşlandıkça dış ortama çıkar ve tarlacı görevini üstlenirler (Bhagavan vd., 1994; Ray & Ferneyhough, 1997). Bu geçiş süreci, artan çevresel karmaşıklığa uyum sağlayabilmek için öğrenme kapasitesinin gelişmesini gerektirir.

Tarlacı arılar, dış ortamda sürekli değişen koşullar altında çalıştıkları için hem duyuşsal hem mekânsal öğrenmede yüksek bir bilişsel esneklik sergiler. Yeni çiçek türlerini tanımak, besin kaynağının konumunu hatırlamak ve çevresel tehditlerden kaçınmak gibi görevler, gelişmiş öğrenme ve hafıza süreçlerini zorunlu kılar. Buna karşılık, kovan içinde yaşayan genç işçiler, daha sabit ve tekrarlayan görevlerle uğraştıkları için öğrenme kapasiteleri nispeten sınırlıdır (Wenseleers vd., 2005).

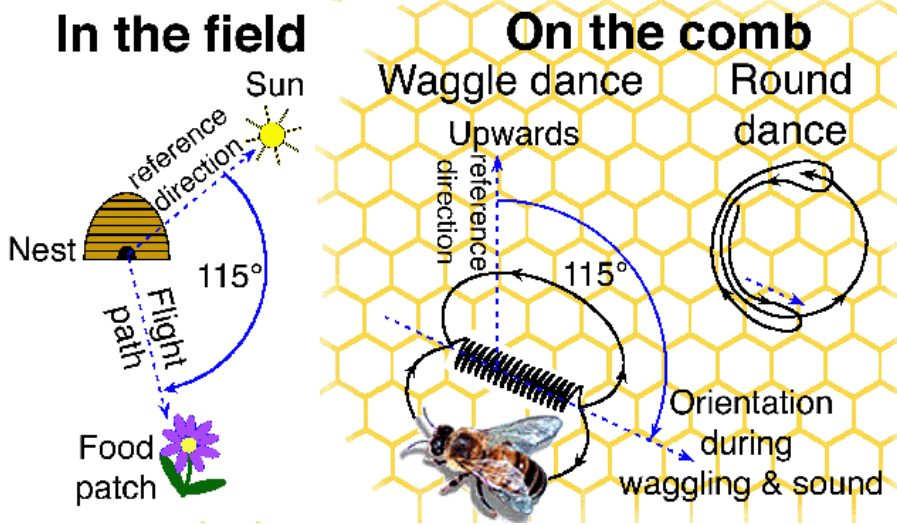
Bu davranışsal farklılıklar, nöroanatomik düzeyde de gözlenmiştir. Özellikle mantar cisimleri (mushroom bodies), öğrenme ve hafızadan sorumlu beyin bölgeleri olup, tarlacı işçilerde daha gelişmiş bir morfolojiye sahiptir (Farris vd., 2001). Ayrıca yaş ilerledikçe bu bölgelerde sinaptik yoğunluğun arttığı ve bunun öğrenme performansına yansıdığı rapor edilmiştir (Withers vd., 1993).

Kast farklılıkları yalnızca işçiler arasında değil, ana arı (kraliçe) ve erkek arılar arasında da belirgindir. Ana arılar, kovanın içinde uzun süre sabit bir konumda yaşar ve yön bulma veya kaynak tanıma gibi karmaşık öğrenme süreçlerine ihtiyaç duymaz. Benzer şekilde erkek arılar da esas olarak üreme amacıyla yaşadıkları için sınırlı bir öğrenme kapasitesine sahiptir (Boch, 1982). Bu farklılaşma, koloninin işlevsel verimliliğini artıran bir bilişsel uzmanlaşma örneğidir.

Arılarda öğrenme kapasitesi hem yaşa hem de kasta bağlı olarak dinamik biçimde değişir. Bu değişim, koloninin iç dengesini korurken çevresel koşullara adaptasyonu kolaylaştıran bir evrimsel strateji olarak değerlendirilebilir. Yaş ve kast temelli bu bilişsel esneklik, arı toplumlarının yüksek düzeyde organize yapısının bilişsel temelini oluşturur.

4. SOSYAL ÖĞRENME VE KOLONİ DÜZEYİNDE BİLGİ AKTARIMI

Arılar yalnızca bireysel öğrenme değil, aynı zamanda sosyal öğrenme kapasitesine de sahiptir. En iyi bilinen örnek, bal arılarındaki dans dilidir. Tarlacı arılar, kovana döndüklerinde besin kaynağının yönünü ve uzaklığını dans hareketleriyle diğer işçi arılara aktarırlar (Şekil 3). Bu bilgi, koloni içinde koordineli bir şekilde kaynak kullanımını sağlar (Dyer, 2002; Dornhaus & Chittka, 2004; Munz, 2005).



Şekil 3. Bal arısı dans dili

Sosyal öğrenme, bireysel keşif süresini kısaltarak koloni verimliliğini artırır. Ayrıca bilgi paylaşımı, değişen çevre koşullarına hızlı adaptasyonun önemli bir bileşenidir. Örneğin, yeni bir besin kaynağı keşfedildiğinde bu bilginin sosyal yolla aktarılması, koloninin o kaynaktan maksimum düzeyde faydalanmasını sağlar (Grüter vd., 2013).

5. ÖĞRENME DAVRANIŞININ EKOLOJİK ÖNEMİ

5.1. Çevresel Değişimlere Uyum

İklim değişikliği, habitat parçalanması ve kentsel yayılma gibi faktörler, arıların geleneksel besin kaynaklarına erişimini zorlaştırmaktadır. Bu durumda öğrenme kapasitesi, yeni kaynaklara uyum sağlama açısından kritik bir avantaj sunar. Yeni çiçek türlerini tanıma, farklı uçuş yolları oluşturma ve riskli

bölgelerden kaçınma gibi davranışlar, çevresel esnekliği artırır (Maebe vd., 2021; Albacete vd., 2023; Ostwald vd., 2024).

5.2. Pestisitlerin ve Ağır Metallerin Etkisi

Bazı pestisitlerin ve ağır metallerin arıların öğrenme yeteneklerini olumsuz etkilediği bilinmektedir (Williamson & Wright, 2013; Siviter vd., 2018; Li vd., 2022; Honatel vd., 2024; Monchanin vd., 2024). Özellikle nörotoksik etki gösteren kimyasallar, mantar cisimlerinde sinaptik plastisiteyi bozabilir (Stanley vd., 2015; Aguiar vd., 2023; Buluş vd., 2024). Bu durum, tarlacı arıların besin kaynaklarını bulma ve kovana dönme başarılarını azaltarak koloni düzeyinde çöküşlere yol açabilir.

5.3. Tarımsal Uygulamalarda Öğrenmenin Rolü

Arıların öğrenme davranışlarının tarım açısından anlaşılması, tozlaşma hizmetlerinin optimize edilmesine katkı sağlar. Örneğin, belirli çiçek türlerinin kokusal sinyallerinin yapay olarak güçlendirilmesi, arıların bu çiçeklere yönelmesini teşvik edebilir. Böylece hem bitki verimi hem de arıların enerji kullanımı optimize edilir (Farina vd., 2020, 2022).

6. GELECEK PERSPEKTİFLERİ VE ARAŞTIRMA BOŞLUKLARI

Arılarda öğrenme davranışları üzerine yapılan araştırmalar son yıllarda hızla artmakla birlikte hâlâ önemli bilgi boşlukları bulunmaktadır. Özellikle bal arıları dışındaki yaban arı türlerinde öğrenme kapasitesine dair veriler sınırlıdır. Türler arası karşılaştırmalı çalışmalar, bilişsel yeteneklerin evrimsel kökenlerini anlamak açısından büyük potansiyele sahiptir.

Yeni nörobilimsel tekniklerin (örneğin kalsiyum görüntüleme, genetik işaretleme) arı öğrenme süreçlerine uygulanması, sinirsel mekanizmaların daha ayrıntılı çözümlenmesini sağlayabilir. Ayrıca, çevresel stres faktörlerinin öğrenme üzerindeki uzun vadeli etkilerini inceleyen deneysel çalışmaların artırılması gerekmektedir.

Bunun yanında, arıların öğrenme stratejilerinden ilham alan yapay zeka ve robotik sistemler üzerine çalışmalar da giderek önem kazanmaktadır. Arıların küçük beyinlerle gerçekleştirdiği karmaşık bilişsel işlemler, biyomimetik teknolojilere değerli bir model sunmaktadır.

7. SONUÇ

Arılarda öğrenme davranışları, türlerin bireysel hayatta kalma stratejilerinden kolonilerin kolektif başarısına ve ekosistemlerin işleyişine kadar geniş bir yelpazede belirleyici rol oynamaktadır. Gelişmiş duyuşal, mekânsal ve sosyal öğrenme becerileri, arıların değişken çevre koşullarına hızlı adaptasyon göstermesini sağlar.

Nörobiyolojik düzeyde oldukça karmaşık süreçlere dayanan bu öğrenme mekanizmaları, çevresel stres faktörlerinden önemli ölçüde etkilenebilmektedir. Bu nedenle, arıların bilişsel yeteneklerinin korunması, yalnızca türlerin değil, onlara bağımlı ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından da kritik öneme sahiptir.

Gelecekte yapılacak disiplinler arası araştırmalar, arılarda öğrenme davranışının hem temel hem de uygulamalı bilimler açısından yeni ufuklar açacağına işaret etmektedir.

KAYNAKLAR

- Aguiar, J. M. R. B. V., Nocelli, R. C. F., Giurfa, M., & Nascimento, F. S. (2023). Neonicotinoid effects on tropical bees: Imidacloprid impairs innate appetitive responsiveness, learning and memory in the stingless bee *Melipona quadrifasciata*. *Science of The Total Environment*, 877, 162859.
- Albacete, S., Sancho, G., Azpiazu, C., Rodrigo, A., Molowny-Horas, R., Sgolastra, F., & Bosch, J. (2023). Bees exposed to climate change are more sensitive to pesticides. *Global Change Biology*, 29(22), 6248-6260. <https://doi.org/10.1111/gcb.16928>
- Bhagavan, S., Benatar, S., Cobey, S., & Smith, B. H. (1994). Effect of genotype but not of age or caste on olfactory learning performance in the honey bee, *Apis mellifera*. *Animal Behaviour*, 48(6), 1357-1369.
- Buluş, İ. Y., Gösterit, A., & Timuroğlu, S. (2024). Neonikotinoid İnsektisitlerin *Bombus* (*Bombus terrestris* L.) Arısı Bireylerinde Hafıza ve Öğrenme Davranışına Etkisi. *Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi*, 7(1), 30-41.
- Cabirol, A., Cope, A. J., Barron, A. B., & Devaud, J.-M. (2018). Relationship between brain plasticity, learning and foraging performance in honey bees. *PloS One*, 13(4), e0196749.
- Capaldi, E. A., & Dyer, F. C. (1999). The role of orientation flights on homing performance in honeybees. *Journal of Experimental Biology*, 202(12), 1655-1666.
- Chittka, L., & Raine, N. E. (2006). Recognition of flowers by pollinators. *Current Opinion in Plant Biology*, 9(4), 428-435.
- Collett, M., Chittka, L., & Collett, T. S. (2013). Spatial memory in insect navigation. *Current Biology*, 23(17), R789-R800.
- Cook, S. M., Sandoz, J., Martin, A. P., Murray, D. A., Poppy, G. M., & Williams, I. H. (2005). Could learning of pollen odours by honey bees (*Apis mellifera*) play a role in their foraging behaviour? *Physiological Entomology*, 30(2), 164-174. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.2005.00445.x>
- Denton, J. A., Koludarov, I., Thompson, M., Bryk, J., & Velasque, M. (2021). Honeybee cognition as a tool for scientific engagement. *Insects*, 12(9), 842.

- Dornhaus, A., & Chittka, L. (2004). Why do honey bees dance? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 55(4), 395-401. <https://doi.org/10.1007/s00265-003-0726-9>
- Dyer, F. C., & Gould, J. L. (1981). Honey bee orientation: a backup system for cloudy days. *Science*, 214(4524), 1041-1042.
- Dyer, F. C. (2002). The Biology of the Dance Language. *Annual Review of Entomology*, 47(1), 917-949. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145306>
- Farina, W. M., Arenas, A., Díaz, P. C., Martin, C. S., & Barcala, M. C. E. (2020). Learning of a mimic odor within beehives improves pollination service efficiency in a commercial crop. *Current Biology*, 30(21), 4284-4290.
- Farina, W. M., Arenas, A., Díaz, P. C., Susic Martin, C., & Corriale, M. J. (2022). In-hive learning of specific mimic odours as a tool to enhance honey bee foraging and pollination activities in pear and apple crops. *Scientific Reports*, 12(1), 20510.
- Farina, W. M., Grüter, C., & Díaz, P. C. (2005). Social learning of floral odours inside the honeybee hive. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1575), 1923-1928. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3172>
- Farris, S. M., Robinson, G. E., & Fahrbach, S. E. (2001). Experience-and age-related outgrowth of intrinsic neurons in the mushroom bodies of the adult worker honeybee. *Journal of Neuroscience*, 21(16), 6395-6404.
- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J. M., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Carvalheiro, L. G., Chacoff, N. P., Dudenhöffer, J. H., Greenleaf, S. S., Holzschuh, A., Isaacs, R., Krewenka, K., Mandelik, Y., Mayfield, M. M., Morandin, L. A., Potts, S. G., Ricketts, T. H., Szentgyörgyi, H., ... Klein, A. M. (2011). Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits: Habitat isolation and pollination stability. *Ecology Letters*, 14(10), 1062-1072. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01669.x>
- Gauthier, M., & Grünewald, B. (2012). Neurotransmitter Systems in the Honey Bee Brain: Functions in Learning and Memory. (In) C. G. Galizia, D. Eisenhardt, & M. Giurfa (Ed.), *Honeybee Neurobiology and Behavior*

- (ss. 155-169). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2099-2_13
- Grüter, C., Segers, F. H., & Ratnieks, F. L. (2013). Social learning strategies in honeybee foragers: Do the costs of using private information affect the use of social information? *Animal Behaviour*, 85(6), 1443-1449.
- Gumbert, A. (2000). Color choices by bumble bees (*Bombus terrestris*): Innate preferences and generalization after learning. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 48(1), 36-43. <https://doi.org/10.1007/s002650000213>
- Hempel De Ibarra, N., Holtze, S., Bäucker, C., Sprau, P., & Vorobyev, M. (2022). The role of colour patterns for the recognition of flowers by bees. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 377(1862), 20210284. <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0284>
- Honatel, K. F., Arbo, B. D., Leal, M. B., Da Silva Júnior, F. M. R., Garcia, S. C., & Arbo, M. D. (2024). An update of the impact of pesticide exposure on memory and learning. *Discover Toxicology*, 1(1), 11. <https://doi.org/10.1007/s44339-024-00011-9>
- Hori, S., Takeuchi, H., Arikawa, K., Kinoshita, M., Ichikawa, N., Sasaki, M., & Kubo, T. (2006). Associative visual learning, color discrimination, and chromatic adaptation in the harnessed honeybee *Apis mellifera* L. *Journal of Comparative Physiology A*, 192(7), 691-700. <https://doi.org/10.1007/s00359-005-0091-4>
- Kheradmand, B., & Nieh, J. C. (2019). The role of landscapes and landmarks in bee navigation: A review. *Insects*, 10(10), 342.
- Leadbeater, E., & Chittka, L. (2009). Bumble-bees learn the value of social cues through experience. *Biology Letters*, 5(3), 310-312. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2008.0692>
- Leonard, A. S., Dornhaus, A., & Papaj, D. R. (2011). Forget-me-not: complex floral displays, inter-signal interactions, and pollinator cognition. *Current Zoology*, 57(2), 215-224.
- Li, Z., Qiu, Y., Li, J., Wan, K., Nie, H., & Su, S. (2022). Chronic cadmium exposure induces impaired olfactory learning and altered brain gene expression in honey bees (*Apis mellifera*). *Insects*, 13(11), 988.
- Maebe, K., Hart, A. F., Marshall, L., Vandamme, P., Vereecken, N. J., Michez, D., & Smagghe, G. (2021). Bumblebee resilience to climate change,

- through plastic and adaptive responses. *Global Change Biology*, 27(18), 4223-4237. <https://doi.org/10.1111/gcb.15751>
- Matsumoto, Y., Sandoz, J. C., & Giurfa, M. (2013). Classical conditioning of the proboscis extension reflex in the honeybee. In *Methods in Neuroethological Research* (pp. 15-35). Tokyo: Springer Japan.
- Menzel, R. (2014). The insect mushroom body, an experience-dependent recoding device. *Journal of Physiology-Paris*, 108(2-3), 84-95.
- Menzel, R., Geiger, K., Chittka, L., Joerges, J., Kunze, J., & Müller, U. (1996). The knowledge base of bee navigation. *Journal of Experimental Biology*, 199(1), 141-146.
- Menzel, R., & Greggers, U. (2015). The memory structure of navigation in honeybees. *Journal of Comparative Physiology A*, 201(6), 547-561. <https://doi.org/10.1007/s00359-015-0987-6>
- Milet-Pinheiro, P., Ayasse, M., Schlindwein, C., Dobson, H. E., & Dötterl, S. (2012). Host location by visual and olfactory floral cues in an oligolectic bee: Innate and learned behavior. *Behavioral Ecology*, 23(3), 531-538.
- Monchanin, C., Drujont, E., Le Roux, G., Lösel, P. D., Barron, A. B., Devaud, J.-M., Elger, A., & Lihoreau, M. (2024). Environmental exposure to metallic pollution impairs honey bee brain development and cognition. *Journal of hazardous materials*, 465, 133218.
- Morawetz, L., Svoboda, A., Spaethe, J., & Dyer, A. G. (2013). Blue colour preference in honeybees distracts visual attention for learning closed shapes. *Journal of Comparative Physiology A*, 199(10), 817-827. <https://doi.org/10.1007/s00359-013-0843-5>
- Munz, T. (2005). The Bee Battles: Karl von Frisch, Adrian Wenner and the Honey Bee Dance Language Controversy. *Journal of the History of Biology*, 38(3), 535-570. <https://doi.org/10.1007/s10739-005-0552-1>
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2013). Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(2), 257-274. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0092-y>
- Ofstad, T. A., Zuker, C. S., & Reiser, M. B. (2011). Visual place learning in *Drosophila melanogaster*. *Nature*, 474(7350), 204-207.

- Ostwald, M. M., Da Silva, C. R. B., & Seltsmann, K. C. (2024). How does climate change impact social bees and bee sociality? *Journal of Animal Ecology*, 93(11), 1610-1621. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.14160>
- Peng, F., & Chittka, L. (2017). A simple computational model of the bee mushroom body can explain seemingly complex forms of olfactory learning and memory. *Current Biology*, 27(2), 224-230.
- Ray, S., & Ferneyhough, B. (1997). The effects of age on olfactory learning and memory in the honey bee *Apis mellifera*. *Neuroreport*, 8(3), 789-793.
- Raza, M. F., Ali, M. A., Rady, A., Li, Z., Nie, H., & Su, S. (2022). Neurotransmitters receptors gene drive the olfactory learning behavior of honeybee. *Learning and Motivation*, 79, 101818.
- Reinhard, J., & Claudianos, C. (2012). Molecular Insights into Honey Bee Brain Plasticity. İçinde C. G. Galizia, D. Eisenhardt, & M. Giurfa (Ed.), *Honeybee Neurobiology and Behavior* (ss. 359-372). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2099-2_27
- Siviter, H., Koricheva, J., Brown, M. J. F., & Leadbeater, E. (2018). Quantifying the impact of pesticides on learning and memory in bees. *Journal of Applied Ecology*, 55(6), 2812-2821. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13193>
- Smith, B. H., Huerta, R., Bazhenov, M., & Sinakevitch, I. (2012). Distributed Plasticity for Olfactory Learning and Memory in the Honey Bee Brain. İçinde C. G. Galizia, D. Eisenhardt, & M. Giurfa (Ed.), *Honeybee Neurobiology and Behavior* (ss. 393-408). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2099-2_30
- Stanley, D. A., Smith, K. E., & Raine, N. E. (2015). Bumblebee learning and memory is impaired by chronic exposure to a neonicotinoid pesticide. *Scientific Reports*, 5(1), 16508.
- Tedjakumala, S. R., & Giurfa, M. (2013). Rules and mechanisms of punishment learning in honey bees: the aversive conditioning of the sting extension response. *Journal of Experimental Biology*, 216(16), 2985-2997.
- Wenseleers, T., Ratnieks, F. L. W., Ribeiro, M. D. F., Alves, D. D. A., & Imperatriz-Fonseca, V.-L. (2005). Working-class royalty: Bees beat the caste system. *Biology Letters*, 1(2), 125-128. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2004.0281>

Williamson, S. M., & Wright, G. A. (2013). Exposure to multiple cholinergic pesticides impairs olfactory learning and memory in honeybees. *Journal of Experimental Biology*, 216(10), 1799-1807.

BÖLÜM 4

MARALFALFA (*Pennisetum hybridum*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Doç. Dr. Mahir ÖZKURT¹

Arş. Gör. Yasir TUFAN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17610250>

¹ Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye ORCID:0000-0003-0058-3026, m.ozkurt@alparslan.edu.tr

² Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi , Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş, Türkiye . y.tufan@alparslan.edu.tr, orcid id: 0000-0002-0897-9466

GİRİŞ

Dünya genelinde artan nüfus, kentleşme ve tüketim alışkanlıklarındaki değişim, hayvansal ürünlere olan talebi giderek artırmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, 2024) verilerine göre dünya nüfusu 2050 yılında yaklaşık 9,7 milyara ulaşacak ve hayvansal ürün talebi mevcut düzeyin %50 üzerinde olacaktır. Bu artışın karşılanabilmesi için, yem üretiminin de paralel şekilde artırılması gerekmektedir. Nitekim günümüzde dünya tarım alanlarının yaklaşık %70'i hayvancılıkla ilişkili olup, bunun büyük kısmı yem üretimine tahsis edilmektedir (FAO, 2020).

Hayvancılığın sürdürülebilirliği açısından en kritik girdilerden biri kaba yem üretimidir. Kaba yem açığı, hayvansal verimliliğin düşmesine, yem maliyetlerinin artmasına ve sonuç olarak üreticilerin ekonomik açıdan zorlanmasına neden olmaktadır. Türkiye özelinde bakıldığında, 2022 yılı itibarıyla ülkemizde toplam hayvan varlığının kaba yem ihtiyacı yaklaşık 70–75 milyon ton kuru madde düzeyindeyken, mevcut üretim miktarı 55–58 milyon ton civarındadır (Anonim, 2022). Bu da Türkiye'nin yıllık kaba yem açığının 12–15 milyon ton kuru madde olduğunu göstermektedir. Yem açığı büyük oranda kaliteli kaba yem üretiminin yetersizliği ile ilişkilidir.

Türkiye'de en yaygın kullanılan yem bitkileri yonca (*Medicago sativa* L.), mısır silajı (*Zea mays* L.), sudan otu (*Sorghum sudanense*) ve çeşitli çayır-mera otlarıdır. Ancak bu bitkilerin her birinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin, yonca yüksek protein içeriğiyle öne çıkmakta fakat yeşil ot verimi sınırlı kalmaktadır. Mısır silajı yüksek verimli olmakla birlikte tek yıllık oluşu nedeniyle her yıl yeniden ekim gerektirmekte ve girdi maliyetlerini artırmaktadır. Sudan otu ve sorgum ise kurak koşullarda avantaj sağlasa da protein oranı ve sindirilebilirliği sınırlıdır. Bu bağlamda, hem yüksek verim hem de besleme açısından tatmin edici değerlere sahip yeni türlerin tarımsal üretime kazandırılması stratejik bir gereklilik haline gelmiştir.

Bu çerçevede, tropik kökenli bir C4 fotosentetik mekanizmaya sahip olan Maralfalfa otu (*Pennisetum hybridum*) son yıllarda dikkat çeken alternatif yem bitkilerinden biri olarak öne çıkmaktadır. İlk olarak Kolombiya'da seçilmiş ve daha sonra Küba, Nikaragua ve Meksika gibi ülkelerde yaygınlaştırılmıştır. Literatürde “Elephant grass hybrid”, “Giant King Grass” veya “King grass” gibi adlarla da anılan bu tür, aslında *Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum* melezidir (Hanna et al., 2017). Bitkinin en belirgin

özellği yüksek biyokütle verimi ve çok yıllık gelişim göstererek 5–7 yıl boyunca aynı alandan ürün alınabilmesidir.

Dünya genelinde yapılan araştırmalar Maralfalfa'nın sadece hayvancılıkta değil, aynı zamanda biyokütle enerjisi üretiminde de alternatif bir kaynak olabileceğini göstermektedir. Örneğin, Küba'da yürütülen çalışmalarda yıllık kuru madde veriminin 50–60 ton/ha düzeyinde olduğu ve biyogaz üretiminde mısır silajına kıyasla daha yüksek metan verimi sağladığı rapor edilmiştir (Escobar et al., 2016). Afrika'da ise özellikle Tanzanya ve Kenya'da hayvancılıkta süt verimini artırmak amacıyla yem bitkisi olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır (Mutimura and Everson, 2012). Asya'da ise Filipinler ve Hindistan'da adaptasyon çalışmaları yürütölmekte, özellikle süt sığırlarının beslenmesinde yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır.

Türkiye'de Maralfalfa üzerine yapılan denemeler, bitkinin özellikle Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yüksek verim sağladığını ortaya koymaktadır. İzmir koşullarında yürütölen bir araştırmada yeşil ot verimi 220–260 ton/ha, kuru madde verimi 38–45 ton/ha, protein oranı ise %11–13 arasında bulunmuştur (Kavut ve ark., 2021). Antalya koşullarında yapılan çalışmada ise yıllık kuru madde verimi 46 ton/ha'a kadar ulaşmıştır (Yıldız ve ark., 2022). Buna karşılık Konya gibi İç Anadolu'nun soğuk iklim koşullarında, özellikle don zararına bağılı olarak kuru madde verimi 25–30 ton/ha seviyelerine düşmektedir (Demir ve ark., 2021). Bu sonuçlar, Maralfalfa'nın Türkiye'de daha çok ılıman ve sulanabilir tarım alanlarında başarıyla yetiştirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Besleme açısından değerlendirildiğinde, Maralfalfa silajının büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar tarafından yüksek oranda tüketildiğı, iştahla yendiğı ve sindirilebilirlik açısından kabul edilebilir düzeylerde olduğu bildirilmektedir. Ham protein oranı %11–14 arasında değişmekte, sindirilebilirlik oranı %60–65 civarında seyretmektedir. Her ne kadar protein oranı yoncaya göre düşük olsa da, yüksek verimi sayesinde hektar başına toplam protein üretimi açısından oldukça rekabetçidir. Ayrıca yapılan bazı araştırmalar, Maralfalfa silajının süt verimini artırmada mısır silajına kıyasla daha avantajlı olduğunu göstermektedir (Karakaya ve ark., 2020).

Maralfalfa'nın önemi yalnızca hayvansal üretimle sınırlı değildir. Bitkinin çevresel katkıları da dikkate değerdir. Yoğun kök sistemi sayesinde toprak erozyonunu önlemede etkilidir. Ayrıca yüksek karbon fiksasyon

kapasitesiyle iklim değişikliğiyle mücadelede rol oynayabilir. Tropik kökenli C4 bir tür olması nedeniyle fotosentez etkinliği yüksektir ve birim alanda diğer birçok yem bitkisine göre daha fazla karbon bağlayabilmektedir. Bunun yanında, biyokütle enerjisi üretiminde kullanımı, tarımsal çeşitliliğe katkı sağlamakta ve yenilenebilir enerji kaynakları arasında alternatif oluşturmaktadır (Hanna et al., 2017).

Sonuç olarak, Maralfalfa otu (*Pennisetum hybridum*), dünya genelinde ve Türkiye’de yem açığının kapatılmasına yönelik önemli bir alternatif olarak görülmektedir. Yüksek verim potansiyeli, çok yıllık oluşu, hayvansal besleme açısından sağladığı katkılar ve çevresel avantajları ile dikkat çekmektedir. Bu bölümde Maralfalfa’nın botanik özellikleri, yetiştiricilik teknikleri, verim ve besleme değerleri, Türkiye’deki deneme sonuçları ve ekosistem katkıları ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır.

BOTANİK ÖZELLİKLER

Taksonomik Sınıflandırma ve Kökeni

Maralfalfa otu, Poaceae (Gramineae) familyasına ait olup, cins düzeyinde *Pennisetum* içerisinde yer almaktadır. Türün bilimsel adı *Pennisetum hybridum* olup, çoğunlukla *Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum* melezinden türediği kabul edilmektedir (Hanna et al., 2017). Bu melezleme sayesinde hem yüksek biyokütle verimi hem de besleme açısından tatmin edici kalite özellikleri bir araya getirilmiştir. Literatürde farklı bölgelerde Elephant grass hybrid, King grass, Giant King Grass, Napier hybrid gibi adlarla da tanımlanmaktadır (Botero et al. 2021).

Bitkinin kökeni tropik Amerika’ya, özellikle Kolombiya ve Küba’da yürütülen seleksiyon çalışmalarına dayanmaktadır. Daha sonra Nikaragua, Meksika, Brezilya ve diğer Latin Amerika ülkelerine, oradan da Asya ve Afrika’ya yayılmıştır. Türkiye’ye girişinin ise 2000’li yılların başında deneme amaçlı materyallerin ithaliyle gerçekleştiği bilinmektedir (Palacios et al. 2013).

Morfolojik Özellikler

Maralfalfa, yapısal özellikleriyle klasik *Pennisetum purpureum* (Napier grass) türüne büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Ancak bazı farklılıklar, özellikle gövde kalınlığı, yaprak uzunluğu ve biyokütle verimi açısından belirgindir (Mendoza et al. 2016).

Gövde: Çok yıllık, kalın ve sert yapılıdır. Ortalama gövde çapı 2–3 cm arasında değişirken, boyu uygun koşullarda 3–5 m’ye ulaşabilmektedir. Gövdeler yoğun şekilde kardeşlenir ve sık bitki örtüsü oluşturur.

Yaprak: Yapraklar geniş şerit formunda, uzunluğu 80–120 cm, genişliği 3–5 cm arasında değişmektedir. Yaprak yüzeyi tüysüz veya hafif pürüzlü olabilir. Yaprak ayasında belirgin orta damar ve ince paralel damarlanma vardır.

Kök Sistemi: Lifli ve oldukça gelişmiş bir kök sistemine sahiptir. Toprak profilinde 1,5–2 m derinliğe kadar inebilir. Bu özellik, hem kuraklık toleransını artırır hem de toprak erozyonunu önlemede avantaj sağlar.

Çiçeklenme: Maralfalfa genellikle vejetatif olarak çoğaltılır ve tohum bağlama eğilimi düşüktür. Çiçeklenme oldukça seyrek olup, oluşan çiçekler kısırdır. Bu nedenle bitki üretimi genellikle çelik (gövde parçaları) veya vejetatif fidan ile yapılır.

Morfolojik açıdan Maralfalfa, “dev yem otu” görünümünde olup, özellikle silajlık üretimde büyük avantaj sağlamaktadır.

Fizyolojik Özellikler

Maralfalfa, C4 fotosentez mekanizmasına sahip bir bitkidir. Bu durum, sıcak ve güneşli ortamlarda yüksek fotosentez etkinliği göstermesini sağlar. C4 bitkilerinde karbondioksit bağlanması bundle sheath hücrelerinde gerçekleştiğinden, fotosentez su kullanım etkinliği (WUE) ve ışık kullanma etkinliği (RUE) bakımından C3 bitkilerine kıyasla daha yüksektir.

Büyüme dinamikleri açısından Maralfalfa, özellikle yüksek sıcaklık ve uzun gün koşullarında hızlı gelişim gösterir. Ege ve Akdeniz bölgelerinde yılda 5–7 biçim, Güneydoğu Anadolu’da ise 4–5 biçim yapılabilir. İç Anadolu gibi soğuk bölgelerde ise yıllık biçim sayısı 2–3 ile sınırlı kalmaktadır.

Fotosentez ve büyüme performansının yanında, bitkinin yüksek su ihtiyacı da dikkate değerdir. Sulama yapılmadığında verim ciddi oranda düşmekte, fakat buna rağmen kuraklık stresine karşı tamamen duyarlı değildir; kök yapısı sayesinde kısa süreli su yetersizliklerini tolere edebilir.

Adaptasyon Yetenekleri

Maralfalfa’nın ekolojik adaptasyonu, genetik kökeninin tropik bölgelerden gelmesi nedeniyle ılıman ve sıcak iklimlerle sınırlıdır. Ancak

yapılan çalışmalar, farklı çevre koşullarına da belirli ölçüde uyum sağlayabildiğini göstermektedir.

İklim: Optimum gelişme sıcaklığı 25–35 °C arasındadır. 15 °C'nin altındaki sıcaklıklarda gelişim hızı düşmekte, 5 °C'nin altında ise don zararına uğramaktadır. Bu nedenle Türkiye'de en uygun yetiştirme alanları Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleridir.

Toprak: Organik maddece zengin, iyi drene edilmiş alüvyal topraklarda yüksek verim vermektedir. Ancak killi ve ağır topraklarda da gelişim gösterebilir. Bitki pH 5,5–7,5 arasında optimum değerler sağlamaktadır.

Su İhtiyacı: Yıllık 1000–1500 mm su ihtiyacı bulunmaktadır. Sulama koşullarında maksimum verim potansiyeli açığa çıkar. Yağışın yetersiz olduğu alanlarda mutlaka sulama gereklidir.

Stres Faktörleri: Kısa süreli kuraklığa dayanıklıdır, fakat uzun süreli su stresi ciddi verim kayıplarına yol açar. Tuzluluğa orta derecede tolerans gösterebilir.

Diğer Pennisetum Türleriyle Karşılaştırmalı Özellikleri

Maralfalfa, yakın akrabası olan *Pennisetum purpureum* (Napier grass) ve *Pennisetum glaucum* (İtalyan darısı veya pearl millet) ile bazı benzerlikler taşımaktadır. Ancak yapılan morfolojik ve verim karşılaştırmalarında şu özellikler öne çıkmaktadır:

- Napier grass'a göre: Daha yüksek yeşil ot verimi, daha kalın gövdeler, daha uzun yapraklar.
- Pearl millet'e göre: Çok daha yüksek biyokütle verimi fakat daha düşük tohum üretimi.
- Genel karşılaştırma: Maralfalfa, özellikle yüksek yeşil ot verimi (200–280 ton/ha) ve çok yıllık oluşu ile diğerlerinden ayrılmaktadır.

YETİŞTİRME TEKNİKLERİ

Maralfalfa (*Pennisetum hybridum*), yüksek verim potansiyeline sahip olması nedeniyle yem bitkileri içerisinde özel bir konumda bulunmaktadır. Ancak bu verimliliğin sağlanabilmesi için uygun yetiştirme tekniklerinin uygulanması gereklidir. Aşağıda toprak hazırlığından biçim yöntemlerine kadar ayrıntılı yetiştiricilik esasları sunulmaktadır.

Toprak Hazırlığı

Maralfalfa yetiştiriciliğinde toprak hazırlığı, verim ve kalite üzerinde doğrudan etkili olmaktadır.

Toprak İşleme: İlkbaharda toprak tavda iken derin sürüm (25–30 cm) yapılmalıdır. Ağır topraklarda taban taşlarının kırılması amacıyla alttan patlatma ile işleme tavsiye edilmektedir.

İkincil İşleme: Yüzeysel tırmık veya diskaro çekilerek tohum yatağı hazırlanır. Toprak yüzeyi düzgün ve sıkı olmalıdır.

Toprak Analizi: Maralfalfa yetiştiriciliği yapılacak alanlarda mutlaka toprak analizi yapılmalı ve gübreleme buna göre planlanmalıdır.

Çoğaltma Yöntemleri

Maralfalfa genellikle vejetatif olarak çoğaltılmaktadır, çünkü tohum verimi düşüktür ve oluşan tohumlar genellikle kısırdır.

- **Çelikle Çoğaltma:** En yaygın yöntemdir. Gövdeden 2–3 boğum içeren parçalar kesilerek doğrudan tarlaya dikilir. Dikim derinliği 8–12 cm, sıra arası 70–100 cm, sıra üzeri 40–60 cm olacak şekilde ayarlanır.
- **Fidanla Çoğaltma:** Seralarda köklendirilmiş fidanlar tarlaya şaşırtılabilir. Bu yöntem daha az tercih edilse de özellikle araştırma denemelerinde kullanılmaktadır.
- **Dikim Zamanı:** Ilıman bölgelerde mart–nisan aylarında, geç don riskinin ortadan kalktığı dönemlerde yapılmalıdır.

Sulama Yönetimi

Maralfalfa'nın yüksek verim potansiyelini ortaya koyabilmesi için sulama şarttır.

- **Su İhtiyacı:** Yıllık toplam 1000–1500 mm suya ihtiyaç duyar.
- **Sulama Yöntemleri:** Salma sulama yaygın olarak kullanılsa da, damla ve yağmurlama sulama yöntemleri su kullanım etkinliği açısından daha verimlidir.
- **Sulama Sıklığı:** Yaz aylarında 7–10 günde bir, bahar ve sonbaharda ise 15–20 günde bir sulama yapılması önerilmektedir.

Gübreleme Stratejileri

Maralfalfa, yoğun biyokütle üretimi nedeniyle yüksek besin elementi tüketir. Bu nedenle düzenli gübreleme gerekir.

- Azot (N): En kritik besin elementidir. Yıllık 250–350 kg/ha N verilmesi önerilmektedir. Azot uygulamaları biçim sonrası bölünerek yapılmalıdır.
- Fosfor (P_2O_5): Kök gelişimi ve kardeşlenme için gereklidir. Yıllık 80–100 kg/ha P_2O_5 uygulanmalıdır.
- Potasyum (K_2O): Bitki dayanıklılığı ve kalite için önemlidir. Yıllık 150–200 kg/ha K_2O verilmesi tavsiye edilmektedir.
- Organik Gübre: Çiftlik gübresi (20–30 ton/ha) dekara verimliliği artırır ve toprak yapısını iyileştirir.

Yabancı Ot, Hastalık ve Zararlılarla Mücadele

Maralfalfa yoğun gelişim gösterdiği için yabancı otlara karşı rekabet gücü yüksektir. Ancak özellikle ilk yıl yabancı ot kontrolü önemlidir.

- Yabancı Ot Kontrolü: Dikimden sonra yüzlek çıkan yabancı otlar çapalama veya uygun herbisitlerle kontrol edilmelidir.
- Hastalıklar: Tropik bölgelerde Fusarium spp. ve yaprak lekesi hastalıkları görülmektedir. Türkiye koşullarında ise önemli bir hastalık kaydı bulunmamaktadır.
- Zararlılar: Yaprak bitleri ve çekirgeler zarara neden olabilir. Zararlı yoğunluğu yüksek olduğunda biyolojik ve kimyasal mücadele uygulanabilir.

Biçim Teknikleri ve Otlatma Yönetimi

Maralfalfa, çok yıllık yapısı nedeniyle uzun süreli kullanım potansiyeline sahiptir. Ancak biçim zamanı ve biçim yüksekliği verim ve kalite üzerinde belirleyicidir (Geren ve ark. 2020; Fayos et al. 2023).

- İlk Biçim: Dikimden sonra 90–120 gün içinde ilk biçim yapılır.
- Sonraki Biçimler: İklima bağlı olarak 45–60 gün aralıklarla biçim yapılır.
- Biçim Yüksekliği: 15–20 cm anız yüksekliği bırakılmalıdır. Daha derin biçim kök ve kardeşlenme noktalarına zarar verir.

- Otlatma: Maralfalfa doğrudan olatmaya uygun değildir; genellikle silaj ve taze yeşil ot olarak değerlendirilir.

VERİM POTANSİYELİ VE BESLEME DEĞERİ

Maralfalfa (*Pennisetum hybridum*), yem bitkileri içerisinde olağanüstü biyokütle üretim kapasitesi ile öne çıkan türlerden biridir. Tropik kökenli olması nedeniyle uygun iklim ve yetiştirme koşullarında hektar başına yıllık 300–400 ton yeşil ot, 40–50 ton kuru madde verimine ulaşabilmektedir (Hanna et al., 2004; Kavut ve ark., 2021). Bu değerler, geleneksel olarak kullanılan mısır silajı, sudan otu ve sorgum gibi türlerin veriminden çok daha yüksektir.

Uluslararası Verim Potansiyeli

Latin Amerika: Kolombiya ve Meksika’da yapılan araştırmalarda maralfalfa’nın yıllık yeşil ot verimi 280–350 ton/ha arasında bulunmuş, kuru madde verimi ise 40–45 ton/ha olarak rapor edilmiştir (Tessem et al., 2010; Sierra et al., 2018).

Afrika: Nijerya ve Kenya’da yapılan çalışmalar, özellikle sulama yapılan koşullarda 300 ton/ha yeşil ot veriminin mümkün olduğunu göstermektedir.

Avrupa: İspanya ve Portekiz’de maralfalfa, kuraklığa dayanıklılığı nedeniyle alternatif yem bitkisi olarak yaygınlaşmaktadır. Bu bölgelerde ortalama verim 180–220 ton/ha’dır.

Bu sonuçlar, maralfalfa’nın ekolojik koşullara yüksek uyum gösterdiğini ve sulama-yetiştirme tekniklerine bağlı olarak verimin geniş aralıkta değiştiğini göstermektedir.

Türkiye Uygulamaları

Türkiye’de son yıllarda maralfalfa üzerine çeşitli üniversitelerde deneme çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, bitkinin özellikle sulama yapılan Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde son derece yüksek verim potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. Türkiye’de Maralfalfa verim sonuçları

Bölge	Yeşil Ot Verimi (ton/ha)	Kuru Madde Verimi (ton/ha)	Protein Oranı (%)	Kaynak
Ege (İzmir)	220–260	38–45	11–13	Kavut ve ark. (2021)
Akdeniz (Antalya)	250–280	40–46	12–14	Yıldız ve ark. (2022)
Güneydoğu (Şanlıurfa)	200–240	38–42	11–12	Karakaya ve ark. (2020)
İç Anadolu (Konya)	120–180 (don zararı sonrası)	25–30	10–11	Demir ve ark. (2021)

Bu veriler, özellikle don zararına açık bölgelerde verimin düştüğünü, sulama ve uygun iklim koşullarında ise mısır silajının yaklaşık 1,5–2 katı verim sağlandığını ortaya koymaktadır.

Besleme Değeri

Maralfalfa yalnızca yüksek verimiyle değil, aynı zamanda besleme değeriyle de öne çıkmaktadır.

- Ham Protein: %11–14 (Yonca: %18–22, Mısır silajı: %7–9)
- NDF (Nötr Detergent Lif): %58–65
- ADF (Asit Detergent Lif): %32–38
- Sindirilme Oranı: %60–65

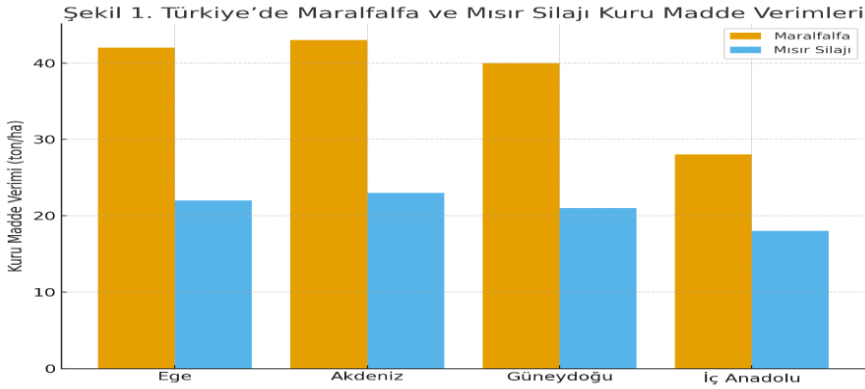
Protein açısından yoncanın gerisinde kalmasına rağmen, yüksek kuru madde üretimi bu açığı kapatmaktadır. Ayrıca sindirilebilirliği mısır silajına yakın veya bazı durumlarda daha yüksektir (Van Soest et al. 1991; Clavero and Razz 2009)

Tablo 2. Maralfalfa ve bazı yem bitkilerinin karşılaştırmalı besleme değerleri

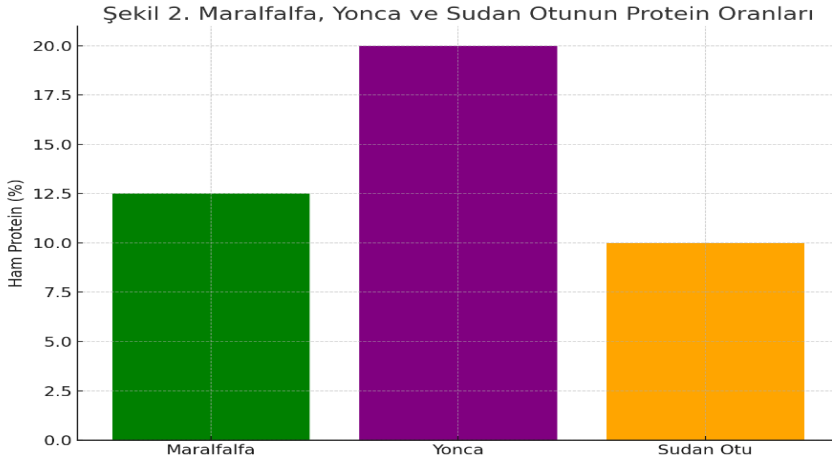
Tür	Yeşil Ot Verimi (ton/ha)	Kuru Madde Verimi (ton/ha)	Protein Oranı (%)	Sindirilebilirlik (%)
Maralfalfa	200–280	38–46	11–14	60–65
Mısır silajı	120–160	20–25	7–9	62–68
Yonca	60–80	15–20	18–22	65–70
Sudan otu	80–120	18–22	9–11	58–63
Sorgum	90–130	20–24	9–10	58–62

Tablodan görüleceği üzere maralfalfa, verimlilik bakımından tüm yem bitkilerini geride bırakırken, protein oranında yoncanın altında kalmaktadır. Bu nedenle son yıllarda yapılan araştırmalar, maralfalfa–yonca karışımlarının hem kaliteyi hem de verimliliği artırabileceğini göstermektedir (Criscioni ve ark. 2016).

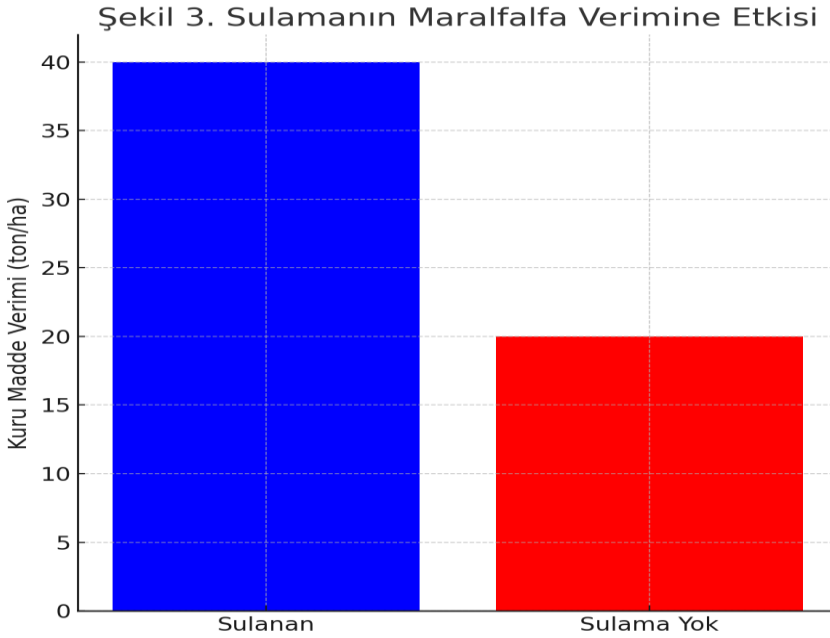
Grafiksel Değerlendirme



Şekil 1: Maralfalfa ve mısır silajı kuru madde verimlerinin karşılaştırması. Maralfalfa değerleri mısırın 1,5–2 katıdır (Mengistu ve ark. 2024).



Şekil 2: Maralfalfa, yonca ve sudan otunun protein oranlarının karşılaştırılması. Yonca üstün protein değerine sahipken, maralfalfa yüksek verimiyle açığı kapatmaktadır (Marquez wt al. 2007).



Şekil 3: Maralfalfa'nın sulama yapılan ve yapılmayan koşullardaki verim farkları. Sulama yapılan alanlarda verim yaklaşık iki katına çıkmaktadır.

ÇEVRESEL VE EKONOMİK BOYUTLAR

Çevresel Katkılar

a) Toprak Koruma ve Erozyon Önleme

Maralfalfa güçlü kök sistemi ve sıkı bitki örtüsü ile erozyon kontrolünde etkin rol oynar. Özellikle eğimli arazilerde ve marjinal topraklarda toprak kaybını azaltarak toprak organik maddesinin korunmasına katkıda bulunur.

b) Karbon Tutma Kapasitesi

Yüksek biyokütle üretimi sayesinde maralfalfa, fotosentez yoluyla atmosferden önemli miktarda CO₂ bağlama kapasitesine sahiptir. Yapılan çalışmalar, hektar başına yıllık 40–50 ton kuru madde üreten Maralfalfa'nın karbon tutma kapasitesinin mısırın yaklaşık iki katı olduğunu göstermektedir.

c) Su Kullanım Verimliliği

Her ne kadar yüksek verim için sulama gerektirse de, Maralfalfa suyu etkin kullanan bitkilerden biridir. Özellikle damla sulama ile birlikte birim su başına elde edilen kuru madde verimi, mısır silajına göre %25–30 daha fazladır.

d) Biyoenerji Potansiyeli

Maralfalfa yalnızca hayvan beslemede değil, aynı zamanda biyogaz ve biyoetanol üretimi için de kullanılabilir. Selüloz ve hemiselüloz oranının yüksek olması, onu yenilenebilir enerji kaynağı olarak değerli kılmaktadır.

Ekonomik Boyutlar

a) Yem Maliyeti Açısından Avantajlar

Hayvancılıkta en büyük maliyet kalemlerinden biri yemdir. Maralfalfa, hektar başına sağladığı yüksek verim sayesinde yem açığının kapatılmasına önemli katkı sunar.

- Mısır silajı üretiminde 1 ton kuru madde maliyeti ortalama 1.200–1.400 TL iken,
- Maralfalfa'da bu maliyet sulama koşullarında 700–800 TL'ye kadar düşmektedir.

b) İstihdam ve Çiftçi Gelirleri

Maralfalfa üretimi, özellikle sulama imkânı olan bölgelerde çiftçilere yüksek gelir potansiyeli sunar. Yıllık biçim sayısının fazla olması (6–8 biçim)

iş gücü ihtiyacını artırmakta, bu da kırsal istihdam açısından pozitif katkı sağlamaktadır.

c) Alternatif Kullanım Alanları

- Hayvansal üretim verimliliği: Süt veriminde %10–15 artış, canlı ağırlık artışında ise günlük 100–150 g ek kazanç sağlayabilmektedir.
- Enerji üretimi: 1 ton kuru maddeden 250–280 m³ biyogaz elde edilebilmektedir.
- Endüstriyel kullanım: Kâğıt ve biyoplastik üretimi için de araştırmalar yapılmaktadır.

Türkiye Perspektifi

Türkiye’de yem açığının yıllık 25–30 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Maralfalfa’nın yaygınlaştırılması:

- Bu açığın kapatılmasında stratejik rol oynayabilir,
- İthal yem hammaddelerine bağımlılığı azaltabilir,
- Çiftçi gelirlerini artırabilir,
- Tarımsal sürdürülebilirlik politikalarına katkı sağlayabilir.

SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFLER

Maralfalfa (*Pennisetum hybridum*), sahip olduğu yüksek biyokütle üretimi, iyi besleme değeri ve ekolojik adaptasyon kabiliyeti ile Türkiye’de yem bitkisi açığının kapatılmasında önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Özellikle sulama imkânı bulunan bölgelerde, mısır silajının neredeyse iki katı düzeyinde kuru madde verimi sağlayarak hem süt hem de et üretiminde ciddi artışlar ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, maralfalfa’nın potansiyelinin tam anlamıyla değerlendirilebilmesi için bazı sınırlılıkların da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bunların başında kış soğuklarına duyarlılık, tohum üretiminin sınırlı oluşu ve vegetatif çoğaltmaya dayalı üretim sistemleri gelmektedir. Özellikle İç Anadolu ve Doğu Anadolu gibi sert iklimli bölgelerde don zararları nedeniyle verim kayıpları yaşanabilmektedir.

Gelecek perspektif açısından:

Islah Çalışmaları

Soğuğa dayanıklı ve yüksek besleme değerine sahip yeni çeşitlerin geliştirilmesi,

Tohumla üretim imkânı sağlayacak genetik materyalin elde edilmesi, Maralfalfa'nın yaygınlaştırılmasında kritik öneme sahiptir.

Yetiştirme Tekniklerinin İyileştirilmesi

Sulama suyu verimliliğini artıran modern yöntemlerin (damla sulama, sensör tabanlı sulama sistemleri) kullanılması,

Gübreleme yönetiminde azot kullanım etkinliğinin artırılması, hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürülebilirlik sağlayacaktır.

Hayvansal Üretimde Entegrasyon

Maralfalfa'nın yonca ile birlikte yetiştirilmesi, protein açığının kapatılmasında stratejik bir çözüm olabilir.

Büyük ölçekli süt ve besi işletmelerinde düzenli silaj kaynağı olarak kullanılmasının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Politika ve Yayım Çalışmaları

Çiftçilere yönelik tanıtım ve demonstrasyon projeleri,

Tarımsal destekleme politikalarında maralfalfa'ya yer verilmesi, Türkiye'de bu bitkinin yaygınlaştırılmasında önemli rol oynayacaktır.

Sonuç olarak, Maralfalfa Türkiye'nin yem bitkisi deseni içinde stratejik bir potansiyele sahip yeni nesil bir yem bitkisi olarak değerlendirilebilir. Bilimsel araştırmaların artması, çiftçi uygulamalarının yaygınlaştırılması ve uygun tarımsal politikaların devreye girmesiyle birlikte, önümüzdeki yıllarda Türkiye hayvancılığında Maralfalfa'nın önemli bir paya sahip olacağı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim. (2022). Tarım ve Orman Bakanlığı, TAGEM. Yem Bitkileri Üretimi, Mevcut Durumu ve İklim Değişikliği Çalıştay Raporu. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Botero-Londoño, J. M., Celis-Celis, E. M., & Botero-Londoño, M. A. (2021). Nutritional quality, nutrient uptake and biomass production of *Pennisetum purpureum* cv. King grass. *Scientific Reports*, 11, 13799. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93301-w>
- Clavero, T., & Razz, R. (2009). Nutritive value of maralfalfa grass (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) under defoliation conditions. *Revista de la Facultad de Agronomía (Universidad del Zulia)*, 26(1), 78–87.
- Criscioni, P., Martí, J. V., Pérez-Baena, I., Palomares, J. L., Larsen, T., & Fernández, C. (2016). Replacement of alfalfa hay (*Medicago sativa*) with maralfalfa hay (*Pennisetum* sp.) in diets of lactating dairy goats. *Animal Feed Science and Technology*, 219, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.05.020>
- Demir, H., Kaya, A., & Yılmaz, F. (2021). İç Anadolu koşullarında Maralfalfa (*Pennisetum hybridum*) verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Dergisi*, 28(2), 145–153.
- FAO. (2020). The Food and Agriculture Organization. <https://www.fao.org/statistics/en/>
- FAO. (2024). The Food and Agriculture Organization. <https://www.fao.org/statistics/en/>
- Fayos-Febrer, J., Hidalgo-Ciecutti, F., & González-Rodríguez, J. (2023). Impact of harvest time on the dry matter content and nutritional composition of maralfalfa. [Open access preprint/peer-reviewed article].
- Geren, H., Kavut, Y. T., & Ünlü, H. B. (2020). Effect of different cutting intervals on the forage yield and some silage quality characteristics of giant king grass (*Pennisetum hybridum*) under Mediterranean climatic conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 25(1), 1–8. <https://doi.org/10.17557/tjfc.737467>
- Hanna, W. W., Gaines, T. P., Gonzalez, B., & Monson, W. G. (1984). Effect of ploidy on yield and quality of pearl millet × Napier grass hybrids.

- Agronomy Journal, 76(6), 969–972.
<https://doi.org/10.2134/agronj1984.00021962007600060024x>
- Karakaya, M., Doğan, Ş., & Özdemir, R. (2020). Güneydoğu Anadolu ekolojik koşullarında Maralfalfa'nın ot verimi ve besleme değerleri. *Zootekni Bilimleri Dergisi*, 7(1), 33–42.
- Kavut, Y. T., Sevimay, C. S., & Avcı, M. (2021). Ege Bölgesi koşullarında alternatif yem bitkisi olarak Maralfalfa'nın performansı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(3), 451–460.
- Marquez, F., Sánchez, J., Urbano, D., & Dávila, C. (2007). Evaluation of the cutting frequency and fertilization types on three elephant grass genotypes: Yield and protein content. *Zootecnia Tropica*, 25(4), 253–259.
- Mendoza-Grimón, V., Palacios-Díaz, M. P., & García, A. D. V. (2016). Mineral balance and absorption from soil of *Pennisetum* sp. under different stages. (Thesis/Report).
- Mengistu, G., Kebede, G., Faji, M., Feyissa, F., Mohammed, K., Kehaliew, A., Geleti, D., Minta, M., Balehegn, M., Rios, E. F., Adesogan, A. T., Dubeux, J. C. B., & Boote, K. J. (2024). Morphological characteristics, dry matter yield, and nutritive value of maralfalfa grass (*Pennisetum* spp.) grown under different planting densities in the central highlands of Ethiopia. *Frontiers in Animal Science*, 4, 1308911.
<https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1308911>
- Palacios-Díaz, M. P., Mendoza-Grimón, V., & Fernández-Vera, J. R. (2013). Effects of defoliation and nitrogen uptake on forage nutritive values of *Pennisetum* sp. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(2), 566–574.
- Tessema, Z. K., Mihret, J., & Solomon, M. (2010). Effect of defoliation frequency and height of cutting on growth, dry-matter yield and nutritive value of Napier grass (*Pennisetum purpureum*). *Grass and Forage Science*, 65(4), 421–430. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00761.x>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

Yıldız, H., Aksoy, A., & Çelik, M. (2022). Antalya koşullarında Maralfalfa (*Pennisetum hybridum*) yetiştiriciliği üzerine araştırmalar. Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 11(2), 87–96.

BÖLÜM 5

GİNE OTU (*Megathyrsus maximus*) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Arş. Gör. Yasir TUFAN¹

Doç. Dr. Mahir ÖZKURT²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17610321>

¹ Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye, ORCID: Orcid ID: 0000-0002-0897-9466, y.tufan@alparslan.edu.tr

² Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye, ORCID: 0000-0003-0058-3026, m.ozkurt@alparslan.edu.tr

GİRİŞ

Megathyrsus maximus, yaygın olarak Gine otu olarak bilinir, tropikal ve subtropikal iklimlere uygun çok yıllık bir yem otudur ve yüksek biyokütle üretim kapasitesi ve daha geniş bir adaptasyon yelpazesinin bulunması nedeniyle yaygın olarak otlatma ve yem bitkisi amaçları için yetiştirilir (Lopes ve ark., 2024). Türler, Poaceae (otlar, tahıllar ve tahıl akrabaları) ailesinin üyeleridir. Uyum kabiliyeti nedeniyle, ot en yaygın olarak süt ve et sığırı çiftliklerinde yetiştirilir ve kuraklıklarda bile yeniden büyüme kabiliyeti ve hem ot hem de otlatma otu olarak ikili kullanımı nedeniyle daha kurak dönemlerde bile sürdürülebilir bir yem kaynağı olmaya devam eder (Tomaszewska ve ark., 2021). Gine otu genotipleri son zamanlarda umut verici bir ürün olarak ün kazanmıştır. Bu türlerin araştırma ve geliştirilmesine halihazırda ilgi duyan Kolombiya, Nijerya, Tayland ve Brezilya gibi ülkeler, bu çeşit seçiminin iyi örnekleridir (Oyaniran 2024).



Şekil 1. *Megathyrsus maximus* bitkisine ait genel bir görsel

Türkiye için kuraklık projeksiyonları, 50 yıl içinde yem bitkisi desende ciddi değişiklikler gerekmektedir. (Anonim 2025). Hem su kullanım verimliliği hem de adaptasyon kapasitesi nedeniyle gine otu, kuraklığa karşı dirençli yem üretimi için stratejik bir türdür. Ayrıca, Türkiye’de yem bitkileri alanının tarımsal arazi içindeki payının hâlâ düşük olması ve mera/otlak sistemlerinin aşırı otlatma gibi olumsuzluklarla karşı karşıya olması, alternatif yem

bitkilerinin tanıtımını ve yaygınlaştırılmasını kritik hâle getirmektedir (Tufan 2023a).

Morfolojik olarak, Gine otu; 0,8 – 2,5 m'ye kadar boylanan, güçlü rizom ve kök sistemine ve C4 fotosentez tipne sahiptir (Şekil 1.). Yaprakları uzun ve mızraksı, çiçek salkımı panikula şeklindedir. Tür, yoğun türeme ve hızlı yeniden büyüme yeteneği; hem su tutma kapasitesinin artmasını hem de toprak erozyonunu azaltması için kök sistemi derinlere iner. Taksonomik olarak, geçmişte *Panicum maximum* ve *Urochloa maxima* adları altında bilinen türler; filogenetik ve genetik analizlerin sonuçlarına dayanarak tür *Megathyrsus* cinsine dahil edilmiştir .Cins içinde diploid ve tetraploid varyantlar bulunmaktadır (Carvajal 2021).



Şekil 2. *Megathyrsus maximus* bitkisine ait taksonomik sınıflandırma

Gine otu için ıslah çalışmaları kapsamında moleküler belirteçler, genetik haritalar ve gen bölgeleri ile ilgili araştırmalardan bahsedilmektedir. Öte yandan, ıslah çalışmalarında biyokütle üretimi, yem kalitesi ve kuraklık toleransı ile ilişkili genler üzerine yapılan çalışmalar önemli düzeyde ilerleme kaydetmiştir. Ayrıca, *M. maximus* ta kalite ve verim testleri değişen mevsimlere rağmen istikrarlı olduğu gözlemlenmiştir. Kurak veya düşük besin içeriğine sahip topraklar için, *M. maximus* 'un tamamen kuraklığa dayanıklı olmadığına işaret etmektedir. Ancak diğer türlerden daha fazla kuraklık toleransına sahiptir (Reinheimer 2006). Örneğin, toprak suyu seviyesi çok

düşük olduğunda veya toprağın nemli olduğu koşullarda optimal seviyeye ulaşır. Türkiye’de durumu ele aldığımızda, mevcut yem bitkisi üretimi toplamında dikkate alındığında, ülkemizde ihtiyaç duyulan kaba yem açığını kapatmaya yetmemektedir. Meraların aşırı otlatma baskısına maruz kalması, yem bitkisi ekiliş alanının yetersiz olması ve alternatif sıcak-iklim yem bitkilerinin henüz yeterince yaygınlaştırılmamış olması bu durumu daha da zorlaştırmaktadır (Tufan 2023b). Bu anlamda, *M. maximus* gibi tropikal/subtropikal adaptasyonlu türlerin, Türkiye’nin değişen iklim koşulları için hazırlık kapasitesini artırabilir niteliktedir. Kuraklık riski yüksek olan bölgelerde (örn. Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu’nun güney kesimleri) bu adaptasyonlu türlerin denenmesi ve sudan faydalanma ve soğuğa karşı tolerans ve lokal adaptasyon düzeylerinin belirlenmesi önemlidir.

Guinea grass yüksek protein oranı, düşük lif içeriği ve yüksek lezzetliliği ile dikkat çeker. Ham protein oranı %10–16, asit deterjan lif (ADF) oranı %30–40, nötral deterjan lif (NDF) oranı %55–65 civarındadır.

Simone ve ark. (2019), *M. maximus*’un 70 cm yükseklikte biçildiğinde optimum ham protein (%14,5) ve sindirilebilir organik madde oranı (%68) sağladığını belirtmiştir. Buna karşın 130 cm’de biçilen örneklerde lignin birikimi arttığı için sindirilebilirlik %55’e kadar düşmüştür. Guinea grass silajı, özellikle genç materyalden hazırlandığında iyi fermentasyon özellikleri gösterir. Kuru madde oranı %28–32 aralığında olduğunda pH 4,0 civarına iner ve laktik asit oranı yükselir. Laktik asit bakterisi inokulantlarının (özellikle *L. plantarum*) eklenmesi, fermentasyonu iyileştirir. Hayvan performansı açısından, *M. maximus* silajı veya taze otu ile beslenen sığır ve koyunlarda günlük canlı ağırlık artışı 0.9–1.2 kg/gün düzeyine ulaşabilir. Ara ekimle zerdeçal ve zencefilin dahil edilmesi, rumen mikrobiyal aktivitesini düzenleyerek metan üretimini azaltır ve yemden yararlanımı artırır (Abreu ve ark. 2023).

Türkiye’de *M. maximus*’un ıslah edilmesi, özellikle düşük suyla yüksek verim sağlayan kültürlerin adaptasyonu üzerine yapılacak çalışmalarla desteklenmelidir. Güney illerinde ikinci ürün olarak veya mera yenileme projelerinde bu türün yer alması, yem açığını azaltabilir.

Ayrıca bu bitkinin karbon sekestrasyonu potansiyeli de önemlidir. Araştırmalara göre, *M. maximus* yıllık ortalama 6–8 ton CO₂/ha karbon tutma kapasitesine sahiptir. Bu da hem mera rehabilitasyonunda hem de tarımsal

sürdürülebilirlik politikalarında değerli bir araç hâline getirmektedir (Pincay ve ark. 2024).

Türkiye’de yapılacak pilot denemeler ve yerel ıslah programları, bu türün gelecekteki yem stratejilerinde yerini güçlendirebilir. Böylece hem hayvansal üretimin sürekliliği hem de ekosistem dayanıklılığı artırılabilir.

M. maximus; yüksek adaptasyon yeteneği, çok yıllık oluşu ve biyokütle potansiyeli sayesinde iklim değişikliği bağlamında sürdürülebilir yem üretimi için güçlü bir adaydır. Türkiye gibi kuraklık riski yüksek bölgelerde, yem bitkileri deseninin yeniden gözden geçirilmesi kapsamında bu türün potansiyeli dikkatle değerlendirilmelidir. Ancak, dış literatürde yer alan adaptasyon, verim ve kalite bulgularının Türkiye koşullarına tam olarak uygulanabilirliği, yerel denemelerle doğrulanmalıdır.

EKOLOJİK İSTEKLER VE ADAPTASYON

Gine otu (*Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs), tropik ve subtropik bölgelerde yaygın olarak yetiştirilen, çok yıllık bir ottur (Gonzalez ve ark. 2021). Bu türün başarılı üretimi ve sürdürülebilir kullanımı için iklimsel, toprak ve yönetimsel koşulların iyi bilinmesi gerekmektedir.

M. maximus için optimum sıcaklık koşulları genellikle 25–30 °C aralığında bildirilmektedir. Yağış açısından, türün başarıyla yetiştirdiği yıllık toplam yağış miktarı literatürde genellikle ~900–1 500 mm aralığında olarak ifade edilmiştir. Ancak bazı kaynaklar, türün yıllık yağışı 600–1 750 mm olan alanlarda da adapte olabildiğini belirtmektedir. M. maximus yıllık yağışı 1 000 mm’yi aşan ve 4-5 aylık kurak dönemin bulunmadığı” koşullarda en iyi büyüme göstermektedir. Bununla birlikte bitki 400 mm’ye kadar düşen yağış koşullarında bile gelişimini sürdürebilir (Cruz ve ark. 2024).

Toprak Koşulları

M. maximus için toprak açısından en uygun koşullar şu şekilde özetlenebilir (Baungratz ve ark. 2023):

- İyi drene edilmiş (yani su tutma problemi olmayan), nemli ve verimli topraklar tercih edilir.
- Doku olarak, kumlu-tınlı yapılı topraklar idealdir; ağır killi, su tutan veya su altında kalma riski yüksek topraklar bu tür için uygunsuz olabilir.

- Toprak pH'sı açısından, tür genel olarak 5.0–7.5 aralığında iyi gelişme göstermektedir. Bununla birlikte literatürde “tolere edebildiği pH aralığı” veya “düşük pH'a toleransı” gibi ifadeler de yer almaktadır. Örneğin Feedipedia'da, düşük pH ve yüksek Al^{3+} doygunluğuna sahip topraklarda kireçleme uygulamasının önerildiği belirtilmiştir.

Işık ve Gölge Toleransı

M. maximus, açık alanlara ek olarak ağaç altı otlatma sistemleri gibi yarı gölgeli koşullarda da büyüyebilme kabiliyetine sahiptir. Örneğin:

- Tropikal foraj bitkileri rehberlerinde, türün açık alanda iyi büyüdüğü ancak gölgede verimin yaklaşık %50'ye düşebileceği ifadesi yer alır.
- M. maximus 'BRS Tamani' çeşidinde %0, %30, %45, %73 gölge seviyelerinde morfogenetik, fizyolojik ve biyokütle tepkilerini incelemiştir. Gölgeleme oranı %73'e çıktığında su kullanım etkinliği düşmüş; ancak morfolojik adaptasyonlar sayesinde tür gölgeli koşullarda da üretilebilir durumda bulunmuştur (Lopes 2024). Diğer bir genotip çalışması, %75 gölge altında stomatal kondüksiyon ve transpirasyon düşerken, spesifik yaprak alanı ve yaprak alanı gibi bazı yapısal değişimlerin arttığını göstermiştir.. Bu bulgular, bitkinin %25–50 gölge toleransı gösterdiği ifadesini literatürle desteklemektedir; ancak gölge oranının %70'in üstü olduğunda biyokütle üretiminde belirgin düşüş görülebileceği de vurgulanmalıdır (Soti ve Thomas 2022).

Kök Sistemi ve Kuraklığa Dayanıklılık

M. maximus'un kök sisteminin derinleşebilme kabiliyeti, özellikle su stresine ve yüzeysel kuraklığa dayanıklılık açısından önemlidir. Literatürde bu türün 1,5 m'ye kadar kök derinliği kazanabildiği belirtilmemekle birlikte kök sisteminin derinleşebildiği ve bu sayede kurak dönemlere karşı bir avantaj sağladığı değerlendirilmektedir (Silva ve ark. 2025).

EKİM ZAMANI VE TOPRAK HAZIRLIĞI

Toprak hazırlığında öncelikle derin sürümle kök gelişimini engelleyen taban sertliği ortadan kaldırılmalı, ardından diskaro veya tırmıkla düzgün bir tohum yatağı oluşturulmalıdır. Tohumlar oldukça küçük olduğu için ekim

derinliği 1–1.5 cm’yi geçmemelidir. Aşırı derin ekim, çimlenme yüzdesini ciddi biçimde düşürür (Soti ve Thomas, 2022). Aşırı derin ekim çimlenme yüzdesini ciddi ölçüde düşürmektedir. Bu durum, tohumun ışığa ya da oksijene erişiminin azalması ya da filizin toprak yüzeyine ulaşamaması şeklinde açıklanabilir.

Tohum ekimi elle serpme veya mibzerle yapılabilir. Sıra arası 40–50 cm, sıra üzeri 10–15 cm olacak şekilde bir düzen, hem otlatmaya hem de biçime uygun bir bitki sıklığı sağlar. Ekim sonrası hafif bir silindir geçilmesi, tohum-toprak temasını güçlendirerek çimlenme oranını artırır. İlk çimlenme genellikle 7–14 gün içinde gerçekleşir. Kurak veya düşük nemli koşullarda çıkış süresi uzayabilir. Bu dönemde sulama yapılabiliyorsa, toprak nemi 5–10 cm derinlikte sürekli nemli tutulmalıdır (Sant’Anna ve ark. 2025).

GÜBRELEME VE TOPRAK BESİN YÖNETİMİ

Megathyrsus maximus, yüksek biyokütle üretimi için yoğun besin maddesi talep eden bir türdür. Özellikle azot (N) ve potasyum (K), bitkinin büyüme performansı ve yeniden sürgün verme kapasitesi üzerinde belirleyici rol oynar.

Azot (N): Azot uygulaması, yaprak alan indeksi, kardeşlenme sayısı ve ham protein oranı gibi üretim ve kalite parametrelerini doğrudan etkiler. Örneğin, azot uygulaması yapılmayan durumlarda biyokütle üretimi ve bitki kalitesi düşmektedir. (Baungratz et al., 2023) ResearchGate Ayrıca, azot gübrelemesinin farklı zamanlamalarda uygulanmasının kök rezervlerine ve büyüme dinamiklerine etkisi araştırılmıştır; bu türde azot, başlıca sınırlayıcı makro-besindir (Lopes et al., 2024).

Fosfor (P): Kurulum aşamasında fosforun kritik bir rolü vardır. Fosfor eksikliği, kök sisteminin gelişimini sınırlar ve erken dönem büyümeyi olumsuz etkileyebilir. Özellikle topraklarda düşük P durumu varsa, kurulum aşamasında P gübrelemesi önemli bir stratejidir.

Potasyum (K): Potasyum, osmotik denge, stomaların su yönetimi ve kuraklık stresine karşı dayanıklılık gibi fizyolojik işlevlerde önemli bir makro-besindir. Çalışmalarda N ve K uygulamalarının birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir; örneğin, Mombaça ve Zuri çeşitleri üzerinde yapılan bir

çalışmada N ve K kombinasyonlarının üretimi maksimize ettiği bulunmuştur. (Mota ve ark., 2023)

Toprak analizi sonucu gübre uygulamaları yapılmalıdır. Çoğu literatürde spesifik olarak “dekara 6–8 kg N, 3–4 kg P₂O₅ ve 6–8 kg K₂O” gibi öneriler yer almasa da, yukarıdaki tür için toprak verimliliğini korumak amacıyla dengeli bir NPK uygulaması önerilmektedir. Ayrıca kurak dönemlerde yapraktan potasyum destekli mikro-besinler (örneğin çinko (Zn), mangan (Mn) ve bor (B)) uygulanması, bitkinin fotosentetik aktivitesini ve stress toleransını destekleyebilir.

BIÇIM ZAMANI VE HASAT YÖNETİMİ

Bitkinin ilk biçimi, genellikle ekimden yaklaşık 8–12 hafta sonrasında, bitki boyunun 60–80 cm seviyesine ulaştığı dönemde yapılması idealdir. Bu erken biçim, bitkide ham protein oranının ve sindirilebilirliğin en yüksek olduğu dönemdir. Çünkü olgunlaşma ilerledikçe selüloz ve lignin oranı artmakta, buna bağlı olarak yem sindirilebilirliği düşmektedir. Örneğin, bir çalışmada *Megathyrus maximus* (Guinea grass) için 90 günlük biçim zamanının ham protein oranını koruduğu gözlemlenmiştir (Ojo ve ark. 2023).

Biçim sonrası bitki üzerinde yaklaşık 10 cm sap bırakılması, yeni sürgünlerin daha hızlı ve düzgün şekilde gelişmesini teşvik eder. Tropik koşullarda uygun sulama ve gübreleme ile yılda 4–6 biçim alınabilirken; orta enlemlerde, örneğin Türkiye koşullarında, sulama ve gübre yönetimi iyi yapılırsa yılda 3–4 biçim alınması mümkündür (Macedo 2022).

Silaj üretimi açısından, hasat sırasında kıyım uzunluğu yaklaşık 2 cm olmalı ve yoğunluk yaklaşık 490–500 kg/m³ hedeflenmelidir. Ayrıca silaj inokulantı olarak *Lactobacillus plantarum* ve *Pediococcus pentosaceus* kullanımı, lactic asit fermentasyonunu destekler, pH'yı daha hızlı düşürür ve böylece silajın stabilitesini artırır. *M. maximus*, 45–50 cm yüksekliğe ulaştığında otlatmaya uygundur. Otlatma sonrası bitkinin 15–20 cm yükseklikte kalması, kök rezervlerinin korunması için idealdir (Patiño ve ark. 2022).

HASTALIKLAR VE ZARARLILAR

Megathyrus maximus, genel olarak dayanıklı bir bitki olmasına karşın yüksek nem, sık ekim ve yetersiz hava sirkülasyonu koşullarında çeşitli hastalıklara maruz kalabilir. En yaygın patojenler arasında *Fusarium*, *Rhizoctonia* ve *Helminthosporium* türleri bulunur (Soti, 2021). Bu mantar

türleri kök ve taç çürüklüklerine neden olur. Özellikle suyun uzun süre toprakta kalması ve drenaj yetersizliği hastalık riskini artırır.

Korunma ve yönetim önlemleri:

- Ekim öncesi tohumların fungusit ile muamelesi
- Uygun sıra aralığı (40–50 cm) ve iyi hava dolaşımı
- Drenaj kanallarının oluşturulması
- Biçim sonrası sap kalıntılarının tarladan uzaklaştırılması

Zararlılar arasında yaprak emiciler (Aphididae), çekirgeler (Acrididae), yaprak delici tırtıllar (Spodoptera sp.) ve kök kurtları (Melolonthidae larvaları) öne çıkar. Biyolojik mücadelede *Bacillus thuringiensis* ve doğal yırtıcılar (örneğin *Coccinellidae*) kullanılabilir. Kimyasal mücadele yalnızca yoğun popülasyonlarda ve hedefe yönelik olarak önerilir.

Bazı bölgelerde *M. maximus*'un kendisi istilacı davranışlar sergileyerek yerel türlerle rekabete girebilir. Özellikle nemli tropik alanlarda yangın rejimlerini değiştirerek ekosistem dengesini etkilediği bildirilmiştir (Rhodes et al., 2021). Bu nedenle kontrollü üretim ve alan yönetimi esastır.

Hastalıklar

a) Kök / Taç Çürüklükleri

- Toprakta aşırı nem, su birikmesi veya zayıf drenaj koşulları, kök ve taç (bitkinin toprak üstü/toprak altı geçiş kısmı) dokularının çürümesine yol açabilir. Bu tür çürüklüklerin başlıca etmenleri arasında *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp. gibi mantarlar yer alır.
- Bu hastalıklar, köklerin işlevini yitirmesine, su ve besin alımının bozulmasına, buda sararma, solgunluk ve verim düşüşü ile sonuçlanabilir.
- Örneğin genel kök çürüklüğü literatür analizleri, “root rot complex” adlı çoklu patojenler grubunun ürün kayıplarına neden olabileceğini göstermiştir. MDPI
- Guinea grass özelinde spesifik olarak az sayıda çalışmada yaprak lekesi ya da kök çürüklüğü bildirilmiştir; örneğin bir çalışma, bu türde *Bipolaris yamadae* tarafından yaprak lekesi etkisi görüldüğünü rapor etmiştir. SpringerLink

Belirtiler:

- Yapraklarda nekrotik kahverengi lekeler, özellikle yaprak kınında ya da kenarlarında görülebilir. SpringerLink
- Köklerin koyu kahverengiye veya siyaha dönüşmesi, yumuşama, kötü koku ve bitkinin genel hâlde gerilemesi.
- Su birikmesi olan alanlarda bitki zayıf çıkabilir, yeni sürgün verme başarısı düşük olabilir.

Yönetim önerileri:

- Ekim alanında yüksek drenaj sağlamaya dikkat edin; su birikimini önlemek için drenaj kanalları oluşturun.
- İlk dikim aşamasında veya yeni sahalarda fungusitli tohum muamelesi düşünülebilir; ancak mantar teşhis sonrası doğru etmen belirlenmeli.
- Toprak ve kök drenajı düzeltildiğinde hastalık baskısı azalabilir; bitki sıklığını uygun şekilde ayarlayın, hava sirkülasyonunu artırın.
- Hastalıklı sap ve kök kalıntılarını sahadan çıkarın, toprak altında patojen rezervi oluşmasını engelleyin.

Yaprak Leke Hastalıkları

- Bir çalışmada, Guinea grass'ta yapraklarda kahverengi leke hastalığı (brown leaf spot) olarak saptanmış ve bitkide küçük nekrotik lekeler olduğu, bu durumun bitki ölümüne kadar varabileceği bildirilmiştir (da Silva ve ark. 2025).
- Bu tür hastalıklar hem tohum yoluyla hem de rüzgâr, yağmur yolu ile yayılabilir; bitki kalıntılarında patojen barındırma riski vardır.

Belirtiler:

- Yaprak yüzeyinde küçük, dairesel ya da düzensiz kahverengi-siyah lekeler, genellikle kenarlarda veya orta damara yakın oluşabilir.
- Lekeler genişleyerek sararmış halkalara dönüşebilir; yoğun hastalık baskısında bitki gelişimi geriler.

Yönetim önerileri:

- Hastalıklı yaprakları tespit edince erken dönemde kaldırmak, sahadan uzaklaştırmak.
- Hava ve ışık sirkülasyonunun iyi olacağı şekilde bitki sıklığını düzenlemek.

- Gübreleme programında dengeli azot-fosfor-potasyum sağlamak; bazı hastalıklarda aşırı azot kullanımının hastalık baskısını artırabileceği bildirilmiştir (Jamstho 2021).

Zararlılar

Yaprak Emiciler (Aphididae)

- Yaprak emici böcekler, bitkinin yaprak sap ve sapçıklarından beslenerek bitkinin zayıflamasına neden olabilir.
- Sürgün ve genç yapraklara zarar vererek gelişmeyi ve fotosentezi olumsuz etkileyebilir.

Çekirgeler (Acrididae) & Yaprak Delici Tırtıllar (örneğin Spodoptera frugiperda) bu tip otçul böcekler, yaprak yüzeyini ve sapları yiyerek ciddi defoliasyon (yaprak dökümü) oluşturabilir.

Kök Kurtları (Melolonthidae larvaları)

- Toprak altında larva dönemi geçiren bu zararlılar, kök sistemine zarar vererek bitkinin sabitlenmesini ve besin-su alımını bozar.

Yönetim önerileri:

- Biyolojik mücadele yolları olarak *Bacillus thuringiensis* ile tırtıl/kelebek larvalarına karşı etkinlik sağlanabilir; ayrıca doğal yırtıcı böcekler (örneğin Coccinellidae – uğur böcekleri) desteklenebilir.
- Kimyasal mücadele yalnızca yoğun zararlı popülasyonu oluştuğunda, hekime/bitki koruma uzmanına danışılarak hedefe yönelik uygulanmalıdır.
- Tarla çevresinde zararlıların barınabileceği yabancı otları ve kalıntıları azaltmak, zararlı baskısını önleme açısından yardımcıdır.

KAYNAKLAR

- Abreu, J. G. de, Kazama, D. C. da S., Peixoto, W. M., Assis, L. M. B., Baldissarelli, V. Z., Butzge, J. L., Herrera, D. M. & Herrera, L. D. S. (2023). NIRS Estimation of the Nutritive Value of *Megathyrsus maximus* (Syn. *Panicum* sp.) Forages. *Journal of Experimental Agriculture International*, 45(8), 126-137. DOI:10.9734/jeai/2023/v45i82165.
- Akinde, S. T., Akingbade, A. A., Binuomote, T. R., Adedeji, T. A., Adewumi, A. O., Idowu, W., & Rasheed, A. S. (2025). In vitro digestibility of *Megathyrsus maximus* interplanted with turmeric and/or ginger at varying cutting ages and planting years. *African Journal of Agricultural Science and Food Research*, 20(1), 130–138.
- Anonim 2025. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Kuraklık Analizi (SPI/SPEI değerlendirmeleri; son güncelleme 14.10.2025). Erişim: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx> Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- Baungratz, A. R., Borba, L. P., Menezes, B. M., Souza, C., Porsch, J. L. M., Venturini, T., et al. (2023). Production and morphogenetic traits of *Megathyrsus maximus* “Aruana” with nitrogen fertilization in silvopastoral and full-sun systems. *Semina: Ciências Agrárias*, 44(3), 1207-1224.
- Carvajal-Tapia, J. I., Mazabel, J., & Vivas-Quila, N. J. (2021). Classification of *Megathyrsus maximus* accessions grown in the Colombian dry tropical forest by nutritional assessment during contrasting seasons. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 684747. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.684747> Frontiers
- Cruz, P. J. R., Anésio, A. H. C., Santos, M. V., & Dumont, M. A. (2024). Grazing management of *Megathyrsus maximus* BRS Tamani under shading: Effects of morphogenetic, physiological, and herbage characteristics. *Agroforestry Systems*, 98, 2087-2096. <https://doi.org/10.1007/s10457-024-00991-y> SpringerLink+1
- da Silva, H.R., Frontado, N.E.V., Tico, M.A. et al. Behavior of *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani to brown leaf spot, caused by *Bipolaris*

- yamadae, as a function of nitrogen fertilization doses. *J Plant Pathol* 107, 1413–1421 (2025). <https://doi.org/10.1007/s42161-025-01913-2>
- González Marcillo, R. L., Castro Guamán, W. E., Guerrero Pincay, A. E., Vera Zambrano, P. A., Ortiz Naveda, N. R., & Guamán Rivera, S. A. (2021). Assessment of Guinea Grass *Panicum maximum* under Silvopastoral Systems in Combination with Two Management Systems in Orellana Province, Ecuador. *Agriculture*, 11(2), 117. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020117>
- Jamtsho, T. (2021). A review on past, present and future approaches for Aphids management. *Journal of Entomological Research*. <https://doi.org/10.5958/0974-4576.2021.00053.0>
- Lopes, A. R., Lage Filho, N. M., Rêgo, A. C., Domingues, F. N., Silva, N. C., Caixeta, N., & Silva, W. L. (2024). Effect of nitrogen fertilization and shading on morphogenesis, structure and leaf anatomy of *Megathyrus maximus* genotypes Tamani and Quênia. *Frontiers in Plant Science*, 15, Article 1411952. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1411952>
- Macedo, V. H. M., Lage Filho, N. M., Cunha, A. M. Q., Lopes, M. N., da Silva, R. G., Cutrim Junior, J. A. A., Faturi, C., Cândido, M. J. D., & do Rêgo, A. C. (2022). Agrometeorological and Agronomic Characterization of *Megathyrus* Grasses Cultivated in Tropical Humid and Semi-Arid Conditions: A Multivariate Approach. *Frontiers in plant science*, 13, 809377. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.809377>
- Mota, L. J. M., Mota, L. G., Gomes, L. D., Alves-Silva, G. B., Moura, A. B. O., Camargo, S. P., ... Cabral, C. E. A. (2023). Nitrogen and potassium in maintenance fertilization of *Megathyrus maximus* cultivars. *FAO AGRIS*.
- Ojo, V., Kolawole, A., Adeyemi, T., Idowu, O., Adeoye, S., Oyaniran, D., ... Dada, F. (2023). Response of *Megathyrus maximus* to organic fertilizer application rate and age at harvest in the humid zone of Nigeria. *Asian Journal of Crop Science*, 15(2), 43-49. <https://doi.org/10.3923/ajcs.2023.43.49>
- Oyaniran, D. K., Ojo, V. O., Adelusi, O. O., Adeyemi, T. A., & Aderinboye, R. Y. (2024). Effects of phenological stages and ensiling length on chemical composition of *Megathyrus maximus* ensiled with *Moringa oleifera* at different proportions. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 46, e64467.

- Patiño-Pardo, René Mauricio and Benítez-Ríos, Yesid José and Valdés-Vargas, Elkin David, 20220533426, Spanish; Castilian, Journal article, Colombia, doi:10.21897/rmvz.2654, 1909-0544 0122-0268, 27, (3), Monteria, Revista MVZ Cordoba, University of Cordoba, *Megathyrus maximus* silages: effect of cutting time and microbial inoculation., (2022), e2654
- Pincay Ronquillo, T., Gavilánez Buñay, T., Verdecía Acosta, D. M., Chacón Marcheco, E., Ramírez de la Ribera, J. L. & Herrera, R. S. (2024). Comportamiento productivo, caracterización química, digestibilidad y aporte energético del *Megathyrus maximus* vc. Tanzania a diferentes edades de rebrote en ambas estaciones del año. Cuban Journal of Agricultural Science, 58. Epub 01 August 2024.
- Reinheimer, R., Malcomber, S. T., & Kellogg, E. A. (2006). Evidence for distinct roles of the SEPALLATA gene LEAFY HULL STERILE1 in *Eleusine indica* and *Megathyrus maximus* (Poaceae). *Evolution & development*, 8(3), 293-303.
- Sant'Anna, M. A. C., Carlis, M. S. d. P., Polizel, D. M., Ferreira, E. M., & da Luz, P. A. (2025). *Megathyrus maximus* addition in total mixed ration on performance, metabolism, and quality of lamb carcasses. *Ciência Rural*, 55(3), e20240594.
- Silva, G. B. A., Camargo, S. P., Gomes da Silva, I. A., Mota, L. G., Duarte, C. F. D., & Cabral, C. E. A. (2025). Which primary macronutrient should be prioritized when establishing *Megathyrus maximus* cultivars? *Brazilian Journal of Development*, 11(7), 1–20.
- Simon, B. K., & Jacobs, S. W. (2003). *Megathyrus*, a new generic name for *Panicum* subgenus *Megathyrus*. *Austrobaileya*, 6(3), 571-574.
- Simone ZERA, F., Trombeta BETTIOL, J. V., & de Barros SANT'ANNA, C. (2019). Potencial Alelopático Do Capim-Camalote Na Germinação E No Desenvolvimento Inicial De Alface E Capim-Colonião. *Nucleus* (16786602), 16(1).
- Soti, P., & Thomas, V. (2022). Review of the invasive forage grass Guinea grass (*Megathyrus maximus*): Ecology and potential impacts in arid and semi-arid regions. *Weed Research*, 62, 68–74.
- Tomaszewska, P., Pellny, T. K., Hernández, L. M., Mitchell, R. A., Castiblanco, V., de Vega, J. J., ... & Heslop-Harrison, P. (2021). Flow

cytometry-based determination of ploidy from dried leaf specimens in genomically complex collections of the tropical forage grass *Urochloa* sl. *Genes*, 12(7), 957.

Tufan, Y., Kurt, A. N., & Özkurt, M. (2023)a. Sürdürülebilir tarım açısından yem bitkilerinin önemi. Uluslararası Güncel Akademik Çalışmalar Konferansı, 19-20.

Tufan, Y., Özkurt, M., Karadağ, Y. (2023)b. Karaağaçlı Köyü Merasının Tahsis Amaç Değişikliğinin Değerlendirilmesi. 3rd International Conference on Scientific and Academic Research. (pp. 1059–1063). in Turkish.

BÖLÜM 6

KEREVİZ (*Apium graveolens* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Prof. Dr. Duran KATAR¹

Doç. Dr. Mustafa YAŞAR²

Dr. Nimet KATAR³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17610423>

¹ Eskişehir Orhangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir/Türkiye, ORCID: 0000-0003-1340-8040, dkatar@ogu.edu.tr

² Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye, ORCID: 0000-0001-9348-7978, mustafa.yasar@alparslan.edu.tr

³ Eskişehir Orhangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir/Türkiye, ORCID: 0000-0003-1340-8040, dkatar@ogu.edu.tr

Âlem: Plantae

Bölüm: Angiosperms

Sınıf: Magnoliopsida

Takım: Araliales

Familya: Apiaceae

Cins: Apium

Tür: *Apium graveolens* var. *rapaceum* (kök kereviz); *Apium graveolens* L. var. *dulce* (sap kereviz); *Apium graveolens* L. var. *secalinum* Alef. (yaprak kereviz) (Rozek, 2007a; Engindeniz, 2008; Kooti et al., 2014; Christine, C., 2020)

GİRİŞ

Kereviz bitkisinin kökeni, İsveç, Mısır, Cezayir ve Etiyopya'ya ve Hindistan'a yayıldığı İtalya'nın bataklıkları olarak bilinmektedir. Kereviz bitkisi, 3.000 yıldan daha fazla zamandır özellikle tıbbi amaçlarla yetiştirilip tıbbi amaçlarla kullanıldığı bilinmektedir. Bitki, 1600'lı yıllardan itibaren başta Fransa olmak üzere birçok ülkede gıda/sebze olarak yetiştirilmeye başlanmıştır. Bitkinin özellikle tohum ve köklerinin aynı şekilde tıbbi olarak kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır. Tüketicilerin sağlıklı gıdalara yönelik artan farkındalığı kaliteli kerevize olan talebin artışına neden olmaya devam etmektedir. Diyetlerdeki öneminin fark edilmesi ile birlikte kereviz bitkisinin taze olarak tüketimi de yaygınlaşmıştır. Amerika'da Kaliforniya'nın orta ve güney kıyı vadilerinde, Florida'da Michigan, Teksas ve Ohio gibi eyaletleri kereviz üretiminde başı çekmektedir. ABD'de yıllık yaklaşık 1 milyon ton kadar kereviz sebze şeklinde tüketilmektedir. ABD'de ticari olarak üretilen kerevizlerin büyük bir kısmı sap ve az miktarda da kök kerevizden oluşmakta olup, ticari çeşitlerin büyük bir kısmını da sap kerevizler oluşturmaktadır (Burden, 2006; Engindeniz, 2008; Christine, 2020).

FAYDALANMA YÖNLERİ

Kereviz, uzun yıllardır bilinen ve kendisinden geleneksel tıpta, gıda olarak ve dekoratif amaçlı kullanılan önemli bir kültür bitkisi olup, kereviz bitkisinin yaprak, sap, kök ve tohumlarından yararlanılmaktadır (Rozek et al., 2016). Kerevizin sap ve kökleri değişik şekillerde sebze olarak mutfaklarda tüketildiği gibi ve yaprakları da yeşillik olarak taze ve kurutularak/dondurularak da kullanılmaktadır. Ayrıca yapraklar kurutularak da birçok yemeklerde baharat olarak ve herbal çay olarak tüketilmektedir (Gelodar and Nazify Habib Abadi, 1997; Herbst, 2001; Beltagy et al., 2018; Christine, 2020). Kereviz bitkisi üzerinde yürütülen bilimsel çalışmalar, kerevizin obezitenin, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde, kan şekeri, kolesterol ve tansiyonun düşürülmesinde, kalbin güçlendirilmesinde kendisinden yararlanıldığını ortaya koymuştur (Christine, 2020). Ayrıca kerevizin antioksidan (Momin and Nair 2002; Yıldız et al. 2008, Nagella et al. 2012, Rozek et al., 2016), antibakteriyel (Bonjar, 2004, Mahdi, 2011, Rozek et al., 2016), antifungal (Afec et al. 1995; Rozek et al., 2016), antiulser (Baananou et al. 2013), antiparazitik (Saleh et al. 1985, Rozek et al., 2016) ve antiinflamatuvar etkilerinin bulunduğu dair çalışmalar da bulunmaktadır (Momin and Nair, 2001; Lans, 2006; Mencherini et al., 2007; Christine, 2020). Bitkinin sahip olduğu bu tıbbi özelliklerinin ise içerdiği limonen, selinen, furocoumarin glikozitleri, flavonoid, apigenin, apigenin, A ve C vitaminleri gibi bileşiklerden kaynaklandığı ifade edilmektedir. Sağlıklı diyetler için büyük öneme sahip olan ve bilinen birçok flavonun en önemli kaynaklarından birisi maydanoz ile birlikte kereviz bitkisidir (Mencherini et al., 2007; Sowbhagya et al., 2010; Kooti et al., 2014; Christine, 2020). Kereviz bitkisinin içerdiği flavonların çoğunlukla luteolin glikozitleri ve apigeninden oluştuğu bilinmektedir. Özellikle kereviz flavonoidi olarak bilinen apigeninin kerevizin birçok tıbbi aktivitesinden sorumlu olduğu kabul edilmektedir. Yapılan birçok araştırma, kerevizin başta yaprak ve tohumları olmak üzere kullanılan farklı organlarının kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, apigenin, luteolin, tanen, saponin ve kaempferol gibi bileşiklerin hücre güçlendirici özelliklere sahip olduğunu göstermektedir (Lans, 2006; Sowbhagya et al., 2010; Kooti et al., 2014; Christine, 2020). Kereviz bitkisinin içerdiği uçucu yağın antitümör, larvisit, nematisit ve fungusit aktiviteler gösteren ftalidler aynı zamanda bitkinin içerdiği uçucu yağın karakteristik kokusundan da sorumlu bileşikler olarak

bilinmektedir (Zheng et al., 1993; Momin and Nair 2002; Rozek et al., 2016). Son yıllarda kereviz, Kuzey Amerika ve Avrupa'da bir yeşillik ve sebze olarak hızla kullanımı yaygınlaşmaktadır. Sap kereviz (*Apium graveolens* var. *dulce*), ABD ve İngiltere'de daha yaygın olarak tüketilmektedir. Avrupa ülkelerinde ise kök kereviz çeşitleri (*Apium graveolens* var. *rapaceum*) tüketiciler tarafından daha çok tercih edilmekte ve pazarda daha yaygın olarak bulunmaktadır. Türkiye'de yaklaşık 10.000 hektarlık alanda kereviz üretimi yapılmaktadır. Türkiye, AB ülkelerinden Yunanistan, İngiltere, Hollanda, Belçika ve Fransa'ya kereviz ihracatı yapmaktadır (Engindeniz, 2008).

BİTKİSEL ÖZELLİKLERİ

Kereviz, kök ve sap üretme açısından tek yıllık ve tohum üretimi bakımından ise iki yıllık bir tıbbi, sebze ve baharat bitkisidir. Bitki, ilk yıl rozet yapraklar (50-60 cm uzunluğunda yüzden fazla) ve kök oluştururken, rozet döneminde vernalizasyon ihtiyacı karşılanan bitkiler ise birinci veya çoğunlukla ikinci yılda sapa kalkarak tohum oluşturmaktadır (Rozek et al., 2016). Bitkilerin boyu bu dönemde yetiştirilen çeşidin genetik potansiyeline, üretimin yapıldığı bölgenin iklim ve toprak koşullarına ve agroteknik uygulamalarına bağlı olarak 60-90 cm arasında değişmektedir. Sapa kalkmış bitkilerde dallanma da görülmektedir. Gerek ana sap ve gerekse yan dallar şemsiye şeklinde görünen çiçek topluluğu ile sona ermektedir. Bitki, kazık köklü bir bitki olmakla birlikte kökler toprağın çok fazla derinliğine inmemektedir. Bitkiyi besleyen köklerin büyük bir kısmı (%70-90) toprağın üst 20-30 cm'lik kısmında bulunmaktadır. Özellikle kök kerevizde kazık kök depo kök formunda olup, depo kökün üzerinde lifli saçak kökler bulunmaktadır. Bitkinin kazık köklü olması nedeniyle üretilen fidelerin şaşırtılması esnasında mümkün olduğunca köklerin zarar görmemesine dikkat edilmelidir. Çünkü fidelerin kökleri, şaşırtma esnasında zarar görecektir olursa bitkilerdeki kazık kök yapısı zayıflamakta ve saçak kök hâkim olmaktadır. Bu durum da bitkinin toprağın daha alt profillerinden su ve besin elementlerini alma gücünü zayıflatmaktadır (Anonim3; Herbst, 2001; Christine, 2020).



Resim 1. Kereviz Bitkisi (*Apium graveolens* L.) (Koleksiyon-Eskişehir)

Bitkide bilindiği gibi iki tip yaprak bulunmaktadır. Bitkide ilk yıl oluşan ve kök boğazından çıkan yapraklar rozet yapraklardır. Genelde ikinci yıl bitki sapa kalktıktan sonra ana sap ve yan dalların boğumlarından da gerçek yapraklar çıkmaktadır. Bitkinin yaprakları görüntü itibariyle maydanoz yaprağını andırmaktadır. Sap kerevizlerde rozet yapraklar oldukça iri ve yaprak sapları oldukça kalın ve etli bir yapı oluşturmuş olup, ürün olarak değerlendirilen kısmı da bu kalın ve etli yaprak saplarıdır. Gerçek yapraklar ise daha küçük yapraklardır. Gerçek yapraklar sapın boğumlarından karşılıklı olarak çıkmaktadır. Gerek rozet ve gerekse gerçek yaprak ayaları taze olarak çorbalarda, güveçlerde ve salatalarda kullanıldığı gibi kurutularak da baharat olarak kullanılmaktadır.



Resim 2. Kereviz Bitkisi (*Apium graveolens* L.) (Koleksiyon-Eskişehir)

Şemsiye şeklinde sap uçlarında oluşan çiçeklerin küçük ve çoğunlukla kenarları dişli ve beyaz renkli kaliksleri bulunmaktadır. Çiçekler beş adet taç yaprağa da sahiptir. Bitkinin çiçeklerinde yabancı tozlanma hâkimdir fakat kendine uyuşmaz da değildir. Bitkinin tohumları iki merikarpten oluşan şizokarp yapısındadır. Şizokarpın boyutları 1-2 mm dolayındadır (Anonim3; Beltagy et al., 2018; Christine, 2020).

İKLİM ve TOPRAK İSTEKLERİ

Kereviz bitkisinden uygun lezzet ve dokuda yüksek verimli ürün alabilmek için fazla miktarda suya, düşük sıcaklıklara ve uzun bir büyüme mevsimine ihtiyaç duyulmaktadır (Engindeniz, 2008). Uygun bir bitki gelişimi ve tohum üretimi için 10-15°C/22°C-25°C gece-gündüz sıcaklık koşulları optimumdur (Christine, 2020). Başarılı bir sap veya kök kereviz üretimi için ise vejetasyon (4-6 ay) döneminde 13-24°C arasında değişen sıcaklıklara sahip kurak dönemler içermeyen koşullar tercih edilmelidir. Optimum büyüme için

vejetasyon süresinin ortalaması olarak gündüz ortalama sıcaklıkların 16-22 °C dolayında olduğu bölgeler uygundur. Gece sıcaklıklarının ise 13-18°C olması uygundur. Kereviz bitkileri çok hafif donlara dayanıklı olsa da daha soğuk koşullara karşı oldukça hassastır. Gelişiminin ilk döneminde sıcaklığın 13°C'nin altında uzun süre kaldığı bölgeler kök veya sap kereviz üretimi için uygun değildir. Çünkü bu koşullar bitkinin vernalize olmasını sağlayarak ilk yıl sapa kalkmasını ve tohum üretmesini teşvik etmektedir. Diğer taraftan, günlük maksimum sıcaklıkların uzun süre 24°C'nin üzerinde seyretmesi sap ve köklerin daha lifli olmasını ve acı bir tat oluşumunu sağlayarak ürünün kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Kereviz, orta düzeyde solar radyasyonda iyi bir gelişme göstermektedir. Kereviz bitkisi solar radyasyondan/güneş ışığından sabah saatlerinde en iyi şekilde faydalanmaktadır. Güneşin yükselmesiyle artan ışık yoğunluğu bitkilerin fotosentezinde olumsuz etki oluşturmaktadır. Günde en az 6 saat kadar güneşlenme bitki gelişimi için gerekli olmakla birlikte mümkünse günün en sıcak dönemlerinde hafif gölgede kalmaktan da hoşlanmaktadır. Kereviz bitkisi sığ köklü bir bitki olup, genellikle su ihtiyacı yüksektir. Kısa bir süreli kuraklık streslerinden bile olumsuz etkilenmekte olup, uzun süre su stresi altında kalan bitkilerde büyüme hızı azalmakta ve saplar kuru ve lifli hale gelerek tadı acılaşmaktadır. Üretimin yapıldığı bölgenin iklim ve toprak koşullarına göre değişmekle birlikte gelişmenin ilk aylarında 100 mm ve sonraki aylarda ortalama 200 mm olacak şekilde toplam 700-900 mm suya ihtiyaç duymaktadır (Whitlock, 1979; Ryder, 1979; Lacy and Grafius, 1980; Anonim3; Wang et al., 2020; Qurie et al., 2024).

Hafif asitli (pH 5-7) ve humus bakımından zengin olan kumlu veya tınlı topraklar kereviz üretimi için en uygun topraklar olarak kabul edilmektedir. Kereviz bitkileri oldukça sığ köklü olmasına rağmen taban suyu sorunu olmayan ve yeterince nem içeren derin ve verimli topraklar uygundur. Başarılı bir kereviz yetiştiriciliği için toprağın yeterince organik madde (%4-5) içermesine de dikkat edilmelidir. Organik madde içeriği düşük olan tarlalar mutlaka organik madde uygulamaları (3-5 ton/da) ile iyileştirilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Çok ağır topraklar kereviz tarımında hem bitki gelişimini kısıtlaması ve hem de sonbahar aylarındaki yağışlı günlerde ürünün hasadını zorlaştırması nedeniyle tercih edilmemektedir. Diğer taraftan da kereviz toprak

tuzluluğuna duyarlı olup, orta veya yüksek tuzlu topraklarda başarılı bir üretimini yapmak mümkün değildir (Anonim1; Anonim3; Christine, 2020).

FİDE YETİŞTİRİCİLİĞİ

Kereviz bitkisi doğrudan tohumların tarlaya ekimi veya tohumlardan elde edilen fidelerin tarlaya şaşırtılması şeklinde üretilmektedir (Rozek, 2006). Bitkinin tohumlarının küçük olması, ilk gelişim döneminin oldukça yavaş olması dolayısıyla yabancı otlarla rekabetinin yetersizliği ve çıkıştan sonra karşılaşma ihtimali yüksek olan düşük sıcaklıklar nedeniyle vernalizasyon ihtiyacını karşılayarak sapa kalkması gibi olumsuzluklar nedeniyle doğrudan tohum ekimi yerine seralarda yetiştirilen fidelerin tarlaya şaşırtılması yoluyla yapılan üretim tercih edilmektedir. Fakat doğrudan tarlaya tohum ekimi yapılacak olursa iyi hazırlanmış tarlaya 50-100 g/da ekim normuyla hassas mibzerler kullanılarak sıraya ekim yapılabilir. Bitkinin tohumları 5-30 °C arasındaki sıcaklıklarda çimlenebilmesine rağmen kısa sürede çimlenip 2-3 hafta içerisinde çıkışını gerçekleştirebilmesi için sıcaklığın 18-20 °C olmasını istemektedir. Sıcaklık optimumdan uzaklaştıkça çimlenme süresi yaklaşık 4-5 haftayı bulmaktadır. Kereviz bitkisinin tohumları uygun koşullarda 5 yıl kadar uygun çimlenme oranına sahip olarak saklanabilse de mümkün olduğunca 1-3 yaşındaki tohumların kullanımı tercih edilmelidir. Çimlenme süresi boyunca tohum yatağının normal neme sahip olması sağlanmalıdır. Seralarda fidelerin yoğun solar radyasyondan olumsuz etkilenmemesi için gölgeleme yapılması sağlıklı fidelerin elde edilmesi için oldukça önemlidir. İklim kontrollü seralarda viyollere ekilecek tohumlardan yaklaşık 1,5-2,0 ay gibi bir sürede tarlaya dikilebilecek fideler üretilebilmektedir. Viyollere (54 cm³'lük gözlere) doğrudan tohumlar ekilebileceği gibi normal fideliklere ekilen tohumlar çimlenip çıkışını tamamladıktan sonra buradan alınan fideler viyollere dikilerek şaşırtılacak hale gelene kadar viyollerde büyütülebilmektedir (Rozek, 2007a). Bir dekar kereviz plantasyonu için ihtiyaç duyulan 8 000-12 000 fide elde edebilmek için 8-10 m²'lik bir fidelige ihtiyaç duyulmakta olup, 0,5-0,8 g/m² tohum hesabıyla tohum ekimi yapılmaktadır. Fideliklere tohum ekimi bölgelere göre değişen dikim tarihinden yaklaşık 1,5-2,0 ay öncesidir. Bu tarih, Eskişehir gibi bölgeler için şubat ayının ilk yarısıdır. Sahil bölgelerinde ise bu tarih aralık-ocak aylarıdır. Fidelik harçlarında 1/3 oranında ince kum ve 1/3 oranında organik madde bulunması yeterli sayıda sağlıklı fidelerin elde edilmesi için

oldukça önemlidir. Tohumların çimlenme problemlerini azaltmak için ekimden birkaç gün önce tohumlar bir gün süreyle su da bekletildikten sonra hafifçe kurutulup ekilmesi önerilmektedir. Fideliklerin susuz kalmamasına özen gösterilmelidir. Fakat aşırı sulamalarla oluşan rutubetin özellikle fungal hastalıkların teşvik edilmemesine de dikkat edilmelidir. Fideleri dikimden önce sıcaklığı düşürerek pişkinleştirmek yerine suyu azaltarak pişkinleştirmek tercih edilmelidir. Çünkü düşük sıcaklıklar bu bitkilerde sapa kalkmayı teşvik edebilmektedir (Anonim1; Anonim2, Anonim3).

TOPRAK HAZIRLIĞI

Tarımsal üretimde toprak işleme; toprağı havalandırmak, toprağın su kaybını azaltmak, suyun toprağı infiltrasyonunu arttırmak, yabancı otlarla mücadele etmek ve iyi bir tohum/fide/fidan yatağı hazırlamak için yapılmaktadır. Zamanında/tavında ve uygun aletlerle yapılacak olan iyi bir toprak işleme, yeterli sayıda tohumun çimlendirilip çıkışının sağlanması ve hasada kadar sürecek olan sağlıklı bir bitki büyüme ve gelişiminin temini için oldukça büyük bir öneme sahiptir (Altuntaş ve Dede, 2007). Bitkisel üretimde kârlılığı artırmada etkili olan en önemli uygulamalardan birisi de üretim sürecinde tüketilen enerji miktarını azaltmaktır. Bilindiğı gibi tarımsal üretimde kullanılan enerjinin azımsanamayacak kadarı, toprak işlemede kullanılmaktadır. Gereksiz toprak işlemeden kaçınılarak önemli düzeyde enerjinin tasarrufu sağlamak mümkündür. Toprak işlemede dikkat edilmesi gereken diğer önemli hususlardan biri de aşırı ve tavsız toprak işlemenin toprak strüktürü/agregatlı yapısı üzerinde oluşturduğu yıkıcı etkidir. Aynı şekilde yanlış ve zamansız toprak işleme erozyon riskini arttırarak tarımsal toprakların kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle özellikle erozyona açık alanlarda toprak işlenirken mümkün olduğunca az sayıda işleme yapmaya ve uygun alet-ekipman kullanılarak erozyonla oluşan toprak kaybını minimuma indirecek bir işleme metodu tercih etmeye özen gösterilmelidir. Özellikle sonbaharda yapılacak olan toprak işlemlerde toprağı alt-üst eden kulaklı pullukların yerine toprağı alttan yırtarak işleyen ve anızın bir kısmını toprağın yüzeyinde bırakan pullukların kullanılması önem taşımaktadır. Bu tip pullukların kullanılması ile işlenen topraklarda toprak erozyonu minimize edileceğı gibi yağışlardan elde edilecek suyun yüzey akışıyla kaybı da engellenmiş olacaktır. Çünkü kısmen toprağın yüzeyinde kalan anızlar suyun yüzey akışına geçmesini engelleyerek

toprağa infiltrasyonunu arttıracaktır (Engindeniz, 2008; Altuntaş ve ark., 2018). Kereviz bitkisi ülkemizde yazlık olarak dikimi yapılabilen önemli bir kültür bitkisidir. Toprak işlemede de bu durum dikkate alınmalıdır. Sonbaharda ön bitkinin hasat tarihi dikkate alınarak toprak tav açısından uygun olduğu en erken dönemde pullukla 25-30 cm derinden sürülerek kışa terk edilmelidir. İlkbaharda mümkün olduğunca erken tarihte 15-20 cm derinlikte yabancı ot kontrolü amaçlı bir sürüm yapıldıktan sonra kazayağı veya tırmıkla işlenerek toprak bitki dikimine hazır hale getirilmelidir (Zaman et al., 2002; Engindeniz, 2008).

DİKİM SIKLIĞI ve ZAMANI

Kereviz bitkisi, üretimde kullanılan bitkinin genotipine, yetiştirilme amacına (sap, kök ve tohum), üretim yapılan bölgenin ekolojik koşullarına ve yetiştiricilik uygulamalarına bağlı olarak sıra arası 20-100 cm ve sıra üzeri 15-75 cm olacak (1 500-30 000 bitki da⁻¹) şekilde dikilmektedir. Polonya’da yaprak kereviz (*Apium graveolens* L. var. *secalinum* Alef.) üretimi için yetiştirilen fideler mayıs ayının ilk yarısında sıra arası 25-20 cm ve sıra üzeri 20-15 cm olacak şekilde dikilmişlerdir (Rozek, 2007a). Eskişehir/Merkez koşullarında kök kereviz yetiştiriciliğinde fideler nisan ayının ilk yarısında ve 35 x 25 cm sıklığa dikilerek (yaklaşık 12 000 bitki da⁻¹) üretim yapılmaktadır. Tohum üretimi amaçlı yapılan dikimlerde hem sıra araları ve hem de sıra üzeri aralıklar daha geniş tutulmaktadır. Özellikle geniş alanlarda yapılan ticari üretimlerde tescilli tohumlar kullanılarak üretilen fideler dikim büyüklüğüne ulaştığında fideler daha önce hazırlanmış olan tarlalara fide dikim makineleriyle dikilmektedir (Gabr et al., 2021).

GÜBRELEME

Kereviz yetiştiriciliği yapılacak olan tarla toprağına analiz durumu dikkate alınarak öncelikle organik madde içeriğı düşük ise ön bitkinin hasadından hemen sonra 3-5 ton da⁻¹ hesabıyla çiftlik gübresi/kompost toprağın yüzeyine serilerek tırmıkla toprağı karıştırılmalıdır. Kereviz bitkisi topraktan oldukça fazla miktarda bitki besin elementi kaldırmakta olup, orta düzeyde verimli topraklara 8-20 kg da⁻¹ N, 3-4 kg da⁻¹ P ve 2 kg da⁻¹ K hesabıyla gübreleme yapılması tavsiye edilmektedir. Fosforlu ve potasyumlu gübrenin tümü ve azotlu gübrenin bir kısmı fide dikiminden önce toprağı verilmektedir. Azotlu gübrenin geri kalan kısmı ise üst gübre olarak fide dikiminden bir ay

sonra uygulanmaktadır (Christine, 2020). Polonya’da yürütülen bir yaprak kereviz (*Apium graveolens* L. var. *secalinum* Alef.) yetiştiriciliği çalışmasında dikim öncesi 12 kg da⁻¹ N, 10 kg da⁻¹ P₂O₅ ve 15 kg da⁻¹ K₂O hesabıyla gübrelemenin yapıldığı ifade edilmiştir. Bu çalışmada yıl içerisinde kereviz bitkileri 15 Temmuz, 14-15 Eylül ve 27-28 Ekim tarihlerinde olmak üzere üç kez hasat yapılmış olup, birinci ve ikinci hasattan sonra da 4 kg da⁻¹ N hesabıyla gübreleme yapılmıştır (Rozek, 2007a).

SULAMA

Kereviz, vejetasyon süresi boyunca fazlaca su talep eden bir bitkidir. Bitkiden yüksek verim ve kalitede bir ürün elde edilebilmesi için bölgenin yağış ve sıcaklık durumu ile toprak özellikleri dikkate alınarak bir sulama programları yapılmalıdır. Kereviz fidelerinin tarlaya şaşırtıldığı dönemlerde yeterli yağış yoksa ilk 2-3 gün içerisinde her gün sulama yapılarak 10-15 mm su verilmelidir. Aksi takdirde kurumalar nedeniyle fide kayıpları artacaktır. Hatta toprağın durumuna bağlı olarak bitkilerin dikiminden birkaç gün önce toprağı tarla kapasitesine (20-30 mm) getirmek için sulama yapmak zorunda da kalabilmektedir. Fidler tuttuktan sonra bitkilere ilk 1-2 aylık sürede haftalık 25 mm su verilmesi yeterli iken daha sonraki dönemlerde bu miktar 50 mm’ye çıkarılmaktadır. Bitkiler büyüdükçe, haftada 1-2 inç suya (sulama veya yağmur) ihtiyaç duyarlar. Bu da vejetasyon süresi boyunca 12-18 sulama demektir. Sulama yöntemi olarak ise damlama sulama önerilmektedir (Whitlock, 1979; Ryder, 1979; Lacy and Grafius, 1980; Anonim3; Christine, 2020; Wang et al., 2020; Qurie et al., 2024). Polonya’da yapılan bir çalışma, yaprak kereviz (*Apium graveolens* L. var. *secalinum* Alef.) üretiminde düzenli sulamanın (mayıs-temmuz aylarında her sulamada 15-20 mm ve daha sonraki aylarda ise 25 mm su verilerek 10-12 sulama) verimi yaklaşık %55-60 dolayında arttırdığını göstermiştir (Rozek, 2005; Rozek, 2007a).



Resim 2. Kereviz Bitkisi (*Apium graveolens* L.) Genel Görünüm (Koleksiyon-Eskişehir)

YABANCI OT KONTROLÜ

Kereviz yetiştiriciliğinde en önemli bakım işlemlerinden birisi de yabancı ot kontrolüdür. Kerevizde yabancı ot sorunu doğrudan tohumun tarlaya ekimi yöntemiyle üretiminde daha şiddetli olmakla birlikte yetiştirilen fidelerin tarlaya dikiminden sonraki ilk gelişimlerinin de yavaş olması nedeniyle önemli bir sorundur. Bu dönemdeki yağışların veya sulamaların etkisiyle topraktaki yabancı otlar hızla çimlenip çıkışını gerçekleştirerek araziye hâkim olmaktadır. Bu durum da kereviz bitkisinin gelişimi üzerinde olumsuz etkide bulunarak verim ve kalitede ciddi kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle dikimden önce kereviz ekilecek/dikilecek tarla belirlenirken öncelikle yabancı otlardan mümkün olduğunca temiz alanlar seçilmeye özen gösterilmelidir. Daha sonra da uygun yöntem ve toprak işleme aletleriyle üst üste yapılan toprak işlemlerle dikimden önce yabancı otlar toprağa karıştırılmalıdır. Bu tip önlemlere rağmen yine de yabancı otun sorun olacağı bilinen alanlarda plantasyon kurulacaksa sıra arası dikim mesafeleri yabancı otların traktörle veya çapa makineleri ile kontrol edilebileceği şekilde ayarlanmalıdır. Fakat çok seyrek dikim bilindiği gibi üretimde verimi düşürmektedir. Bu nedenle daha sık dikimlerde yabancı ot kontrolü ya insan gücüyle çapalama yaparak veya da geniş alanlarda üretim yapılıyorsa herbisitler kullanılarak yapılmaktadır. Sentetik herbisitlerin kullanımı ise ekolojik sistem üzerinde zamanla oluşturacağı olumsuzluklar dikkate alınarak son çare olarak düşünülmelidir.

(Stall, 2006; Aslanca ve Sarıbaş, 2011; Calabrese and Carito, A. 2013; Jaidka et al., 2018).

Herbisit kullanmadan yabancı otları kontrol etmede üretim tarlasında sıra aralarının malçlanması (polyetilen naylon ile kaplanması veya da değişik organik malç malzemeleri ile) da oldukça etkili bir metot olarak bilinmektedir. Malçlama ya fide dikiminden hemen sonra elle veya da fide dikimi esnasında malçlama yapabilen dikim makinalarıyla yapılabilmektedir. Malçlama masrafı başlangıçta yüksek görünmesine rağmen yabancı ot kontrol masraflarını hemen hemen tamamen ortadan kaldırması, ürün kalitesini artırması ve topraktaki nemi uzun süre koruması nedeniyle işçi ücretlilerinin yüksek olduğu veya işçi teminin güç olduğu yerlerde tercih edilmektedir. Özellikle organik maddeler malç olarak kullanıldığında bir mevsimde birden fazla malçlama yapılabilmektedir (Zaman et al., 2002; Stall, 2006; Engindeniz, 2008; Jaidka et al., 2018).

HASAT

Kereviz bitkisinde yetiştiricilik amaçlarına bağlı olarak hasat zamanları büyük farklılık göstermektedir. Tohum üretimi için yapılan kereviz tarımında bitkilerin hasadı ikinci yılda tohumların %80’ni açık kahverengine dönüşmeye başladığı zaman yapılmaktadır. Bu dönemde hasat edilen bitkiler tarlada birkaç gün kurutulduktan sonra harmanlanarak tohumlar elde edilmektedir. Yapılan çalışmalar 100-150 kg/da tohum veriminin mümkün olduğunu göstermektedir. Kereviz tohumları % 2-3 düzeyinde uçucu yağ içermektedir (Christine, 2020). Polonya’da yürütülen yaprak kereviz (*Apium graveolens* L. var. *secalinum* Alef.) üretimi çalışmasında plantasyonda yıl içerisinde kereviz bitkileri 15 Temmuz, 14-15 Eylül ve 27-28 Ekim tarihlerinde olmak üzere üç kez hasat edilmiş ve sulamasız koşullarda 5290-6340 kg da⁻¹ ve sulamalı koşullarda ise 7700-11970 kg da⁻¹ verimin elde edildiği ifade edilmiştir (Rozek, 2007a). Taze kök, sap ve yaprak kerevizler 0-2 °C’de ve %90-95 oranında nispi nem içeren depolarda saklanmalıdır (Christine, 2020). Eskişehir/Merkez koşullarında kök kereviz yetiştiriciliğinde hasat temmuz sonu ve ağustos başında yapılmakta olup, 6-10 ton da⁻¹ taze ürün alınmaktadır. Kereviz bitkisinin tohum ve yapraklarının uçucu yağ içerikleri üzerine yapılan çalışmalarda bitkinin tohumlarının % 2-3 düzeyinde uçucu yağ ve %15-17 dolayında da sabit yağ içerdiği ifade edilirken (Sowbhagya et al. 2007; Christine, 2020), kurutulmuş

yapraklarda %0,40, ayalarda %0.68 ve yaprak saplarının ise %0.24 dolayında uçucu yağ içerdiği ifade edilmektedir. Genotip, ekolojik koşullar ve yetiştiricilik uygulamalarına bağlı olarak belirli bir düzeyde farklılık göstermekle birlikte yaprak kerevizinin (*Apium graveolens* L. var. *secalinum* Alef.) uçucu yağında ana bileşenler monoterpenler olup, bunların arasında limonen ve mirsenin ön plana çıktığı tespit edilmiştir (Papamichail et al. 2000; Sowbhagya et al. 2007; Rozek, 2007b; Rozek et al., 2016). Kereviz tohumunun uçucu yağında mirsen, limonen, butil ftalit, pentil benzen ve β -karyofilen içerdiği ifade edilmektedir (Sowbhagya et al. 2007).

KAYNAKLAR

- Afec, U., Carmeli, S. and Aharoni, N., 1995. Columbianetin, a phytoalexin associated with celery resistance to pathogens during storage. *Phytochemistry*, 39(6), 1347–1350
- Altuntaş, E. ve Dede, S., 2007. Orta Karadeniz Geçit İklim Kuşağında İkinci Ürün Silajlık Mısır Tarımında Farklı Toprak İşleme ve Ekim Yöntemlerinin Toprak Özellikleri ve Verim Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(3), 283-295.
- Altuntaş, E., Özgöz, E. ve Dede, S., 2018. Orta Karadeniz Geçit İklim Kuşağında Silajlık Mısır Üretiminde Toprak İşle-menin Enerji Kullanım Etkinliğine Etkisi. *Selcuk J Agr Food Sci*, 32 (3), 238-248.
- Anonim1. <https://www.metgen.com.tr/wp-content/uploads/2019/08/kok-kereviz-yetistirciligi.pdf>
- Anonim2. <https://www.canr.msu.edu/uploads/resources/pdfs/celery2011.pdf>
- Anonim3. https://www.kznstd.gov.za/images/Documents/Horticulture/Veg_p rod/celery.pdf
- Aslancan, H. ve Sarıbaş, R., 2011. Lavanta Yetiştiriciliği. *Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*. Yayın No: 4, S:4.
- Baananou, S., Bouftira, I., Mahmoud, A., Boukef, K., Marongiu, B. and Boughattas, N.A., 2013. Antiulcerogenic and antibacterial activities of *Apium graveolens* essential oil and extract. *Nat. Prod. Res., Form. Nat. Prod. Lett.*, 27, 12, 1075–1083.
- Beltagy, N.K.I., Amal H. Mahmoud, A.H., Ghazi, A. and Metwalli, S. M., 2018. Using of Celery (*Apium graveolens* L) for Lowering Obesity of Experimental Rats. *J. Food and Dairy Sci., Mansoura Univ.*, Vol. 9 (2): 59-67.
- Bonjar, S., 2004. Evaluation of antibacterial properties of some medicinal plants used in Iran. *J. Ethnopharm.*, 94, 301–305.
- Burden, D., 2006. Celery profile-overview. [/http://www.agmrc.org/agmrc/commodity/vegetables/celery/celeryprofile.htmS](http://www.agmrc.org/agmrc/commodity/vegetables/celery/celeryprofile.htmS).
- Calabrese, N. and Carito, A., 2013. Yield evaluation of new seed propagated artichoke cultivars. *Acta Hortic.*, 983, 393–397

- Christine, C., 2020. Medicinal Plant: *Apium Graveolens* (Celery). Journal of Natural Product and Plant Resources, 10 (3): 1-2. (<http://www.scholarsresearchlibrary.com>)
- Engindeniz, S., 2008. Economic analysis of agrochemical use for weed control in field-grown celery: A case study for Turkey. Crop Protection Volume 27, Issues 3–5, Pages 377-384.
- Gabr, S.M., Elkhateb, H.A., Brenegi, S.H. and Aly, R.G., 2021. Growth, Yield and Quality of Two Globe Artichoke Cultivars as Affected by Gibberellic Acid, Naphthalene Acetic Acid, Benzyle Amino Purine and Seaweed Extract. Alex. J. Agric. Sci., Vol. 66, No. 3, pp. 61-75.
- Gelodar, G. and Nazify Habib Abadi, S., 1997. Effect of celery, apple tart and carrots on some biochemical parameters in diabetic rats. J Kerman Univ Med Sci.; 3(40): 114-119.
- Herbst, S.T., 2001. The new Food Lover's Companion :Comprehensive Definitions of Nearly 6,000 Food, Drink, and Culinary Terms. Barron's Cooking Guide. Hauppauge, NY: Barron's Educational Series.
- Jaidka, M., Kaur, R. and Sepat, S., 2018. Scientific Cultivation of Ginger (*Zingiber officinalis*). Chapter:32, p:191-197. ISBN 978-93-83168-17-0.
- Kooti, W., Ali-Akbari, S., Asadi-Samani, M., Ghadery, and Ashtary-Larky, D., 2014. A review on medicinal plant of *Apium graveolens*. Advanced Herbal Medicine, 2014; 1 (1): 48-59.
- Lacy, M. L. and Grafius, E. J., 1980. Disease and Insect Pests of Celery. M.S.U. Cooperative Ext. Service Bulletin E-1427. 8pp.
- Lans, C.A., 2006. Ethnomedicines used in Trinidad and Tobago for urinary problems and diabetes mellitus. J Ethnobiol Ethnomed. 2006; 2: 45.
- Mahdi, O.S., 2011. Evaluation of inhibitory activity of extracts of *Apium graveolens*, *Coriandrum sativum* and *Cuminum cyminum* against number of pathogenic bacteria. Kufa J. Vet. Med. Sci., 2, 2, 37–50.
- Mencherini, T., Cau, A., Bianco, G., Della Loggia, R., Aquino, R.P. and Autore, G., 2007. An extract of *Apium graveolens* var. *dulce* leaves: structure of the major constituent, apiin, and its antiinflammatory properties. J Pharm Pharmacol. 2007; 59(6): 891-7.
- Momin, R.A. and Nair, M.G., 2001. Mosquitocidal, nematocidal, and antifungal compounds from *Apium graveolens* L. seeds. J Agric Food Chem.; 49(1):142-5.

- Momin, R.A. and Nair, M.G., 2002. Antioxidant, cyclooxygenase and topoisomerase inhibitory compounds from *Apium graveolens* Linn. seeds. *Phytomedicine*, 9, 312–318.
- Nagella, P., Ahmad, A., Kim, S.J. and Chung, I.M., 2012. Chemical composition, antioxidant activity and larvicidal effects of essential oil from leaves of *Apium graveolens*. *Immunopharmacol. Immunotoxicol.*, 34, 2, 205–9.
- Papamichail, I., Louli V. and Magoulas, K., 2000. Supercritical fluid extraction of celery seed oil. *J. Supercrit. Fluids*, 18, 213–226.
- Qurie, M., Mukarker, G., Jaara, E., Mtour, A., Shweiki, A., Elyan, M., Bannoura, C., Shabanah, D., Nussibah, S., Nassar, A., Alassa, E., Saleh, S., Ayyad, Z. and Jebreen, S., 2024. Irrigation of Celery (*Apium Graveolens*) Plants with Aquaculture Effluent AQE Using Hydroponic System and Surface Drip Irrigation. *JCHR* (2024) 14(1), 3046-3054 | ISSN:2251-6727
- Rozek, E., 2005. Effect of irrigation on yielding of leaf celery (*Apium graveolens* L. var. *secalinum* Alef.). *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 515, *Rolnictwo LXXXVI*: 471- 475.
- Rozek, E., 2006. Cultivation of field-sowing leaf celery. *Folia Hort.*, Supl. 2: 107-112.
- Rozek, E., 2007a. Reaction of Leaf Celery (*Apium graveolens* L. var. *secalinum*) to Planting Density And Irrigation. vol. 66, 69-77 DOI: 10.2478/v10032-007-0009-5
- Rozek, E., 2007b. Content of some chemicals and essential oil in leaves of leaf celery *Apium graveolens* L.var. *secalinum* Alef. *Herba Pol.*, 53(3), 213–217
- Rozek, E., Nurzyńska-Wierdak, R., Sałata, A. and Gumiela, P., 2016. The Chemical Composition of The Essential Oil of Leaf Celery (*Apium graveolens* L. var. *secalinum* Alef.) Under The Plants' Irrigation and Harvesting Method. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 15(1) 2016, 147-157
- Ryder, E. J. 1979. Leafy Salad Vegetables. AVI Publishing.
- Saleh, M.M., Zwaving, J.H., Malingre, T.M. and Bos, R., 1985. The essential oil of *Apium graveolens* var. *secalinum* and its cercaricidal activity. *Pharm. Weekbl. Sci.*, 7, 277–279.

- Sowbhagya, H.B, Sampathu, S.R. and Krishnamurthy, N., 2007. Evaluation of size reduction on the yield and quality of celery seed oil. *J. Food Eng.*, 80, 1255–1260.
- Sowbhagya, H.B., Srinivas, P. and Krishnamurthy, N., 2010. Effect of enzymes on extraction of volatiles from celery seeds. *Food chemistry.*; 120(1): 230-234.
- Stall, W.M., 2006. Weed Control in Celery: HS202/WG027, rev. 10/2006 DOI:10.32473/edis-wg027-2006
- Wang, S., Luo, C., Xie, Y., Jiang, X., Wang, Y. and Wang, Q., 2020. Effects of Irrigation Techniques on Yield, Quality and Water Use Efficiency of Greenhouse Grown Celery (*Apium graveolens* L.). <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-32623/v1>
- Whitlock, A. 1979. Celery Grower Guide No. 6. Grower Books, 49 Doughty St., London, U.K. 93 pp.
- Yildiz, L., Baskan, K.S., Tütem, E. and Apak, R., 2008. Combined HPLC-CUPRAC (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay of parsley, celery leaves, and nettle. *Talanta*, 77, 304–313.
- Zaman, M.M., Masum, A. S. M. H, Ahmed, N.U., Salam, M. A. and Rahman, M. H. 2002. Effect of tillage and mulch on the growth and yield of ginger in the hilly area. *Online J. Biol. Sci.* 2(2): 121-123.
- Zheng, G-q., Kenney, P.M., Zhang, J. and Lam, L.K.T., 1993. Chemoprevention of benzo[a]pyrene – induced forestomach cancer in mice by natural phthalides from celery seed oil. *Nutr. Canc.*, 19, 1, 77–86.

BÖLÜM 7

LİMON NANESİ (*Mentha citrata* Ehrh.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Zir. Müh. Nevzat BURSALI¹

Prof. Dr. Duran KATAR²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17610562>

¹ Tepebaşı İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Eskişehir/Türkiye, ORCID: 0009-0009-9254-9749, nevzat_bursali@hotmail.com

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir/Türkiye, ORCID: 0000-0003-1340-8040 dkatar@ogu.edu.tr

Âlem: Plantae (Bitkiler)
Şube: Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)
Sınıf: Magnoliopsida (İki çenekliler)
Takım: Lamiales
Familya: Lamiaceae (Ballıbabagiller)
Cins: *Mentha*
Tür: *Mentha citrata* Ehrh. (Singh et al., 2003)

GİRİŞ

Lamiaceae familyasının *Mentha* cinsine ait olan türler 'Nane' ismiyle bilinmektedir. *Mentha* cinsine at türler Asya, Avrupa, Avustralya, Afrika ve Kuzey Amerika'da yayılış gösteren önemli aromatik bitki türler olarak bilinmektedir (Tutin et al., 1972; Šarić-kundalić et al., 2009a; Šarić-kundalić et al., 2009b). *Lamiaceae* familyasının *Mentha* cinsi içerisinde yaklaşık 25 farklı tür ve birkaç spontan (*M. × piperita*, *M. × villosa*, *M. × verticillata*, *M. × gentillis*, *M. × gracilis*) melez tür yer almaktadır. Bu türlerden *M. piperita*, *M. aquatica*, *M. spicata*, *M. rotundifolia*, *M. arvensis*, *M. pulegium*, *M. longifolia* ve *M. suaveolens* gibi bazı türler dünyada en yaygın şekilde bilinmekte ve farklı amaçlarla üretilip değişik şekillerde kendilerinden faydalanılmaktadır (Singh et al., 2003; Gobert et al., 2002; Tucker and Naczi, 2007; Lawrence, 2007; Eftekhari et al., 2021).

Dünyanın farklı bölgelerinde yaygın şekilde bilinip üretimi yapılan *Mentha* türlerinden biri olan *Mentha citrata* türü Avrupa ve İran arasındaki bölgenin doğal florasında yayılış göstermektedir. Ancak bu türün sahip olduğu tıbbi ve aromatik özellikleri nedeniyle dünyanın birçok bölgesinde uzun yıllardır kültürü yapılmakta ve zamanla da üretimin yapıldığı bölgelerin doğal florasında da yer aldığı kabul edilmektedir. Türkiye'de *Mentha spicata* ve *Mentha longifolia* gibi *Mentha*'nın birçok türünün özellikle Karadeniz, Marmara, Ege, İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerinde doğal olarak bulunduğu bilinmekle beraber *Mentha citrata*'nın doğal olarak vejetasyonda varlığıyla ilgili bilgiye rastlanmamıştır. *Mentha citrata*'nın Türkiye'deki yayılışı, kültürel plantasyonlar veya bahçe ortamlarıyla sınırlı olabileceği tahmin edilmektedir. *Mentha citrata* türü mutfak, tıbbi ve parfüm endüstrisinde kullanımları nedeniyle Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'nın çeşitli

bölgelerinde yaygın olarak kültüre yapılan bir *Mentha* türü olarak ön plana çıkmaktadır (Tucker and Naczi, 2007; Lawrence, 2007; Chaker et al., 2011; Eşit ve Katar, 2024a).

Diğer *Mentha* türlerinde olduğu gibi *Mentha citrata* türü de nemli toprakları ve yarı gölgeli alanları tercih etmekte olup, genellikle dere kenarları, sulak alanlar ve bahçe ortamlarında yetişmektedir. *Mentha* türleri geniş bir yayılım alanına sahip olup, IUCN Kırmızı Liste kategorisine göre, *Mentha* cinsine ait türler genellikle "Düşük Riskli" (Least Concern) kategorisinde yer almaktadır (Tutin et al., 1972; Singh and Nand, 1979; Sokovic et al., 2009; Ouakouak et al., 2019).

Limon Nanesinin kullanımı

Limon ninesi/bergamot ninesi (*Mentha citrata*), hoş limon kokusuyla bilinen önemli bir tıbbi aromatik bir bitkidir. Limon ninesi/bergamot ninesi tıbbi, mutfak ve endüstriyel alanlarda çeşitli kullanım alanlarına sahip bir kültür bitkisidir. *Lamiaceae* familyasının diğer nane türleri gibi tıbbi özelliklere sahip olan *Mentha citrata* geleneksel ve Ortodoks tıbbında çeşitli amaçlarla kullanıldığı bilinmektedir. Özellikle de limon benzeri kokusu nedeniyle rahatlatıcı etkiye sahiptir. Stresi azaltmak, zihinsel yorgunluğu hafifletmek ve ruh halini iyileştirmek için esansiyel yağı aromaterapide yaygın şekilde kullanılmaktadır. Yine sindirimi kolaylaştırmak, mide bulantısını azaltmak ve gaz sancılarını hafifletmek için yaprakları sıcak suya demlenerek bitki çayı olarak da tüketilmektedir. Bitkinin uçucu yağında bulunan bileşenler (özellikle linalool ve linalil asetat) hafif antiseptik ve iltihap önleyici özellikleri nedeniyle ciltlerdeki küçük tahrişlerin ya kas ağrıların giderilmesinde de kullanılabilir. Ayrıca soğuk algınlığı, burun tıkanıklığı veya hafif solunum yolu rahatsızlıklarında buhar inhalasyonu yoluyla kullanıla da kendisinden faydalanılmaktadır (Voirin et al., 1999; Garg et al., 2006; Gende et al., 2014; Al-Okbi et al., 2015; Benchikha et al., 2019; Eşit ve Katar, 2024b).

Mentha citrata'nın ferahlatıcı limon aroması bitkinin mutfakta çeşitli şekillerde kullanılmasını sağlamaktadır. Taze ya da kurutulmuş yaprakları herbal çayı olarak demlenmekte ve çay olarak içilmektedir. Ayrıca yaprakları soğuk içeceklerle (limonata, kokteyl) tat vermek için de eklenmektedir. Bitkinin taze yaprakları salatalara, soslara veya deniz ürünlerine tat vermek

için katılmaktadır. Özellikle Asya ve Akdeniz mutfaklarında aromatik bir baharat olarak tercih edildiği bilinmektedir. Kek, kurabiye veya dondurma gibi tatlılarda aroma verici olarak da katılmaktadır. Ayrıca yemek sunumlarında dekoratif ve aromatik bir garnitür olarak taze yaprakları kullanılmaktadır (Spencer et al., 1990; Shahbazi, 2015; Benchikha et al., 2019; Eşit ve Katar, 2024b).

Mentha citrata'nın esansiyel yağı, parfüm endüstrisinde kullanılımasının yanında sabun, losyon ve şampuan gibi kozmetik ürünlerde de hoş kokusu nedeniyle kullanıldığı bilinmektedir. Bitki hem baharat olarak ve hem de uçucu yağı gıda aroması olarak sakız, şekerleme ve içecek üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca doğal böcek kovucu özelliklere sahip olan esansiyel yağı sivrisinek ve diğer böcekleri uzaklaştırmak için de kullanılabilir (Katoch et al., 1978; Schuhmacher et al., 2003; Ouakouak et al., 2019; Eşit ve Katar, 2024a).

Mentha citrata, bahçelerde hem dekoratif hem de işlevsel bir bitki olarak yetiştirilmektedir. Hoş kokusuyla bahçeye ferahlık katmanın yanı sıra böcekleri de uzak tutma özelliğine sahiptir. Ayrıca hızlı yayılan rizomlu bir bitki olması nedeniyle tarımsal üretimde canlı malç ve toprak örtücü olarak da kullanılabilir (Desousa barros et al., 2015; Al-Okbi et al., 2015; Benchikha et al., 2019).

Geleneksel olarak *Mentha citrata* Avrupa ve Ortadoğu'da halk hekimliğinde yaygın şekilde sakinleştirici ve sindirim destekleyici olarak kullanılmış olduğu bilinmektedir. Bazı kültürlerde, bitkinin kokusunun kötü ruhları uzaklaştırdığına inanılmakta olup, farklı ritüellerde kullanılmaktadır (Katoch et al., 1978; Schuhmacher et al., 2003; Ouakouak et al., 2019).

Limon Nanesinin Etkili Madde İçeriği

Mentha citrata'nın drog olarak kullanılan kısmı birinci derece bitkinin yaprakları ve en önemli etkili maddesi/sekonder metaboliti ise yaprakların içermiş olduğu uçucu yağdır. Tıbbi aromatik bitkilerin içermiş olduğu etkili maddenin drog içerisindeki oranı etkili maddenin içeriğini belirlemek için ele alınan bitkinin farklı organlarına, üretimde kullanılan bitkinin genetik potansiyeline, üretimin yapıldı bölgenin ekolojik koşullarına, agro-teknik uygulamalar, diurnal varyabiliteye ve hasat sonrası işlemlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Aynı faktörlerin etkisi altında değişmekle birlikte

limon nanesinin drog yapraklarının uçucu yağ oranı %0,5-3,7 arasında değişmektedir (Singh et al., 2003; Verma et al., 2016;).

Tıbbi aromatik bitkilerin içermiş olduğu etkili maddenin kompozisyonu etkili maddenin içeriğini belirlemek için ele alınan bitkinin farklı organlarına, üretimde kullanılan bitkinin genetik potansiyeline, üretimin yapıldı bölgenin ekolojik koşullarına, agro-teknik uygulamalar, diurnal varyabiliteye ve hasat sonrası işlemlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin; *Mentha citrata*'nın nemli ve ılıman bölgelerde yetiştirilenlerinde linalool ve linalil asetat oranları daha yüksek olurken, kurak veya stresli koşullarda farklı terpen oranlarında artışlar gözlemlenmektedir. *Mentha citrata*'nın özellikle yapraklarından elde edilen uçucu yağların kompozisyonunu belirlemek için yapılan analizlerde ana bileşenin linalol (%20-40), linalil asetat (%20-40), 1,8-cineole (Eucalyptol) (%6,33-8,77), Elemol (%4,47-6,27), α -Terpineol (%0,10-5,23), geraniol (%1,27-3,07), geranil asetat (%1,01-2,23), citral, mentol ve menthone olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca eser düzeyde de olsa uçucu yağın içerisinde Caryophyllene, limonene, beta-pinene gibi terpenler ve flavonoidlerin de varlığı tespit edilmiştir (Verma et al., 2016; Ouakouak et al., 2019; Eşit ve Katar, 2024a, Eşit ve Katar, 2024b).

Limon nanesi sekonder metabolit olarak içerdiği uçucu yağın dışında antioksidan ve iltihap önleyici etkilere sahip olan fenolik bileşikler (rozmarinik asit gibi), hafif büzücü etki ve sindirim sistemi üzerinde olumlu etkiye bulunan taninler, vitamin (C vitamini) ve mineraller (demir ve kalsiyum gibi) de içermektedir (Singh et al., 2003; Verma et al., 2016; Ouakouak et al., 2019).

Mentha citrata'nın ana bileşenlerinden olan linalool hoş, çiçeksi-limonsu bir kokuya sahip bir monoterpen alkoldür. Sakinleştirici, antienflamatuar ve antimikrobiyal özelliklere sahiptir. Linalool aromaterapide stresi azaltmak ve rahatlatıcı etki sağlamak için kullanılmaktadır. Linalil Asetat, linalool ile birlikte bergamot nanesinin karakteristik limon kokusunu oluşturan ana bileşenidir ve antienflamatuar ve spazm önleyici etkilere sahip olup, parfüm endüstrisinde sıkça kullanılmaktadır. 1,8-Cineole (Eucalyptol) ise solunum yollarını rahatlatıcı etkisiyle bilinmekte olup, antiseptik ve mukolitik (balgam söktürücü) özelliklere sahiptir. Citral; limon kokusuna katkıda bulunan bir bileşen olup, antimikrobiyal ve antifungal özelliklere sahiptir. Geraniol ve Geranil Asetat; çiçeksi kokuya sahip bileşenler olup,

antiseptik ve antioksidan etkileri sahip olduğu bilinmektedir. Mentol ve menthone; ferahlatıcı ve hafif serinletici etkilere sahiptir. Linalool ve linalil asetat; aromaterapi ve parfümeride hoş kokusu nedeniyle tercih edilmektedir. Bu bileşenlerin sakinleştirici etkisi zihinsel rahatlama sağlamaktadır. Citral ve Geraniol; antimikrobiyal özellikleriyle kozmetik ürünlerde ve doğal temizleyicilerde tercih edilmektedir. Fenolik bileşikler; antioksidan etkileri nedeniyle çoğunlukla bitki çayları ve ekstraktlar yoluyla sağlık destekleyici olarak kullanılmaktadır (Rita and Animesh, 2011; Verma et al., 2016; Kurt ve Çankaya, 2021; Singh and Misha, 2024).

Limon Nanesinin bitkisel özellikleri

Mentha citrata; limon nanesi/Eau de Cologne nanesi olarak da bilinmekte olan tür Lamiaceae familyasına ait çok yıllık otsu bitkidir. Bitki saçak kök yapısına sahip olup, sık bir kök sistemi ile karakterize olmuştur. Bitki, toprak yüzeyine yakın kısımlarda bolca rizom ve stolon oluşturmada kabiliyetine sahiptir. Belirli bölgelerde yüksek düzeyde rizom ve stolon oluşturma gücü nedeniyle bitki istilacı bir bitki olarak kabul bilinmektedir. Bitkinin boyu, bitkinin yaşına bağlı değişmekle birlikte 30-90 cm arasında değiştiği bildirilmiştir. Bitkinin gövdesi dik gelişme eğilimine sahip olup, dört köşeli (kare kesitli), yeşil ya da morumsu renkte ve çoğunlukla üzeri hafif tüylerle kaplı bir görünüm arz etmektedir. Bitkinin ana sapları gelişimin ileriki evrelerinde belirli bir düzeyde dallanma gösterme kabiliyetine sahiptir. Ana sap ve yan dalların üzerinde yer alan yapraklar saplı olup, yaprak ayası oval/yuvarlak ve yaprak kenarları dişlidir. Yaprak ayası ve sapı bitkinin en önemli sekonder metaboliti olan uçucu yağı içeren yapılara sahiptir. Yaprakların rengi koyu yeşil olup, kenarları mor/turuncu renkli olabilmektedir. Çiçekler, küçük tübüler yapıda olup, sap ve dalların uçlarında sıkı bir başak oluşturacak şekilde yer almaktadır. Çiçeklerin rengi bitkinin genetik kompozisyonuna bağlı olarak farklılık göstermekle birlikte soluk mor, mavimsi-mor ya da leylak renkleri ön plana çıkmaktadır. Bitkiler yaz sonu ya da sonbahar başında çiçeklenme eğilimi göstermektedir. Limon nanesi bitkisinin küçük çiçekleri gerek renkleri ve gerekse de kokusu ile arılar için oldukça çekici bir özelliğe sahiptir. Bitki steril bir hibrit olup, genellikle tohum üretmemektedir (Peter, 2010; Brahmi et al., 2017; Ahmad et al., 2020; Yousefian et al., 2023; Eşit ve Katar, 2024a, Eşit ve Katar, 2024b).

Limon Nanesi (*Mentha citrata*)’nin iklim ve toprak istekleri

Limon nanesinin iklim ve toprak istekleri, nane türlerinin genel özelliklerine benzemekle birlikte kendine özgü bazı tercihleri de bulunmaktadır. *Mentha citrata*’nın optimal büyüme sıcaklığı 15-25°C arasında olup, ılıman iklim bitkisi olarak bilinmektedir. Düşük sıcaklıkları dayanımı iyi olup domart dönemde -10 ila -15°C’ye kadar kalıcı hasar görmeden dayanabilmektedir. Ancak sert kışlarda bitkinin toprak üstü aksamı kurumaktadır. İlkbaharda ise rizom ve stolonlarından yeniden sürgün oluşturmaktadır. Kış döneminde çok düşük sıcaklıkların yaşandığı ve bitkilerin üzerinde kar örtüsünün oluşmadığı bölgelerde don hasarı riskini azaltmak için değişik materyallerle malçlama yapılması önerilmektedir. Işık isteği bakımından bitki tam gölge bitkisi olarak kabul edilmekle birlikte kısmi gölgeli yerlerde de oldukça iyi gelişme göstermektedir. Günde en az 4-6 saat doğrudan güneş ışığı alan yerler bitkinin ticari üretimi için uygundur. Ancak 25°C’nin üzerinde sıcaklıkların yaşandığı yaz günlerinde öğleden sonra hafif gölge bitki gelişimi ve ürün kalitesi açısından faydalı olabilmektedir. Limon nanesi nemli ortamları sevmektedir. Özellikle yapraklarının sağlıklı kalması için orta-yüksek nem uygundur. Kuraklığa toleransı düşüktür. Bu nedenle yüksek verim ve kaliteli ürünün hedeflendiği ticari üretimde düzenli sulama yapılması gerekmektedir. Bitkinin gövdeleri kırılğan olduğundan plantasyonun rüzgârlı alanlarda değil de korunaklı alanlarda oluşturulması oldukça önemlidir. Bitki, besin elementlerince zengin (özellikle azot, fosfor ve potasyum açısından), nemli toprakları sevmektedir. Kuru topraklarda yetiştiriciliği mümkün olmamaktadır. Bu nedenle iyi drene edilmiş, nem tutma kapasitesi yüksek fakat su birikintisi olmayan topraklar bitkinin ticari yetiştiriciliği için oldukça idealdir. Organik madde bakımından zengin, killi-tınlı ya da tınlı topraklar tercih edilmelidir. Başarılı bir limon nanesi yetiştiriciliğinde toprak pH düzeyi de oldukça önemli olup, hafif asidik-nötr (pH 6.0-7.5) topraklar uygun topraklar olarak kabul edilmekle birlikte hafif alkali topraklara da uyum sağlayabilmektedir (Ouakouak et al., 2019; Eşit ve Katar, 2024a, Eşit ve Katar, 2024b).

Limon Nanesi (*Mentha citrata*)’nin Çoğaltımı

Mentha citrata/limon nanesi, genellikle steril olup tohum üretmesinde yaşanan sorunlar nedeniyle generatif/tohumla çoğaltılması pratik

olmamaktadır. Bu nedenle, vejetatif yöntemlerle çoğaltımı tercih edilmektedir. Bitki vejetatif organları olan kök sürgünü ya da klonlarıyla kolayca çoğaltılmaktadır. *Mentha citrata*, yer altında yayılan rizomları (kök sürgünleri) sayesinde doğal olarak dikildiği alanda yayılma kabiliyetine sahiptir. Bu rizomlar bölünerek yeni bitkiler elde edilebilmektedir. Bölgenin iklimine bağlı olarak ilkbahar (Mart-Nisan) ya da sonbahar (Eylül-Ekim) gibi büyüme dönemleri kök sürgünleriyle çoğaltım yapmak için uygun zamanlar olarak kabul edilmektedir. Bu dönemlerde en az iki yaşını tamamlamış bir *Mentha citrata* bitkisinden sağlıklı rizomları kazarak topraktan çıkarılmaktadır. Toprakten çıkarılan rizomlar her birinde en az bir büyüme noktası (göz) olacak şekilde 5-10 cm'lik parçalara ayrılmaktadır. Nemli ve drenaj durumu iyi olan toprakta uygun sıra aralıklarında açılan karıklara yaklaşık 2-5 cm derinliğe olacak şekilde rizomlar yatay olarak yerleştirilmelidir. Bu şekilde dikimi yapıp üzeri kapatılan alanda toprak nemli tutulduğu takdirde 2-3 hafta içinde yeni sürgünlerin toprak yüzeyine çıktığı görülmeye başlanmaktadır. Diğer vejetatif çoğaltım yöntemi anaç bitkilerden alınan gövde çeliklerinden köklendirilmiş çelik fideler elde etme yöntemidir. Bu yöntemde sağlıklı bitkilerden alınan çelikler (sap parçaları) köklendirilerek yeni bitkiler üretilmektedir. Bu yöntemle çoğaltım için en uygun zaman ilkbahar ya da yaz başı (Mayıs-Haziran) olarak kabul edilmektedir. Seçilen limon nanesi bitkilerinden 10-15 cm uzunluğunda gövde çelikleri kesilerek alınmaktadır. En az 3-4 boğumlu çeliklerin üzerindeki alt yapraklar temizlenerek üstte 2-3 yaprak bırakılmalıdır. Bu şekilde hazırlanan çelikler uygun şekilde su ortamında köklendirilebildiği gibi seralarda özel harçlarla (örneğin, torf ve perlit karışımı) doldurulmuş ve alttan ısıtmalı ortamlarda da köklendirilmesi mümkündür. Su ortamda 1-2 hafta içinde çeliklerin kökleri 2-3 cm oluşmakta ve bu haliyle toprağa şaşırtılmaktadır. Doğrudan güneşten korunan ve uygun bir harç karışımıyla doldurularak alttan ısıtılan (18-22°C) köklendirme ortamlarına dikilen çelikler de ortam yeterince nemli tutulduğunda çelikler 2-4 hafta içinde köklenme başlamaktadır. Bu şekilde köklendirilmiş olan çelikler daha sonra plantasyon alanına belirlenen sıra aralığında oluşturulan sıralarda bitkiler arasında da belirli bir aralık bırakılarak dikilmektedir. Bir diğer bir vejetatif çoğaltım yöntemi ise tarladan sökülen bir bitkinin kök yumağı bölünerek yeni köklü sürgünler elde etmek şeklinde yapılan çoğaltımdır. Bu yöntemle bitki çoğaltımı içinde yine en

uygun zaman dikim yapılacak bölgenin iklim durumu dikkate alınarak ilkbahar ya da sonbahar dönemi olarak belirtilmektedir. Seçilmiş olan bitki dikkatlice topraktan çıkarılmakta ve kök yumağı topraktan temizlenmektedir. Temizlenen kök yumağını keskin bir bıçakla birkaç parçaya ayrılmaktadır. Bu ayırma işleminde her parçada kök ve sürgünün olmasına dikkat edilmelidir. Bu şekilde elde edilen bitkiler yeni plantasyon alanına uygun şekilde dikilmektedir. Dikilen alan yeterince nemli tutulduğu zaman yeni bitkiler 2-3 hafta içinde büyümeye başlamaktadır (Ahmad et al., 2020; Yousefian et al., 2023; Eşit ve Katar, 2024a, Eşit ve Katar, 2024b).

Tarla Hazırlığı, Dikim Zamanı ve Sıklığı

Tercih edilen çoğaltım yöntemlerinin herhangi biriyle üretilmiş olan fidelerin tarlaya dikimi yapılmadan önce tarlayı yabancı otlardan arındırmak ve fideler için uygun bir tarla toprağı oluşturmak amacıyla arazi ihtiyaç durumu dikkate alınarak gerekiyorsa tekrar tekrar (3-4 kez) uygun pulluklarla işlenmeli (25-30 cm derinlikte) ve daha sonra da tırmık ya da rototiller ile işlenerek toprak fide dikimine hazır hale getirilmelidir. Toprağımızın durumu dikkate alınarak gerekiyorsa pullukla yapılacak sürümlerin ilki 30-40 cm derinlikte yapılması faydalı olabilmektedir. Toprak hazırlığının bir parçası olarak toprağın organik madde içeriğı de dikkate alınarak yaklaşık 2,5-3,0 ton/da dozunda çiftlik gübresi ya da kompost uygulanmasının yapılması başarılı bir limon nanesi üretimi için önerilmektedir. Organik gübre uygulaması toprağın strüktürünü, biyolojik özelliklerini, su tutma kapasitesini ve besin içeriğini iyileştirerek üretim üzerinde olumlu etkilerde bulunacaktır. Bergamot/limon nanesi plantasyonu kurmak için tarla toprağının uygun zamanda ve uygun ekipmanlarla hazırlanması, bitkinin sağlıklı büyümesi ve yüksek verim alınması açısından kritik bir adım olduğu unutulmamalıdır. Plantasyonun kurulacağı toprağın tekstürü, strüktürü, organik madde içeri, pH (6.0-7.5 arasında olmalı) seviyesi, besin içeriğı (azot, fosfor, potasyum ve mikro besin seviyelerini kontrol edilmeli) ve biyolojik yapısı limon nanesinin büyümesini ve üreteceğı ürünün kalitesini doğrudan etkilemesi nedeniyle yapılacak olan toprak analizleriyle toprağımızın durumu tespit edilip gerekli iyileştirmelerin zamanında yapılması da önemlidir. Son toprak işlemeden önce ilk yıl için verilmesine karar verilen (10-12 kg/da azot, 5-6 kg/da fosfor ve 4-5 kg/da) azotlu gübrenin yarısını, fosforlu ve potasyumlu gübrelerin

tümü toprak yüzeyine serpilerek toprağa karıştırılmalıdır. Limon nanesi için uygun dikim zamanı bölgenin iklim durumunu da dikkate alarak ülkemiz için toprağın sıcaklığının 15-20°C civarında olduğu genellikle orta Anadolu, geçit kuşağı ve Doğu Anadolu bölgesi için ilkbahar (Nisan-Mayıs) ve sahil bölgeleri için ise (Şubat-Nisan) ya da sonbahardır. Plantasyonun tarlada oluşturulacak yataklar üzerinde kurulmasına karar verilmiş ise son toprak işleme ile birlikte tarlada 20-30 cm yüksekliğinde ve 60-90 cm genişliğinde yataklar oluşturulmalıdır. Yataklara dikim sulama ve hasat işlemlerini kolaylaştırması nedeniyle tavsiye edilmektedir. Eğer sıralara dikim yapılmak isteniyorsa sıra arası 60-90 cm ve sıra üzerindeki bitkilerin arası da 20-30 cm olacak şekilde dikimin yapılması önerilmektedir. Limon nanesi kök sürgünleri (rizom) ile üretilcekse 5-10 cm derinlikte açılan sıralara ve 30-45 cm aralıklarla rizomlar yatırılarak üzeri toprakla kapatılmalıdır. Dikimlerden sonra mutlaka can suyu verilmelidir. Bunun içinde dikimden önce damlama sulama ya da yağmurlama sulama borularının döşenmiş olmasına özen gösterilmelidir. Limon nanesi yetiştiriciliğinde toprak hastalıklarını da dikkate alarak plantasyon bozulduktan sonra 3-4 yıllık rotasyon uygulanması önerilmektedir (Verma et al., 2016; Kurt ve Çankaya, 2021; Singh and Misha, 2024).



Mentha citrata (İlkbahar dönemi)

Bakım İşlemleri

Limon nanesi yetiştiriciliğinde en önemli bakım işleri gübreleme, sulama ve yabancı ot kontrolüdür. Limon nanesinin su isteği yüksek olup başarılı bir ticari üretim için mutlaka bölgenin iklimine ve mevsime bağlı olarak değişmekle birlikte 1-4 hafta aralıklarla sulama yapılması gerekmektedir. Sulamanın ise mümkün olduğunca damlama sulama şeklinde ve toprağın 25-30 cm'lik üst profilini ıslatacak şekilde yapılması hedeflenen verim ve kaliteye ulaşılması açısından oldukça önemlidir. Eğer damlama sulama imkânı yoksa yağmurlama sulamayla da plantasyonun sulanması mümkündür. Fakat yağmurlama sulama hem fazla su kullanımı ve hem de nispi nemi arttırarak fungal hastalıkları teşvik etmesi açısından damlama sulamaya göre daha dezavantajlıdır. Çok yıllık olan limon nanesi bitkisinde son sulamanın bölgenin son don tarihinden bir ay öncesinden yapılması bitkilerin kışa daha hazırlıklı girmesi açısından da oldukça önemlidir. Dönem içerisinde de sulamaların mümkün olduğunca sabah, akşam ya da gece saatlerinde yapılması hem su tasarrufu ve hem de hastalıkların yayılmasını önleme açısından önem arz etmektedir. Yabancı ot mücadelesinde, plantasyonun kurulduğu ilk yıl oldukça hassas olup dikkatli bir yabancı ot kontrolü yapılmalıdır. İlk yılda genellikle yabancı ot kontrolü sıra araları el ya da makine çapalarıyla yapılırken sıra üzerlerindeki yabancı otlar da elle çekilmektedir. Limon nanesi bitkisi ikinci yılından itibaren rizom ve stolonlarıyla toprak yüzeyinde oldukça güçlü bir bitki örtüsü oluşturmakta olup, içerisinde çok fazla yabancı ot barındırmamaktadır. Bazı plantasyonlarda tarla sarmaşığı ile karşılaşmakta olup, bunlar biçimden önce mutlaka elle çekilerek temizlenmesi gerekmektedir. Yapılan toprak analizleri dikkate alınarak yapılacak olan gübreleme işlemi de, verim ve kalite üzerinde önemli bir etkiye sahip bakım işlemlerinden birisidir. Tavsiye edilen (10-12 kg/da azot, 5-6 kg/da fosfor ve 4-5 kg/da potasyum) gübrelerden azotlu gübreler biçim sayısına bölünerek ilk kısmı ilkbaharda bitkiler uyandığında diğer kısımları da biçimlerden sonra verilerek sulama yapılması önerilmektedir. Fosforlu ve potasyumlu gübrelerin tümü ise ilkbaharda azotlu gübrenin ilk porsiyonu ile verilmesi daha uygundur. Limon nanesinin ticari üretiminde özellikle plantasyonun ilk yılında su kaybını ve yabancı ot gelişimini azaltmak amacıyla malçlama yapılması oldukça faydalı olmaktadır. Aynı şekilde özellikle fungal hastalıklardan kaçınmak için bozulan

plantasyonların yerine tekrar limon nanesi dikimi yapılmadan en az 2-3 yıl münavebe/rotasyon uygulanması da büyük öneme sahiptir (Yousefian et al., 2023; Eşit ve Katar, 2024a, Eşit ve Katar, 2024b).

Hasadı ve Kurutulması

Mentha citrata (bergamot/limon nanesi) hasadı ve kurutulması, bitkinin verim, aroma ve uçucu yağ kalitesinin koruması amacıyla dikkatle yapılması gereken işlemlerden biridir. Bitki yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgenin iklimine bağlı olarak yılda 2-3 kez (ilkbahar, yaz ve bazen erken sonbahar) biçimi yapılabilmektedir. Hasatta ürünün verim ve kalitesi üzerinde etkili olan faktörlerin başında doğru hasat zamanının belirlenmesi gelmektedir. Bitkide hasadın çiçeklenme sonrasına bırakılması uçucu yağ kalitesi üzerinde olumsuz etkiye bulunduğu bilinmektedir. Aynı şekilde çiçeklenme öncesinde çok erken yapılan hasatlarda da hem verim ve hem de uçucu yağ kalitesi istenen seviyede değildir. En uygun hasat zamanı bitkilerin çiçeklenme başlangıcı (genellikle yaz ayları, Haziran-Ağustos arası) olup, bitkiler %10-20 düzeyinde çiçek açtığı dönemde hasada başlanması önerilmektedir. Gün içerisinde hasat, uçucu yağların en yoğun olduğu zaman olan sabahın erken saatlerinde, çiğ kalktıktan sonra yapılması önerilmektedir. Bitkinin hasadı farklı yöntemlerle yapılmakta olup, küçük ölçekli plantasyonlarda elle hasat önerilmektedir. Elle hasatta bitkiler yerden 5-10 cm yukarıdan keskin bir makas ya da orakla kesilmektedir. Büyük plantasyonlarda ise makineli hasat tercih edilmekte olup, ot biçme makineleri ya özel nane hasat makineleri kullanılarak hasat yapılmaktadır. Kullanılan makine, bitkileri düzgün bir şekilde kesmeli ve bitkinin yapraklarına zarar vermemelidir. Plantasyonun kurulduğu ilk yıl genellikle tek hasat yapılmakta olup, özellikle ilk yıl hasadında dikkatli olunmalı ve bitkilerin köklerinin bu hasattan zarar görmemesine dikkat edilmelidir. Sonraki yıllarda da hasatlardan sonra tarlada bitki artıklarının kalmamasına ve son hasadın bölgenin ilk don tarihinden mümkün olduğunca 20-30 gün önce yapılması gerekmektedir (Kurt ve Çankaya, 2021; Singh and Misha, 2024).



Mentha citrata (biçilmiş)

Gölgede kurutma ile uçucu yağların kaybını en aza indirilmekte ve ürünün aroma kalitesi korunmaktadır. Gölgede kurutma süresi ortamın sıcaklığına ve nispi nem oranına bağlı olarak 5-10 gün sürmektedir. Yaprakları sık sık çevirerek eşit kuruma sağlanırken, nemli ortamlarda küf oluşumunu önlemek için hava sirkülasyonun sağlanması da oldukça

önemlidir. Kontrollü kurutma odalarında 30-40°C arasındaki düşük sıcaklıklarda kurutma yapılmaktadır. Yüksek sıcaklık uçucu yağları buharlaştırabilmekte olup, 40°C'nin üzerindeki sıcaklıklardan kaçınılmalıdır. Kurutma süresi kullanılan cihaza bağlı olarak değişmekle birlikte 12-24 saat dolayındadır. Askıda kurutma yönteminde ise bitkiler küçük demetler halinde bağlayarak baş aşağı, gölgeli ve havadar bir yerde asılarak kurutulmaktadır. Kurumuş yapraklar kolayca ufalanmalı, ancak toz haline gelmemelidir. Nem oranı ise %10-12 civarında olmalıdır. Kaliteli kurutulmuş ürünler yeşilimsi rengini korur ve karakteristik limon-nane kokusuna sahiptir. Kurutulmuş yaprakları hava geçirmez kaplarda (cam kavanozlar, vakumlu poşetler) saklanmalıdır. Ürünler serin (15-20°C), kuru ve karanlık bir yerde muhafaza edilmelidir. Direkt güneş ışığı ve nem, aroma ve renk kaybına neden olabilmektedir. Doğru koşullarda ürünler 6-12 ay boyunca kalitesini koruyarak saklamak mümkündür (Yousefian et al., 2023; Eşit ve Katar, 2024a, Eşit ve Katar, 2024b).

Verim

Mentha citrata (bergamot/limon nanesi) verimleri, bitkinin yetiştirildiği bölge, iklim, toprak koşulları, sulama, gübreleme ve hasat yöntemleri gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Limon nanesinin taze herba verimi, bitkinin toprak üstü kısımlarının (yaprak, sap ve bazen çiçekler) taze olarak hasat edilmesiyle ve tartılmasıyla belirlenmektedir. Plantasyonun ilk kurulduğu yıl çoğunlukla tek biçim yapılmakta olup taze herba verimi 80-120 kg/da arasında değişmektedir. 4-5 yılın ortalaması olarak 1000-2000 kg/da taze herba alınabilmektedir. Yıl içerisinde değişen biçimlerden alınan verimler de farklılık arz etmekte olup bazı bölgelerde 2. Ya da 3. Hasatlardan 1500-2000 kg/da taze herba verimi alınabilmektedir. Taze herba'nın uygun koşullarda kurutulmasıyla elde edilen kuru bitki materyali kuru herba olarak bilinmektedir. Limon nanesinde kurutma esnasında meydana gelen su kaybı nedeniyle taze herba ağırlığı %70-80 oranında azalmaktadır. Limon nanesinde ortalama yıllık kuru herba verimi 200-400 kg/da arasında değişim göstermektedir. Limon nanesinin taze herbasının yaklaşık %50-60'ı taze yaprak olup, ortalama yıllık taze yaprak verimi 500-1200 kg/da arasında değişmektedir. Taze yapraklar kurutulurken yapraklar %75-80 oranında ağırlık kaybetmektedir. Kuru yaprak verimi ise 100-300 kg/da arasında

değişmektedir. *Mentha citrata*'nın taze veya kuru herbasından genellikle su buharı damıtma (distilasyon) yöntemiyle elde edilen uçucu yağ elde edilmektedir. Taze herbanın uçucu yağ oranı genellikle %0.5-1.5 arasında değişim gösterirken, kuru herba'nın yağ oranı ise %1-3 arasında değişmektedir. Dekara taze herbadan 5-10 litre dolayında uçucu yağ elde edilirken, kuru herbada bu miktar belirli bir düzeyde azalmaktadır (Yousefian et al., 2023; Eşit ve Katar, 2024a, Eşit ve Katar, 2024b).

SONUÇ

Ülkemiz limon nanesi üretimi için uygun bir ekolojiye sahiptir. Bölgesel farklılıklar üretilecek olan ürünün verim ve kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olup, Türkiye'de Ege, Akdeniz ve Marmara bölgeleri *Mentha citrata* yetiştiriciliği için oldukça uygundur. Verimler bu bölgelerde yıl içerisinde daha fazla sayıda alınacak olan biçimler nedeniyle daha yüksek (1500-2000 kg/da taze herba) olacaktır. Bu üründen de 2-10 litre dolayında uçucu yağ üretililebilecektir.

KAYNAKLAR

- Ahmad, R.S., Imran, A., Arshad, M.S., Hussain, M.B., Waheed, M., Safdar, S, et al., 2020. Introductory Chapter: *Mentha piperita* (a Valuable Herb): Brief Overview. In: Akram M, Ahmad RS, editors. *Herbs and Spices*. London: IntechOpen; 2020. p. 1. doi: 10.5772/intechopen.93627
- Al-Okbi, S. Y., Fadel, H. H. M. and Mohamed, D. A., 2015. Phytochemical constituents, antioxidant and anticancer activity of *Mentha citrata* and *Mentha longifolia*. *Research Journal Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 6(1), 739-751.
- Benchikha, N., Ashour, M. L., Hassani, A. and Ouakouak, H., 2019. Chemical composition and biological activity of *Mentha citrata* Ehrh., essential oils growing in southern Algeria. *J Food Sci Technol*, 56(12):5346–5353.
- Brahmi, F. Khodir, M., Mohamed, C. and Pierre, D., 2017. Chemical composition and biological activities of *Mentha* species. IntechOpen; 2017. p. 47-79. doi: 10.5772/67291
- Chaker, A.N., Boukhebt, H., Sahli, F., Haichour, R. and Sahraoui, R., 2011. Morphological and Anatomical Study of Two Medicinal Plants from Genus *Mentha*. *Advances in Environmental Biology*, 5(2): 219-221, ISSN 1995-0756
- Desousa Barros, A., De morais, S., Ferreira, P., Vieira, I., Craveiro, A., Dos Santos Fontenelle, R., De Menezes, J., Da Silva, F., and De Sousa, H., 2015. Chemical composition and functional properties of essential oils from *Mentha* species. *Ind. Crops Prod.* 76, 557–564.
- Eftekhari, A., Khusro, A., Ahmadian, E., Dizaj, S.M., Hasanzadeh, A. and Cucchiaroni, M., 2021. Phytochemical and nutraceutical attributes of *Mentha* spp.: A comprehensive review. *Arabian Journal of Chemistry* Volume 14, Issue 5, doi:10.1016/j.arabjc.2021.103106
- Eşit, Ö ve Katar, D., 2024a. Diurnal Varyabilite in Limon Nanesinde (*Mentha citrata* Ehrh.) Uçucu Yağ Oran ve Bileşenleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. 8th International Çukurova Agriculture and Veterinary Congress. Proceedings Book (Abstracts & Full Texts), S:465-473 ISBN: 978-625-367-768-8 DOI:

- <https://doi.org/10.5281/zenodo.12819604> June 21-23, 2024 Adana, TÜRKİYE.
- Eşit, Ö ve Katar, D., 2024b. Farklı Azot Dozlarının Limon Nanesi (*Mentha Citrata* Ehrh) Verim ve Verim Komponentleri Üzerine Etkisi. III. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi (15. Tarla Bitkileri Kongresi) 19-21 Eylül 2024, Tokat <https://www.utbk.org/> Proceedings Book of the IFCC 2024 s:58-64.
- Garg, A. N., Kumar, A. ve Paul Choudhury, R., 2006. Analysis of Indian mint (*Mentha spicata*) for essential, trace and toxic elements and its antioxidant behaviour. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41: 825–832.
- Gende, L.B., Mendiara, S., Ferná'ndez, N.J., Van baren, C., Di leo lira, A., Bandoni, A., Fritz, R., Floris, I., Eguaras, M., 2014. Essentials oils of some *Mentha* spp. and their relation with antimicrobial activity against *Paenibacillus* larvae, the causative agent of American foulbrood in honey bees, by using the bioautography technique. *Bull. Insectology*. 67 (1), 13–20.
- Gobert, V., Moja, S., Colson, M. and Taberlet, P., 2002. Hybridization in the section *Mentha* (Lamiaceae) inferred from AFLP markers. *Am J Bot*. 89: 2017–2023. doi:10.3732/ajb.89.12.2017
- Katoch, P. C., Bhardwaj, D., Kaushal, A. N, and Raina, V. 1978. Optimum time of planting and row spacings for cultivation of *Mentha citrata* Ehrh. at Solan in Himachal Pradesh. *Indian J. For*. 1: 199-02.
- Kurt, N. ve Çankaya, İ. T., 2021. Aromaterapi Uygulamaları ve Uçucu Yağlar. *Lokman Hekim Dergisi*, 11 (2): 230-241 DOI: 10.31020/mutftd.882997 e-ISSN: 1309-8004, ISSN 1309-761X
- Lawrence, B.M., 2007. Oil composition of other *Mentha* species and hybrids. In: *Mint. The genus Mentha. Medical and Aromatic Plants – Industrial Profiles*. Volume 44, Boca Raton, London, New York: CRC Press, Taylor & Francis Group. 2007: 325–346
- Ouakouak, H., Benchikha, N., Hassani, A. and Ashour, M.L., 2019. Chemical composition and biological activity of *Mentha citrata* Ehrh., essential oils growing in southern Algeria. *J Food Sci Technol* (December 2019) 56(12):5346–5353 <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04005-z>

- Peter, K.V., 2010. Handbook of herbs and spices Braz. J. Pharm. Sci. 2010; 46 (4). doi: 10.1590/S1984-82502010000400030
- Rita, P. and Animesh, D.K., 2011. An Updated Overview on Peppermint (*Mentha piperita*). International Research Journal of Pharmacy. 2 (8), 1-10.
- Šarić-Kundalić, B., Fialová, S., Dobeš, C., Ölzant, S., Tekel'ová, D., Grančai, D., Reznicek, G. and Saukel, J., 2009a. Multivariate Numerical Taxonomy of *Mentha* Species, Hybrids, Varieties and Cultivars. Sci. Pharm. 2009, 77, 851-876. <https://doi.org/10.3797/scipharm.0905-10>
- Šarić-Kundalić, B., Fialová, S., Saukel, J., Olzant, S.M., Tekel'ová, D. and Grančai, D., 2009b. Anatomical and Phytochemical Differentiation of *Mentha* species. Sci Pharm. 2009; 77: 262. doi:10.3797/scipharm.oephg.21.PO-63
- Schuhmacher, A., Reichling, J. and Schnitzler, P., 2003. Virucidal effect of peppermint oil on the enveloped viruses herpes simplex virus type 1 and type 2 in vitro. Phytomedicine 10 (6–7), 504–510.
- Shahbazi, Y., 2015. Chemical composition and in vitro antibacterial activity of *Mentha spicata* essential oil against common food-borne pathogenic bacteria. Journal of Pathogens, 2015(2):916305 DOI: 10.1155/2015/916305
- Singh, M., Singh, V. P., Saudan, S. and Saini, P., 2003. Optimum planting time and row spacing for bergamot mint (*Mentha citrata* Ehrh.) var. 'Kiran' under sub tropical plains of central Uttar Pradesh. Journal of and Aromatic Crops Vol. 12 (2) : 135-138.
- Singh, N. P. and Nand 1979. Response of *Mentha citrata* Ehrh. to dates of planting and row spacing. Indian Perf. 23: 50-52.
- Singh, S. and Misha, A.M., 2024. Linalool: Therapeutic Indication and Their Multifaceted Biomedical Applications. Drug Research 74(06):255-268 DOI: 10.1055/a-2321-9571
- Sokovic, M. D., Vukojevic', J., Marin, P. D., Brkic', D., Vajs, V., Van griensven, L., 2009. Chemical composition of essential oils of thymus and mentha species and their antifungal activities. Molecules. 14, 1, 238–249.

- Spencer, A., D. Hamill John and J.C. Rhodes Michael, 1990. Production of terpenes by differentiated shoot cultures of *Mentha citrata* transformed with *Agrobacterium tumefaciens* T37. *Plant Cell Reports*, 8: 601-604.
- Tucker, A.O. and Naczi, R.F.C., 2007. *Mentha*: An Overview of Its Classification and Relationships In: *Mint. The genus Mentha. Medical and Aromatic Plants – Industrial Profiles. Volume 44*, Boca Raton, London, New York: CRC Press, Taylor & Francis Group. 2007: 3–39.
- Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Valentine, D.H., Walters, S.M. and Webb, D.A., 1972. *Mentha* L. In: *Flora Europea. Volume 3*. Cambridge University Press, Cambridge. 1972: 183–186.
- Verma, S.K., Goswami, P., Verma, R.S., Padalia, R.C., Chauhanb, A., Singha, V.R. and Darokar, M.P., 2016. Chemical composition and antimicrobial activity of bergamot-mint (*Mentha citrata* Ehrh.) essential oils isolated from the herbage and aqueous distillate using different methods. *Industrial Crops and Products* 91, 152–160.
- Voirin, B., Bayet, C., Faure, O., Jullien, F., 1999. Free flavonoid aglycones as markers of parentage in *Mentha aquatica*, *M. citrata*, *M. spicata* and *M. piperita*. *Phytochemistry*. 50, 7, 1189–1193.
- Yousefian, S., Esmaili, F. and Lohraseb, T., 2023. A Comprehensive Review of the Key Characteristics of the Genus *Mentha*, Natural Compounds and Biotechnological Approaches for the Production of Secondary Metabolites. *Iran. J. Biotechnol.* October 2023;21(4): e3605 DOI: 10.30498/ijb.2023.380485.3605.

BÖLÜM 8

SAHLEP YETİŞTİRİCİLİĞİ GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Enver KENDAL¹

Doç. Dr. Mustafa YAŞAR²

Doç. Dr. Abdulkerim HATİPOĞLU³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17610751>

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İstasyon, Mardin, enverkendal@artuklu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8812-8847

² Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye, ORCID: 0000-0001-9348-7978, mustafa.yasar@alparslan.edu.tr

³ Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mardin, Türkiye. ORCID: 0000-0002-1487-1953, abdulkerimhatipoglu@artuklu.edu.tr

GİRİŞ

Belirtileri hissedilir derecede artan küresel iklim değişikliği, dünyada hem ekonomik hem de siyasi anlamda büyük sorunların oluşmasına yol açmaktadır. Tarımsal üretim ve gıda piyasası bu durumdan en fazla etkilenen konulardır. Sektörünün arz ve talebi üzerini önemli ölçüde etkilediği, sektörün sevk ve idaresinde büyük teknolojik gelişmelerin yaşandığı bir süreçten geçmekteyiz(Anonim 1).

Salep ihtiyacı, arz ve talebe bağlı olarak önceleri doğadan toplanma yolu ile karşılanırken, özellikle dondurma sektörünün ham maddesi olması ve dondurma üretimin artmasına bağlı olarak dolayısıyla salebe olan talebin de artması üzerine günümüzde bu ihtiyacın daha çok üretimin yapıldığı bölgelerden karşılanmaktadır. Ülkemizin Kuzey ve Güney Bölgeleri ile Güney Batı ve Doğu Anadolu bölgeleri başlıca üretim ve ticaret merkezleri olarak bilinmektedir. Salep fideleri ya da yumruları özellikle üretimin yapıldığı Karadeniz ya da Ege Bölgelerinden diğer bölgelerde üretim izni alan üreticilere gönderilmektedir. Üretim döngüsü bu şekilde gerçekleşmektedir(Sandal ve Söğüt, 2010).

İlk defa 1976 yılında uygulamaya giren böylece Nesli Tehlikede Olan Yabani Bitki ve Hayvan Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme (CITES) ile dünyada, doğal olarak yetişen bitkilerin neslinin kaybedilmesi riski nedeni ile doğadan rasgele salep türlerinin toplanması yasaklanmıştır. Bu nedenle ülkemizde de doğadan salep yumrularının toplanması yasaklanmıştır. Ancak yüksek talep nedeni ile son yıllarda kültüre alma çalışmaları önem kazanmış ve salep tarımının yaygınlaştırılması için Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü tarafından 2022-13 sayılı genelge gereğince ilk defa 19 girişimciye çoğaltım amaçlı salep yumrusu/fidesi satışı onayı verilmiş olup, böylece üreticilerin salep tarımına teşvik edilmesinde artış görülmektedir (Anonim 1).

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin rakımı yüksek kısmen serin geçen ormanlık alanlarda salep doğal olarak yetişmektedir. Ancak zamanında gelişigüzel bu orkidelerin toplanması neticesinde nesli bölgede yok olma riski ile karşı karşıyadır. Bu nedenle üretim yapmak isteyen üreticiler Karadeniz ve Ege Bölgesinden yumru veya fide temin ederek üretimlerini gerçekleştirmektedir. Çünkü bu bölgede dondurma üretiminin her geçen gün artması salep talebini de doğrudan etkilemektedir. Salep fiyatının gün geçtikçe artması özellikle

dondurma üretimini gerçekleştiren firmaların salep üretimine yönlendikleri ve bu konuda üretim için arayışlar içerisinde oldukları görülmektedir.

Çiftçilerden, dondurmacılardan gelen talepler üzerinde Güneydoğu Anadolu Bölgesinde salep yetiştiriciliği üzerine bazı araştırmaların yapılmasını beraberinde getirmektedir. Tarım İl Müdürlüklerine çiftçiler tarafından üretim izni alınmasına yönelik talepler de gelmektedir. Bu nedenle bu konunun öncelikli olarak araştırmacılar tarafında denenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Denemesi yapılmadan gelişigüzel olarak izin alarak üretimde bulunacak çiftçilerin çok dikkatli olmasında fayda vardır. Çünkü salep yetiştiriciliğinde çeşit seçimi, toprak istekleri, iklim istekleri, ekim, dikim, sulama ve hasat işlemleri çok özverili ve bilinçli bir şekilde yapılmasını gerektirmektedir.

Dünyada Salep Bitkisinin Mevcut Durumu

Dünyada Orchidaceae familyasına ait yaklaşık 450 adet cins ve 20.000 adet tür bulunduğu belirtilmektedir. Dünyanın pek çok yerine adapte olmuş ve tropik, ılıman hatta karasal iklim özelliklerinde, bataklık ve kayalık gibi her türlü ortam koşullarında yetişme alanı bulmaktadır. Ancak daha çok tropik bölgelerde, kısmen de soğuk ılıman ve subtropik bölgelerde yayılma alanı bulmuştur. Salepin kökeni Batı Asya'ya dayanmakta habitüsü otsu, yumrulu, düz ve uzun yapraklı olup, kırmızı, leylak, beyaz, pembe veya mor renkte çiçek renklerine sahiptir. Farklı çalışma raporlarına göre; Papua Yeni Gine'de Orchidaceae familyasından bilinen 3.000, Hindistan'da 1.600 (Anonim, 2007), Bhutan'da 16'sı endemik 369 tür bulunmaktadır (Anonim, 2008). Başka bir sıralamada başta İran olmak üzere Yunanistan, Bulgaristan, Suriye, Tunus, Fas, İtalya, Portekiz, İspanya ve Fransa gibi ülkelerde yetiştiriciliğinin yapıldığı bildirilmektedir.

Türkiye'de Salep Bitkisinin Mevcut Durumu

Türkiyede yaklaşık 165 kadar orkide türü yayılış gösterdiği söylenmektedir. Orchidaceae familyasına ait yaklaşık 30 türün yumrusu salep eldesinde kullanılmaktadır. Bunlar Anacamptis, Orchis, Himantoglossum, Ophrys, Barlia ve Serapias gibi ovoid yumruya sahip cinsler veya Dactylorhiza gibi parçalı yumruya sahip orkidelerin farklı türleridir (Sezik, 1967; Sezik, 1984, Akgül, 1993).

Ülkemizde salep, temelde doğal olarak 5 bölgede görülebilmektedir; 1) Kuzey Anadolu Salep Bölgesi: Kastamonu ili ve etrafında (Yozgat-Tokat)

yoğunluk gösteren türler (Çalışkan, 2019), 2) Güneydoğu Anadolu Salep Bölgesi: Bölgenin kısmen daha serin olan ve geçiş bölgesi olarak bilinen ve özellikle Maraş ili ve civar (Adıyaman, Malatya) illerde yayılış gösteren ve Maraş Salebi olarak bilinen türler, 3) Doğu Anadolu Salep Bölgesi: yoğunluk olarak Van ili ve civarındaki illerde(Muş, Bitlis), yayılış gösteren ve Van Salebi olarak bilinen türler, 4) Batı Anadolu Salep Bölgesi: Bilecik-Kütahya illeri ve etrafından elde edilen türler, 5) Güney Batı Anadolu salep Bölgesi: Muğla'dan başlayıp Silifke-Gülnar civarına kadar olan bölgede elde edilen türler. Bu bölgede üç cins üzerinde durulmaktadır a) Muğla salebi b) Antalya salebi c) Silifke salebi olarak tanımlanmıştır (Özhatay vd., 1997). Aydın ve Muğla illeri Ege Bölgesinde en çok salep toplanan iller olduğu tespit edilmiştir. Bunu İzmir ve Manisa illeri takip etmektedir. Toplamalar Şubat ayının sonunda başlayıp, Haziran ayı ortasına kadar devam etmekle birlikte en fazla toplama Nisan sonu ve Mayıs başında yapılmaktadır (Tutar vd., 2011). Batı ve Güney Bölgelerinde daha erkenci ve sıcaklığa dayanıklı cinsler adapte olurken, Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgesinde daha çok kışlık, geçici ve aynı zamanda soğuğa dayanıklı cinsler adapte olmuştur (Çalışkan, 2019).

Salep Bitkisinin Bitkisel Özellikleri

Salep, tel köklü otsu bir bitki olup, toprak üstünde 3-5 yapraklı olarak yayılış göstermekle birlikte, yaprakları yeşil renkte olup, uçlara doğru sivrilmektedir. Yaprakları torak yüzeyine yapışık vaziyette olup Şubat-Mart ayına kadar daha çok donuk renkte bulunurlar. Yaprakları benekli veya beneksiz olabilmektedir. Taban yaprakları şeritsi mızraksı ve paralel damarlı, çoğunlukla 25 cm uzunluğunda iken gövde yaprakları kısa ve çok belirgin değildir. Gövde ince, dik, silindirik ve dalsızdır. Yumru iki veya üç adet olup yumurtamsı şeklindedir. Çiçekleri salkım veya başak şeklinde olup, kompakt piramit formundadır. Çiçek renkleri pembe ile morun çeşitli tonlarında olup nadiren de olsa beyaz renkli olabilmektedir. Çiçekler altı tepallidir ve üçü küçük çanak yaprak ve üçü de taç yaprakтан oluşmaktadır. İki küçük taç yaprak kenarlarda bulunurken, üçüncüsü dudak olarak bilinir ve üç lobludur. Çiçeklerin arkasında 1,5 cm uzunluğunda tüpsü mahmuz görülmektedir. Kullanılan bitki kısmı köklerindeki yumrularıdır (Ertaş, 2018).

Salep Bitkisinin iklim istekleri

Salep bitkisi, daha çok ılıman iklim bölgelerinde iyi yetişir. Kışları serin ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kurak geçen iklimler salep için ideal ortamlardır. Bu tür iklim koşulları, bitkinin doğal döngüsünü destekler ve sağlıklı bir büyüme sağlamasına olanak sağlamaktadır.

Salep Bitkisinin toprak istekleri

Salep bitkisi, organik madde içeriği bol, tınlı, hafif asitli toprakları daha çok tercih etmektedir. Kırmızı, kumlu, tuzlu ve bitki besin elementi bakımından zayıf topraklar salep için uygun değildir. Özellikle yumruların gelişmesi için hafif ve bitki besin elementlerince zengin topraklar salep için en uygun topraklardır. Su tutma kapasiteleri yüksek olan topraklar salep için uygundur.

Salep Bitkisinde Bakım İşlemleri

Salep bitkisi hem yumrular ile hem de fideler ile yetiştirilebilen bir bitkidir. Her iki yetiştiricilikte de toprak hazırlığının iyi yapılması gerekmektedir. Toprak işlemeden sonra oluşturulan tahtalarda ekim veya dikim yapılmalıdır. Tahtalarda kullanılan toprak önceden hazırlanan toprak harcından (1/3 bahçe toprağı, 1/3 kum, 1/3 iyi yanmış çiftlik gübresi) da oluşabilmektedir. Ekim veya dikim sıraya ekim şeklinde yapılmalıdır. Bitkiler sıra üzeri 10-15 cm aralıklarla, sıra arası 20-25 cm aralıklarla yapılmalıdır. Ekimler bölgelere göre değişmekle beraber daha çok sonbaharda yapılmalıdır. İlk zamanlarda yabancı ot kontrolü iyi yapılmalıdır. Yetişme süresince ihtiyaç duyulduğu takdirde (2-3 defa) elle yabancı ot kontrolü sağlanmalıdır. Yabancı ot mücadelesi kimyasallar ile ekimden önce de yapılabilir. İlk dönemlerde sulama ihtiyacı olmayıp ileriki dönemlerde ihtiyaç halinde sulama yapılmalıdır. Hasat dönemi geciktirilmemelidir. Yumrular elde edildikten sonra uygun ortamlarda (Soguk hava depolarında) muhafaza edilmelidir.

Salep Yumrularının Değerlendirildiği Alanlar

Yumrular tohum amaçlı değerlendirilebilir. Bu amaçla hasat edilen yumrular önce soldurulmalıdır. Soldurma işlemi açıkta, hava dar, kasalar halinde tek sıra şeklinde ve 1/3'ü nemli bir bölgede yaklaşık iki hafta süre ile soldurulabilmektedir. Sıcak ve kurak bölgelerde daha az sürebilir. Ancak nemli, yağışlı ve rüzgarlı bölgelerde bu süre bir az daha uzatılabilir. Yağışlı günlerde yumrular ıslanmayacak malzemeler ile örtülmelidir. Soldurma işlemi

bittikten sonra birkaç cm (3-5) yükseklikte kasalara doldurularak güneş görmeyecek, oda koşullarında saklanmalıdır. Fidelerin bulunduğu yerde ağırlık kaybına uğrayabilirler. Sıcaklığın fazla yüksek olduğu depolarda ağırlık kaybı daha da artabilmektedir. Ekim dönemine kadar yumrular depolanmalıdır. Salep yumruları geleneksel tıpta kullanılmaktadır. Geleneksel tıpta genelde yumruların içeriğinde bulunan müsilaaj kullanılmaktadır. İnsan mukoza zarları üzerinde koruyucu bir etkiye sahip olan müsilaaj, mide ülserlerini hafifletmek ve hatta iyileştirmek için kullanılmaktadır. Salebin aromatik etkileri nedeniyle Solunum yollarındaki hafif mukus tıkanıklıklarını temizlediğine inanılmaktadır. Ayrıca salep geleneksel tıpta afrodizyak olarak da tavsiye edilmektedir. Yumruların kullanıldığı bir diğer alan ise Dondurma sektörüdür. Dondurma sektöründe salep genelde bağlayıcı olarak kullanılmaktadır. Buna bağlı olarak erime zamanı geciktirebilmektedir. Salepin önemli kullanım alanlarından biri de sıcak içecek olarak değerlendirilmesidir. Genelde dondurmacılarda veya ev ortamında soğuk havalarda soğuk algınlığını azaltmak için kullanılmaktadır.

GÜNEYDOĞU ANDOLU BÖLGESİNDE SALEP YETİŞTİRİCİLİĞİ

Bu çalışma, Diyarbakır tarla koşullarında deneme amaçlı yürütülmüştür. Amaç Diyarbakır ilinde özellikle çok yaygın bir şekilde üretilen dondurma sektörünü ham madde temin etmek için gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada kullanılmak üzere salep yumrusuna ulaşılamadığı için Kastamonu bölgesinden fide temin edilmiş ve çalışmada materyal olarak kullanılmıştır. Fideler temin edildikten sonra hazırlanan tarlada dikimler Aralık ayı içerisinde gerçekleştirilmiştir. İlk defa yürütülen bu çalışmada iki çeşit kullanılmış ve sıra üzeri aralık mesafeye yönelik bir deneme tertiplenmiştir. Deneme Tesadüf Blokları Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre çeşit ana parsellerde sıra arası ve sıra üzeri mesafe aralıkları alt parsellere gelecek şekilde dağıtılmıştır. Denemede kullanılan çeşitler ve kullanılan sıra arası ve sıra üzeri aralık mesafeler Tablo 1 de gösterilmiştir.

SALEP DENEMESİ EKİM PLANI							
Tarla Kenarı Çit Teller	Boş Tarla Kenarı	Serapies Çeşidi				Boş Tarla	
		4.Parse 1	3. Parsel	2. Parsel	1. Parsel		
		1. Blok (Tekerrür)	4/U4	3/U3	2/U2		1/U1
		2.Blok (Tekerrür)	5/U1	6/U2	7/U3		8/U4
		3.Blok (Tekerrür)	12/U3	11/U4	10/U1		9/U2
		Kum Çeşidi					
		1.Parse 1	2. Parsel	3. Parsel	4. Parsel		
		1. Blok (Tekerrür)	4/U4	3/U3	2/U2		1/U1
		2.Blok (Tekerrür)	5/U1	6/U2	7/U3		8/U4
		3.Blok (Tekerrür)	12/U3	11/U4	10/U1		9/U2
		Tarla Kenarı Çit Teller					
		Ekim Sıklığı	Sıra arası x Sıra üzeri Aralık				
		U1(1. Uygulama)	25 cm x20 cm (15 Adet X4)=60 bitki				
		U2(2. Uygulama)	25 cm x20 cm (15 Adet X4)=60 bitki				
		U3(3. Uygulama)	20 cm x20 cm (15Adet X4)=60 bitki				
		U4 (4. Uygulama)	20 cm x10 cm (21 AdetX4)=84 bitki				
		Deneme: 5 ve 6 Aralık 2020 tarihinde ekilmiştir.					

Fideler temin edildikten sonra kökleri ekim yapılana kadar nemli tutulmuştur. Tarla sürüldükten sonra tırmıkla düzeltilmiş ve parseller oluşturulmuştur. Hazırlanan parsellere salep fideleri elle sıra arası ve sıra üzeri mesafeler cm ile belirlendikten sonra dikimler gerçekleştirilmiştir. Özellikle Şubat ayı çok set geçmiş salep orkideleri kısmi olarak etkilenmiş ve bazı orkideler kurumuştur. İleriki dönemlerde yabancı ot kontrolü yapılmıştır. Fideler iki yumrulu dönemde iken Mart ayı çok sıcak geçmiş açık alanda yürütülen denemede orkidelerin çoğu kurumuştur. Nisan ayı içerisinde yabancı ot

kontrolü tekrar yapılmış ve sulama imkanı olmadığı için kuruyan orkidelerin önüne geçilememiştir. Mayıs ayında sağ kalan orkideler hasat edilmiş genelde tek veya iki yumruya sahip oldukları tespit edilmiştir (Kurt ve Çalışkan, 2020). Yumruların fazla gelişmediği tespit edilmiştir. Bunun ana sebebi orkidelerin hem soğuğa maruz kalması arkasından sıcaklıktan etkilenmeleri olarak düşünülmüştür. Ayrıca çalışmanın yürütüldüğü toprağın organik maddesinin düşük olması ve çatlama özelliğine sahip olması yumruların iyi gelişmesini etkilemiştir. Çalışmanın açık alanda Diyarbakır ilinin sıcak ve kurak şartlarında yürütülmesi bu çalışmadan istenilen sonucun alınmamasına engel olmuştur.



Şekil 1. Salep bitkisi, yumru ve yaprak şekli



Şekil 2. Salep bitkisinin dikimi



Şekil 3.Saleplerin hasadı

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde doğal ortamlardan toplanması yasaklanmış olan salep yetiştiriciliği özel izne tabiidir. Bu yüzden sınırlı alanlarda yetiştiriciliği yapılmaktadır. Gün geçtikçe salepe olan yoğun talep ekim alanlarının genişletilmesine olanak sağlamaktadır.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Salep Yetiştiriciliğinde Dikkat Edilmesi Gerekken Hususlar

- 1) Yetiştiriciliğinin yapılacağı illerde Tarım Orman ve Hayvancılık Müdürlüklerinden izin alınmalıdır.
- 2) Güneydoğu Anadolu Bölgesi iklimi sıcak ve kurak geçtiği için özellikle erkenci çeşitlerin tercih edilmesi gerekmektedir. Bunun için Ege Bölgesinde yetiştiriciliği yapılan salep çeşitlerinin tercih edilmesinde fayda vardır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin kuzey kesimleri rakımı yüksek olan yerlerde Karadeniz Bölgesinde yetiştiriciliği yapılan çeşitler de tercih edilebilir.

- 3) Mümkün olduğunca gün boyu güneş alan alanlar yerine daha çok yarım gün özellikle öğlene kadar güneş ışınlarını alan yerler tercih edilmelidir.
- 4) Yetiştiriciliğinde hem yumrular hem de fideler kullanılabilir. Ancak ilk yetiştiricilikte fidan ile üretim önerilmektedir.
- 5) Üretimin yapılacağı alanların toprak yüksek organik madde içermeli ve hafif tınlı-kumlu özeliğine sahip olmalı v sulama imkanına sahip olmalıdır.
- 6) Yetiştiricilikte tavalar hazırlanmalı ve tava toprakları özel harçtan oluşmalıdır.
- 7) Ekimde sıraya ekim yapılmalı, sıra arası ve üzeri yapılan araştırmalarda uygun görülen aralık mesafeye uyulmalıdır.
- 8) Ekimle birlikte araştırma sonuçlarında önerilen dozlarda kısmi gübreleme yapılmalı ve gübrelemede taban gübreleri tercih edilmelidir.
- 9) Bakım işlemlerinde özellikle yabancı ot mücadelesine dikkat edilmeli ve özellikle toprağın çatlamasının önüne geçilmelidir.
- 10) Güneydoğu Anadolu Bölgesinde damlama sulama önerilmektedir.
- 11) Hasat dönemine çok dikkat edilmeli yumrular oluştuktan sonra salep bitkisi gelişmesini tamamladıktan sonra yeşil bitki kısımları kurumadan hasat edilmelidir.
- 12) Yumrular hasat edildikten sonra kontrollü şartlarda muhafaza edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Çalışkan, Ö. (2019). Orta Karadeniz Bölgesi salep orkidesi türleri ve bazı yumru özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(1), 78-83.
- Anonim 1. <https://baka.gov.tr/assets/upload/dosyalar/salep.pdf>, Akdeniz, B., & Ajansı, K. Salep Tarımı ve Endüstrisi.
- Ertaş, S. (2018). Şanlıurfa koşullarında bazı salep türlerinin bitkisel özellikleri ve glukomannan içeriklerinin belirlenmesi/Determination of the botanical properties and glycomanne content of some sahlep species under sanliurfa conditions (Doctoral dissertation).
- Kurt, D., & Çalışkan, Ö. (2020). Doğal Florada Çimlenmiş Sekiz Farklı Salep Orkidesi Türünün İlk Yıl Gelişimlerinin Tanımlanması. *International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences*, 6(2), 302-309.
- Çalışkan, Ö. (2019). Middle Black Sea Region sahlep orchid species and tuber properties.78-83.
- Sandal, G., & Söğüt, Z. (2010). Türkiye orkideleri (salepler). *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 23(2), 109-116.
- Tutar, M., 2011. Ege Bölgesi Salep Orkidelerinde Üretim Olanaklarının Araştırılması. Proje no: TAGEM/TA/07/05//04/003.
- Sezik, E. 1967. Türkiye'nin Salepgilleri, Ticari Salep Çeşitleri ve Özellikle Muğla Salebi Üzerine Araştırmalar. İst. Üniv. Ecz. Fak. (Doktora Tezi) İstanbul. S.76.
- Sezik, E., 1984. Orkidelerimiz. Türkiye'nin Orkideleri. Sandoz Kültür Yayınları.No.6. S.166.
- Akgül, A. (1993). Baharat bilimi ve teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:15. Konya: Damla Matbaacılık.
- Anonim. (2007). Traffic Indian's Newsletter on Illegal Wildlife Trade in India, Sayı 2. Aralık 2007.
- Anonim. (2008). The First Regional Workshop on the South Asia Wildlife Trade Initiative, Workshop Report 31st January – 1st February 2008, Kathmandu, Nepal.
- Özhatay, N., Koyuncu, M., Atay, S., & Byfield, A. (1997). Türkiye'nin Doğal Tıbbi Bitkilerinin Ticareti Hakkında Bir Çalışma, Doğal Hayatı Koruma Derneği, İstanbul.

BÖLÜM 9

FLUE-CURED VE BURLEY TÜTÜNLERİ FİDE ÜRETİMİNDE OPTİMAL YÖNTEM VE KOŞULLARIN SAPTANMASI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet YENİKALAYCI¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17610887>

¹ Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş, Türkiye, a.yenikalayci@alparslan.edu.tr
Orcid ID: 0000-0002-4955-5723

GİRİŞ

Dünya’da tütün türleri içerisinde en yaygın olan tütün Flue-Cured Virjinya (FCV) tipidir. Dünya tütün üretimi ve ihracatının yarısını oluşturur. Güneyde Yeni Zelanda’dan kuzeyde Almanya’ya kadar yaklaşık 75 ülkede yetiştirilir. (Yenikalaycı, 2022). Dünya genelinde sigara üretiminde kullanılan tütünlerin % 70’ini FCV, % 15’ini Burley ve % 4’ünü oriental tütünler oluşturmaktadır (Ekren ve ark., 2021).

Burley tütünü dünyada yetiştirilen ikinci en popüler tütün tipidir. Kapalı, gölge mekânlarda havalandırma yöntemi ile kurutulurlar. Light-air cured tip tütüne en iyi örnek Burley’dir (Güneş ve ark., 2000). Burley tütünleri sigara, pipo, çiğneme ve enfiye olarak kullanılmaktadır.(Gül ve ark., 2009; Yenikalaycı, 2023)

Tütün ülkelerin ekonomilerinde önemli bir yere sahiptir. Çiftçiler için ise iyi bir gelir kaynağıdır. Dünya da gelişmiş ülkeler tütün ticaretinde önemli bir yere sahiptir ve bu alanı ihmal etmedikleri görülür. Bilhassa ABD, Çin ve Avrupa ülkeleri tütün ve tütün mamûlleri ticaretinde önder ülkelerdir. Gelişmiş ülkeler kâr marjı bu kadar yüksek olan tütün bitkisinin pazar payını ellerinde tutmak istemektedirler (Yenikalaycı, 2022).

İyi bir tütün yetiştiriciliğinin ilk aşaması sağlıklı, güçlü, homojen fide yetiştiriciliğinden geçer. Bu daha sonra tarla döneminde bitkilerin tutma oranı, hızlı ve sağlıklı, üniform bir şekilde gelişmesini dolayısı ile verim ve kaliteyi olumlu etkiler.

Bazı araştırmacılar FCV tütün fideliğinde m²’de bulunması gereken fide sayısını 400-500 adet, fide boyunun 13-15 cm, sap kalınlığının 6 mm olarak bildirmişlerdir (Philip Morris, 1978; Hawks, 1978; Hawks ve Collins 1994). FCV tütünün 1 g tohumluğunda 12.000-16.000 adet tohum bulunabileceği, bunun çeşitlere göre değiştiği bildirilmiştir. Birim alana fazla tohum ekildiğinde uzun ve ince fideler, az miktarda tohum ekildiğinde kısa ve büyük yapraklı fideler elde edileceği belirtilmiştir. Bu kriterler biraz genişletilirse tarlaya dikimde fide boyunun 10-20 cm, çapının 5-7 mm olabileceği ileri sürülmüştür (Smalcelj ve Brozović, 1997; Hawks ve Collins 1994).

Walker, (1984), tohum miktarının 0,17g/m²’den 0,10g/m²’ye düşürülmesiyle tarlada fide dayanıklılığının ve hayatta kalma oranının arttığını, birim alanda fide yoğunluğun artması ile fide boyunun kısaldığını, çiçeklenme süresinin uzadığını ve verimin düştüğünü bildirmiştir. Tarlaya fide dikiminin

gecikmesi ile çiçeklenme gün sayısı, yan filizlerin ağırlığı ve toplam alkaloid seviyesinin azaldığını, ancak yaprak sayısı, kalite indeksi ve indirgen şeker seviyesinin nispeten etkilenmediğini ortaya koymuştur.

Dünyada şu anda yabancı tütünler fide üretiminde özellikle tütün yetiştirici firmalar tarafından float sistemi uygulanmaktadır. Bu konuda çalışan Ekren ve Tuncer (2021), yaptıkları çalışmalarda geleneksel yöntemle yetiştirilen fidelerde fide boyunu, bitki boyunu, yaprak sayısı, verimi ve kaliteyi su kültüründe (float sistem) yetiştirilen fidelere göre daha düşük oranda tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Karabulut ve Ekren, (2024), float sistemde yetiştirilen fidelerin daha sağlıklı, sağlam bir kök sistemine sahip, homojen, kuraklığa daha dayanıklı, topraktaki besin elementlerinden daha iyi faydalanan, ölüm oranı düşük fideler olduğunu, tütün fidelerini yetiştirmek için kullanılan karışımlarda % 85 oranında torf, % 15 oranında vermikülit önerildiğini belirtmişlerdir.

Ülkemizde her geçen yıl yabancı tütünlerden virjinya ve burley tütünleri üretimi giderek artmaktadır. Başarılı bir tütün yetiştirmenin ilk aşaması sağlıklı, güçlü ve homojen fide üretmekten geçmektedir. Tütünde fide üretiminde kullanılan kapak maddesi türü ve tohum miktarı, çıkış oranını, bitki sıklığını sonuçta kullanılacak fide kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu çalışmada Flue-cured (Virjinya) ve Burley tütünlerinde fide üretiminde uygun kapak maddesi (malç) ve tohum miktarını tespit etmek amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmada materyal olarak Flue-cured tipi olan Virjinya G-80 ve Burley tipi olan Burley 21 tütün çeşitleri kullanılmıştır.

Flue-cured (Virjinya) tütünleri orta ve iri kıtalıdırlar. Yaprakları ortalama % 1.9 nikotin, % 2 total azot, % 22 indirgen madde içerir. Harmanlara tat ve renk vermek için kullanılır. Virjinya tütünleri yüksek şeker oranı ile bilinen sigaralık tütünlerdir. Bu da yapraklarının tam olgunluk döneminde hasadı ve kısa sürede kurutulması ile elde edilmektedir (Anonim, 1990).

Burley tütünleri iri kıtalı, kahverengi tonlarında, yanma ve doldurma kabiliyeti yüksek, koku absorbe özellikleri iyidir. Yaprakları % 2.90 nikotin, % 0.21 şeker ve % 3.95 azot içerir (Anonim, 1990).

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü serasında 1991 yılı Mart-Mayıs aylarını kapsayan dönemde bölünen-

bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Ana parselde çeşitler, alt parselde kapak maddeleri ve minik parsellerde de tohumluk miktarları olacak şekilde deneme kurulmuştur.

Denemede kapak maddesi (malç) olarak dere kumu ve çam ibresi kullanılmıştır. Tohum miktarları ise 0.50, 0.75 ve 1.00 gr/10 m² olacak şekilde 3 uygulama olarak ele alınmıştır. Dekara saf olarak 5 kg N, 10 kg P, 10 kg K oranında gübreleme yapılmıştır. Ekim 24 Mart 1991 tarihinde tohumların su ile karıştırılıp ekildiği ince süzgeçli sulama kovaşı ile yapılmıştır. Ekimden bir hafta sonra 1 Nisan 1991 tarihinde yastıkların hepsinde toprak yüzeyine çıkış gözlenmiştir. Yabancı otların mücadelesi sürekli elle temizlenerek yapılmıştır. Hastalık ve zararlılarla mücadelede koruyucu önlem olarak belli aralıklarda agrotis ve danaburnu zararlılarına karşı Dursban 4 ve Prynex, ayrıca mavi küf için Ridomil ile gerekli ilaçlamalar yapılmıştır. Fide sökümü; fidelerin artık iyice geliştiği tarlaya şaşırtılabilir hale geldikleri 28 Mayıs 1991 tarihinde yapılmıştır. Denemede incelenen özellikler olan Fide Boyu (cm), Fide Kök Uzunluğu (cm), Fide Sap Kalınlığı (cm), Fide Yaprak Sayısı (adet/fide), Fide Yaprak Alanı (cm²), Fide Kuru Ağırlığı (g), Fide Kök Kuru Ağırlığı (g), Fide Herba Kuru Ağırlığı (g), Fide Kök Kuru Ağırlığı / Fide Kuru Ağırlığı, Birim Alandaki Fide Sayısı (33 x 33=1089 cm²) ölçüm, tartım ve hesaplamaları söküm işlemi öncesi ve sonrasında yapılmıştır.



Resim 1. Ekilen tütün tohumları üzerine kapak maddesi olarak kum ve çam ibresi atılmış hali

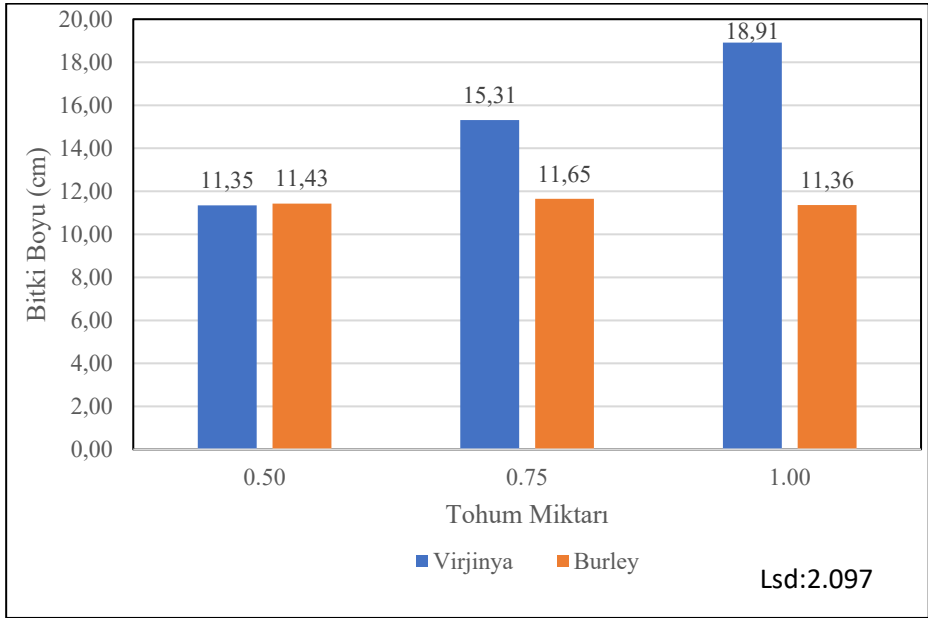
ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Fide boyu (cm)

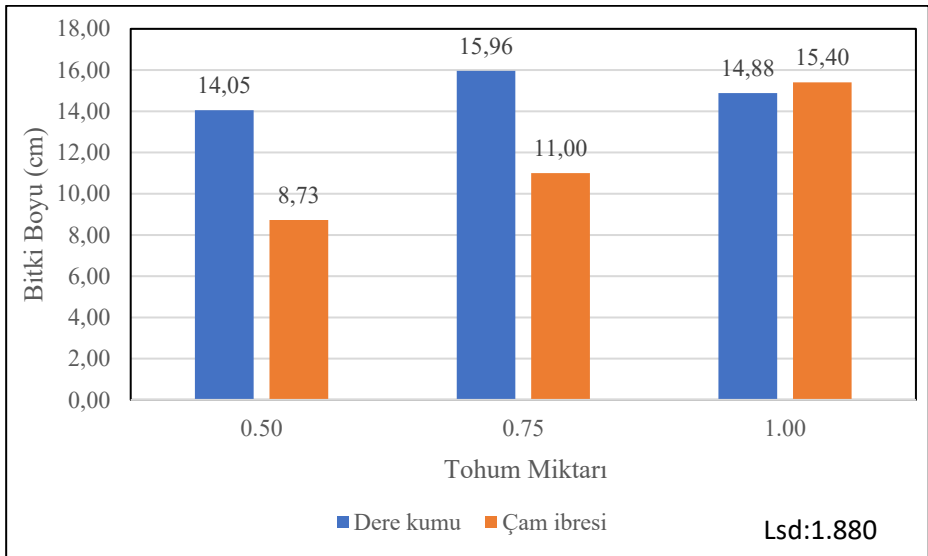
Araştırma sonucunda çeşit, kapak maddesi, tohum miktarı, çeşit x tohum miktarı ve kapak maddesi x tohum miktarı ikili interaksyonları önemli çıkmıştır. Çeşit ile tohum miktarı interaksyonuna göre en yüksek fide boyu 18.91 cm ile Virjinya G-80 çeşidi 1.00 g/10 m² tohum miktarı uygulamasından elde edilmiştir. En düşük fide boyu ise Virjinya G-80 çeşidi 0.50 g/10 m² tohum uygulamasından elde edilmiştir. Tohum miktarı artışına karşın Virjinya G-80 çeşidinde fide boyunda belirgin bir artış olmuştur. Burley 21 çeşidi ise tohum miktarı artışına duyarlı olmamıştır. Kapak maddesi ile tohum miktarı arasında ikili interaksyonda en yüksek fide boyu (15.96 cm), kapak maddesi dere kumu olan 0.75 g/10 m² tohum miktarı uygulamasından, en düşük değer ise çam ibresi 0.50 g/10 m² tohum miktarı uygulamasından (8.73 cm) elde edilmiştir. Dere kumu uygulamasında fideler daha uzun boylu olmuştur. Tohumluk miktarının artışı ile bitkiler arasında rekabetten dolayı fide boyunun arttığına ilişkin bulgular bazı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Smalcelj ve Brozović, 1997; Tripathi ve Bhattacharya 1981; Hawks ve Collins 1994). Tohum miktarının fide boyunu etkilemediğine ilişkin bulgular Gawande ve Johnson, (1983) ve tohum miktarı artışının fide boyunu küçülttüğü yönündeki bulgular ise Walker, (1984) tarafından tespit edilmiştir.

Fide boyu ile yaprak sayısı ve kök kuru ağırlığı, fide kuru ağırlığı arasında önemli olumsuz; fide herba kuru ağırlığı ve birim alandaki fide sayısı arasında önemli ve olumlu bir ilişki saptanmıştır (Çizelge 1).

Fide boyuna ilişkin ortalamalar Şekil 1 ve 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Çeşit x Tohum miktarı interaksiyonuna göre fide boyuna ilişkin ortalamalar.



Şekil 2. Kapak maddesi x Tohum miktarı interaksiyonuna göre fide boyuna ilişkin ortalamalar.

Fide kök uzunluğu (cm)

Fide kök uzunluğuna göre uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmamıştır. En fazla kök uzunluğu 16.16 cm ile Burley 21 çeşidi çam ibresinde 0.75 g/10 m² tohum miktarı uygulamasından, en düşük değer ise 11.43 cm ile Virjinya G-80 çeşidi çam ibresi 0.75 g/10 m² tohum miktarından elde edilmiştir.

Fide kök uzunluğu ile yaprak alanı ve sap kalınlığı arasında önemli olumlu bir ilişki saptanmıştır (Çizelge 1).

Fide sap kalınlığı (cm)

Fide sap kalınlığı üzerine çeşitler arasındaki fark istatistiki yönden önemli çıkmıştır. Virjinya G-80 çeşidinde sap kalınlığı 0.72 cm elde edilirken, Burley-21 çeşidinde sap kalınlığı 0.83 cm elde edilmiştir. Tohum miktarları ve kapak maddelerinin sap kalınlığı üzerine bir etkisi olmamıştır. Tohum miktarının sap kalınlığını etkilemediğine ilişkin benzer bulgular Gawande ve Johnson, (1983), tarafından belirtilmekle birlikte Pearce ve ark., (2008) bitki sıklığı arttıkça sap kalınlığının azaldığını bildirmişlerdir.

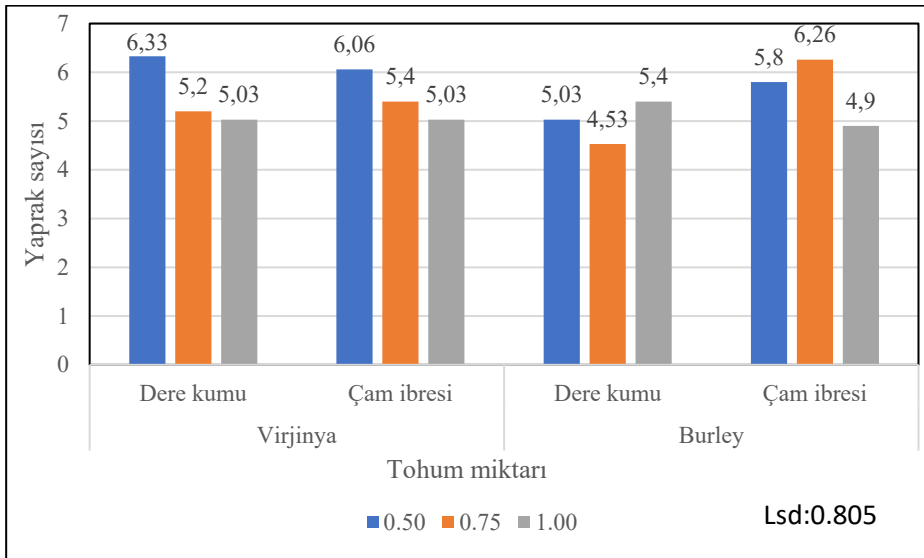
Sap kalınlığı ile yaprak alanı, fide kuru ağırlığı, fide kök kuru ağırlığı arasında önemli ve olumlu, birim alandaki fide sayısı arasında önemli olumsuz bir etkileşim ortaya çıkmıştır (Çizelge 1).

Fide yaprak sayısı (adet/fide)

Fide yaprak sayısı yönünden kapak maddesi, tohum miktarı, çeşit x kapak maddesi, çeşit x kapak maddesi x tohum miktarı interaksiyonları istatistiki olarak önemli çıkmıştır. En çok yaprak sayısı Virjinya G-80 çeşidi dere kumu 0.50 g/10 m² tohum miktarı uygulamasında 6.33 adet/fide, minimum yaprak sayısı ise Burley 21 çeşidi, dere kumu 0.75 g/10 m² tohum miktarı uygulamasında (4.53 adet/fide) belirlenmiştir. Tohum miktarının yaprak sayısına etkisi üzerinde yapılan çalışmalarda, Gawande ve Johnson, (1983), azalan popülasyonla birlikte yaprak sayısının arttığını, Walker, (1984), ise tohum miktarının yaprak sayısını etkilemediğini belirtmişlerdir.

Fide yaprak sayısı ile birim alandaki fide sayısı arasında önemli ve olumsuz bir ilişki bulunmuştur (Çizelge1).

Fide yaprak sayısına ilişkin ortalamalar Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Fide yaprak sayısına ilişkin ortalamalar.

Fide yaprak alanı (cm²)

Fide yaprak alanı bakımından kapak maddesi, tohum miktarı, çeşit x kapak maddesi, çeşit x kapak maddesi x tohum miktarı etkileşimleri istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. En yüksek yaprak alanı 574.26 cm²/fide ile Burley 21 çeşidi dere kumu 0.50 g/10 m² tohum miktarında, en az yaprak alanı ise 340.08 cm²/fide ile Virjinya G-80 çeşidi çam ibresi 0.75 g/10 m² tohum miktarı uygulamasında bulunmuştur. Tohum miktarının yaprak alanına etkisi üzerinde yapılan çalışmalarda; Tripathi ve Bhattacharya, (1981), (1984), Gawande ve Johnson, (1983), Zulueta, (1990), yaprak alanının tohum miktarı artışı ile birlikte azaldığını belirtmişlerdir.

Fide yaprak alanı ile birim alandaki fide sayısı arasında önemli ve olumsuz; fide kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve herba kuru ağırlığı arasında önemli olumlu bir ilişki bulunmuştur (Çizelge1).

Fide kuru ağırlığı (g)

Fide kuru ağırlığı yönünden kapak maddesi, tohum miktarı, çeşit x kapak maddesi etkileşimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çeşit ile kapak maddesi arasındaki ikili ilişkiye göre en yüksek fide kuru ağırlığı 3.26 g ile Virjinya G-80 çeşidi dere kumu uygulamasından, en az ise 2.22 g ile yine Virjinya G-80 çeşidi çam ibresi uygulamasında saptanmıştır. Tohum miktarına

göre en yüksek fide kuru ağırlığı (3.06 g) 0.50/10 m² tohum miktarından, en düşük ise 2.56 g ile 0.75 g/10 m² tohum miktarı uygulamasında belirlenmiştir.

Fide kuru ağırlığı ile herba kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı arasında önemli ve olumlu bir ilişki bulunmuştur (Çizelge1).

Fide kök kuru ağırlığı (g)

Fide kök kuru ağırlığına göre çeşit, kapak maddesi, tohum miktarı, çeşit x tohum miktarı ve kapak maddesi x tohum miktarı interaksiyonları istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çeşit ile tohum miktarı arasındaki ikili ilişkiye göre en fazla kök kuru ağırlığı 0.57 g ile Burley 21 çeşidi 0.50 g/10 m² tohum uygulamasında, en az değer ise Virjinya G-80 çeşidi 0.75 g/10 m² tohum miktarı uygulamasında (0.37 g) bulunmuştur, Kapak maddesi ile tohum miktarı arasındaki ilişkiye göree en fazla kök kuru ağırlığı, kapak maddesi dere kumu olan 0.50 g/10 m² tohum uygulamasında, en düşük ise çam ibresi 0.50 g/10 m² ve dere kumu 0.75 g/10 m² tohum miktarında (0.37 g) belirlenmiştir.

Fide kök kuru ağırlığı ile fide kök kuru ağırlığı / fide kuru ağırlığı ve fide herba kuru ağırlığı arasında önemli ve olumlu ilişki bulunmuştur (Çizelge1).

Fide herba kuru ağırlığı (g)

Fide herba kuru ağırlığı yönünden kapak maddesi, tohum miktarı ve çeşit x kapak maddesi ikili interaksiyonu önemli çıkmıştır. Çeşit ile kapak maddesi arasındaki bağıntıya göre fide herba kuru ağırlığı en yüksek 2.89 g ile Virjinya G-80 çeşidi dere kumu uygulamasında, en düşük (1.87 g) Virjinya G-80 çeşidi çam ibresi uygulamasında saptanmıştır. Tohum miktarları bakımından en yüksek fide herba kuru ağırlığı 0.50 g/10 m² tohum uygulamasında (2.63 g), en az 0.75 g/10 m² tohum uygulamasında (2.16 g) bulunmuştur.

Fide kök kuru ağırlığı / Fide kuru ağırlığı

Kök oranı bakımından tüm uygulamalarda istatistiki olarak bir fark oluşmamıştır. En yüksek kök oranı 0.18 ile Burley 21 çeşidi, dere kumu 0.50 g/10 m² ve 1.00 g/10 m² tohum miktarlarında, en az ise Virjinya G-80 çeşidi dere kumu 0.75 g/10 m² tohum miktarında görülmüştür.

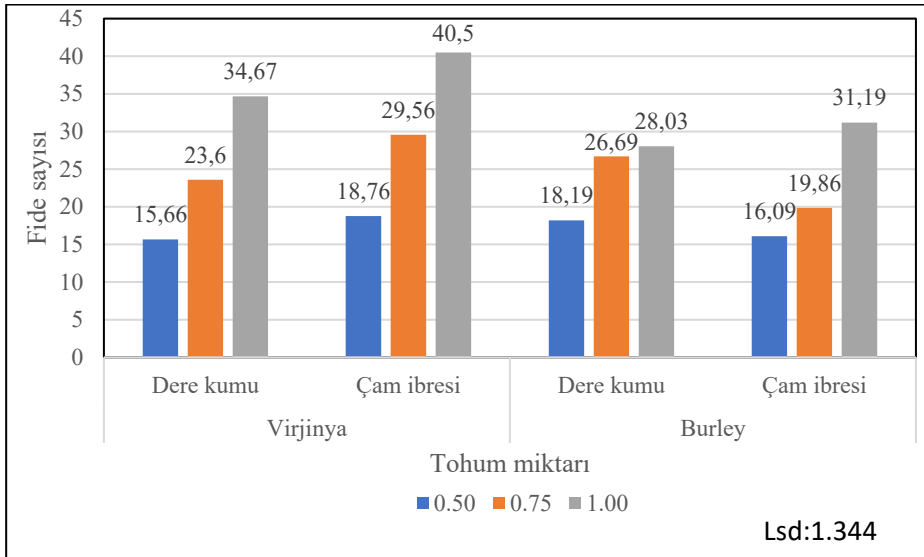
Birim alandaki fide sayısı (33 x 33=1089 cm²)

Birim alandaki fide sayısına göre tüm uygulamalar arasındaki farklar istatistiki açıdan önemli çıkmıştır. Birim alandaki fide sayısı en yüksek 40.50

fide ile Virjinya G-80 çeşidi çam ibresi 1.00 g/10 m² tohum uygulamasında en düşük fidesayısı 15.66 fide ile Virjinya G-80 çeşidi dere kumu 0.50 g/10 m² tohum miktarı uygulamasında bulunmuştur. Tohum miktarı artışı ile tüm uygulamalarda birim alandaki fide sayısı da doğru orantılı olarak artmıştır. Benzer bulgular Tripathi ve Bhattacharya, (1984), tarafından da belirtilmiştir.

Birim alandaki fide sayısı ile kök uzunluğu, sap kalınlığı, yaprak sayısı ve yaprak alanı arasında önemli olumsuz; fide boyu arasında önemli olumlu bir ilişki saptanmıştır (Çizelge 1).

Birim alandaki fide sayısına ilişkin ortalamalar Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Birim alandaki fide sayısına ilişkin ortalamalar.

İncelenen özellikler arası Korelasyon Analizi sonucu Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. İncelenen Özellikler Arası İlişkiler

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-0.219	-0.170	-0.417*	0.123	0.325	0.101	0.339*	-0.385*	0.533**
2		0.674**	0.199	0.446**	0.207	0.311	0.139	0.269	-0.163
3			0.218	0.550**	0.411**	0.524**	0.308	0.187	-0.404*
4				0.282	-0.040	-0.043	-0.002	0.023	-0.539**
5					0.591**	0.595**	0.582**	0.127	-0.466**
6						0.844**	0.916**	-0.137	-0.207
7							0.706**	0.404*	-0.237
8								-0.235	-0.224
9									-0.083

1.Fide boyu, 2.Kök uzunluğu, 3.Sap kalınlığı, 4.Yaprak sayısı, 5. Yaprak alanı, 6. Fide kuru ağı, 7. Fide kök kuru ağı, 8. Fide herba kuru ağı, 9.Kök kuru ağı/Fide kuru ağı, 10. Birim alandaki fide sayısı

SONUÇ ve ÖNERİLER

Flue-cured (Virjinya) ve Burley tütünleri fide üretiminde farklı kapak maddesi (malç) ve tohum miktarları uygulamalarının fide gelişimi üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada; kullanılan Virjinya G-80 ve Burley 21 çeşitlerinde tarlaya şaşırtılabilecek en uygun, güçlü, büyük ve ağır fideler kapak maddesi dere kumu olan 0.50 gr/10 m² tohumluk miktarı uygulamalarından elde edilmiştir.

Türkiye de faaliyet gösteren sigara firmalarına 28.10.2020 tarihinde yayınlanan 7255 Sayılı Kanun ile 4733 Sayılı Kanun'un 6. Maddesine göre yerli Tütün Kullanım Zorunluluğu Düzenlemesi getirilmesi ile birlikte yurt içerisinde Virjinya ve Burley tütünlerinde ekim alanı her geçen yıl artmaktadır. Ama ne yazık ki buna paralel olarak tütün konusunda özellikle yabancı tütünlerden FCV (Flue-cured virjinya) ve Burley tütünleri üzerinde ülkemizde yeterince bilimsel çalışma yapılmamaktadır.

Tütün bitkisinde verim kadar kalite de üzerinde durulması gereken bir konudur. Şu anda ülkemizde üretilen virjinya ve burley tütünlerinde kalitenin ihmal edildiği kanısındayım. Yabancı tütünlerde özellikle azotlu gübreleme, tepe kırımı, filiz kontrolü ve kurutma konusunda hatalar yapıldığını gördüm buda kaliteye direkt olarak etki yapmaktadır. Fide yetiştiriciliğinde ise üreticiler geleneksel yöntemleri kullandıkları için zayıf, cılız heterojen fide üretmekte ve tarlaya fide dikimleri biraz geç kalmakta, sonuçta vejetasyon dönemi kısaldığı için verimleri düşmektedir. Ayrıca hasatlar geç kalmakta, kurutma işlemi havaların soğuması ve sonbahar yağışlarının başlaması ile tehlikeye girmektedir.

Ülkemizde faaliyet gösteren yerli ve yabancı tütün üreticisi firmaların yeni tütün üretim bölgelerinde kaliteye, kurutmaya yönelik alt yapı yatırımlarını artırmaları ve üreticilerin bilinçlendirilmesi, eğitimi konusunda çalışmalar yapması kanaatindeyim.

KAYNAKLAR

- Anonim, (1990). Virginia ve Burley Tütünlerinin Türkiye'nin Çeşitli Yörelerinde Yetiştirilme İmkânlarının Araştırılması Projesi Teklifi, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu. Temmuz - 1990.
- Boydak E, Fırat R, 2020. Bazı Farklı Ayçiçeği (*Helianthus Annuus* L.) Genotiplerinin Geçit Bölgelerindeki Performanslarının Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1): 288-294, 2019. ISSN: 2146-0574, eISSN: 2536-4618.
- Ekren, S., Geren, H., Çevik, Ö. (2021). Farklı azot dozlarının flue-cured (Virginia) tütününde verim ve bazı verim özelliklerine etkisi. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi 5(1): 202-209.
- Ekren, S., Tuncer, A.Y. (2021). Tütün Bitkisinde Su Havuzu Yöntemi ile Yetiştirilen Fidelerin Tarla Performanslarının Belirlenmesi, ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi, 5(1): 73-80, DOI: <https://doi.org/10.46291/ISPECJASv ol5iss1pp73-80>
- Gawande, M., Johnson, W.H. (1983). Phytotron studies on Tobacco seedling production. I. Effect of plant spacing on growt. Field Crop Abstracts, 36(3):261.
- Gül, U., Arısoy, H., Sivük, H., Ataseven, Y. (2009). Alternatif Ürün Projesi Kapsamında Tütün ve Bazı Ürünler Arasında Kârlılık Karşılaştırmaları, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(3)215-226.
- Güneş, E., Albayrak, M., Gülçubuk, B. (2000). Türkiye'de Gıda Sanayi. Tek Gıda-İş Sendikası 50.Yıl, Semih Ofset, Ankara.
- Hawks, S.N.Jr. (1978). Osnovi prizvodnje virginijskog duhana, N. Vuletic, Zagreb, 46.
- Hawks, S.N.Jr, Collins, W.K. (1994). Nacela prizvodnje virginijskog duhana, Ceres, 86, 104.
- Karabulut, Y., Ekren, S. (2024). Float Tray Sistem ile Tütün Fidesi Yetiştiriciliği, MAS JAPS 9(3): 601-617, DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.13312963>
- Pearce, B., Palmer, G., Bailey, A., Seebold, K., Townsend, L. (2008). Management of Tobacco Float Systems, Kentucky Tobacco Production;(p.13).

- Philip Morris. (1978). Summary of Cultural and Agronomic Production Practices of Virginia and Burley Tobacco “Philip Morris”, USA, Leaf Department, Richmonds, Virginia, 19.
- Tripathi, S.N., Bhattacharya, B. (1981). Effect of seed rates and nitrogen levels on growth and number of transplants in Tobacco nurseries. Field Crop Abstracts, 36:(1):99
- Tripathi, S.N., Bhattacharya, B. (1984). Effect of seed rates and nitrogen levels on growt and number of transplant in Tobacco nurseries. Field Crop Abstarcts, 37:(11):928.
- Smalcelj, B., Brozović, D. (1997). Flur-cured Tobacco Seedlings Density and Their Characteristics, Agronomski Glasnik, 3-4.
- Walker, E.K. (1984). Flue-Cured Tobacco Seedlings: Effects of Seedling Age, Transplanting Time, and Seeding Density on Seedling Growth and Crop Production Factors, Agriculture Canada, 54:(3):16-21.
- Yenikalaycı, A. (2022). Flue-Cured Virjinya Tütünü Yetiştiriciliği, Stratejik Sektör: TARIM, s.295-358.
- Yenikalaycı, A. (2023). Burley Tütünü Yetiştiriciliği Bölüm 1, Tarım İçin Gelişmiş Stratejiler, s. 3-28.
- Zulueta, B. (1990). Study of 5 sowing patterns in 20 m2 plots of tobacco cv. Criollo sown using traditional methods. Field Crop Abstracts, 43(1):77.

BÖLÜM 10

BİYOTEKNOLOJİDE BİTKİ BAZLI NANOMALZEMELERİN KULLANIMINA İLİŞKİN ARAŞTIRMA

Öğr. Gör. Dr. Mehtap ANDIRMAN¹

Dr. Öğr. Üyesi Nurettin BARAN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17610967>

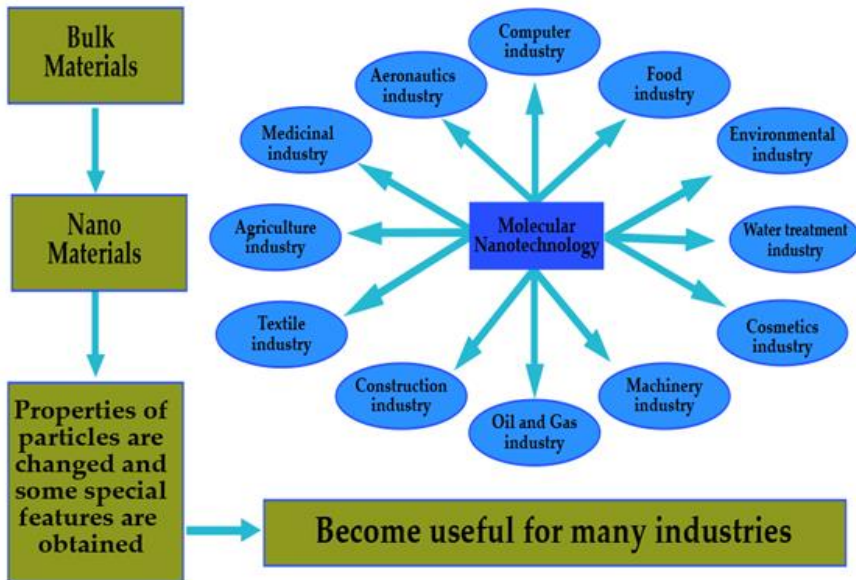
¹Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Sason Meslek Yüksekokulu, Batman Üniversitesi, Batman/Türkiye ORCID: 0000-0001-8566-3388, mehtap.andirman@batman.edu.tr

²Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Sason Meslek Yüksekokulu, Batman Üniversitesi, Batman/Türkiye ORCID: 0000-0003-2212-3274, nurettin.baran@batman.edu.tr

GİRİŞ

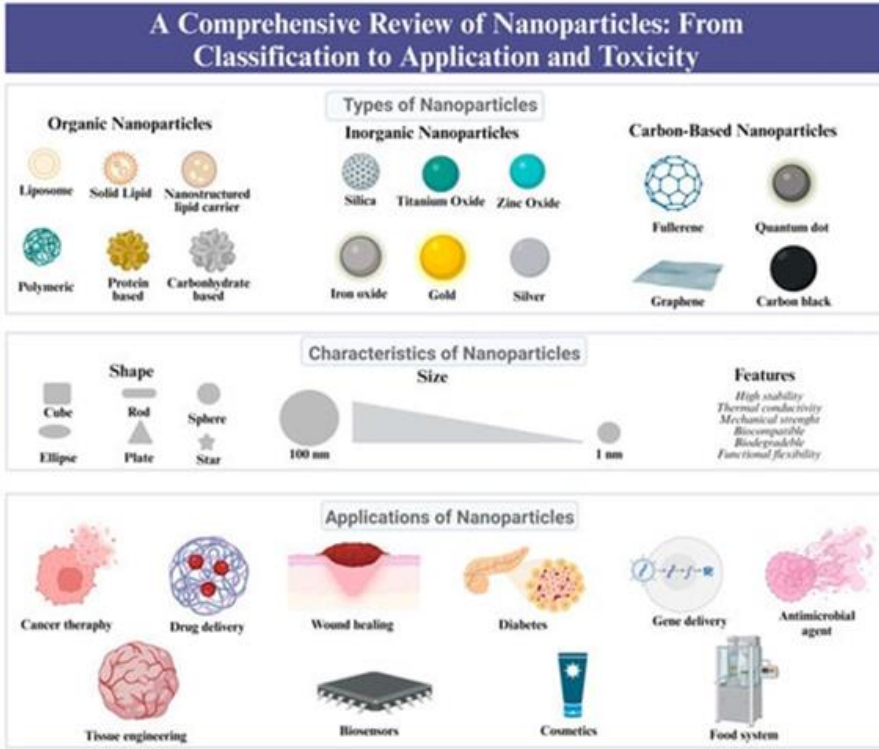
Geçmişten günümüze bakıldığında, dünyanın birçok ülkesinde nanomalzemelerin mühendislik ve nanoteknoloji araştırma programlarında kullanıldığı "nano" terimi olarak bilinen yeni bir olgu ortaya çıkmıştır (Roco, 2003). Nanoteknoloji, 1-100 nm arasındaki boyutlardaki malzemelerin üretim, paketlenme, ulaştırma ve tarımsal ürünlerde kullanıldığını göstermiştir (Scott ve Chen, 2003; Wiesner vd., 2006). Bu yeniliklerin yayılmasıyla birlikte, birçok araştırmacı bunları tarımsal üretimde kullanma fikrine kapılmış ve farklı çalışmalar yapmaya başlamıştır.

Nanomalzeme olarak adlandırılan yapılar, kullanılan hammaddenin özelliklerine, şekline, boyutuna, kimyasal bileşimine ve kullanım alanlarına bağlı olarak farklı gruplarda gösterilmekte olup nanopartiküller, nanokristaller, nanoteller, nanotüpler, nanofilmler ve nanoçubuklar olarak sıralanabilir. Nanopartiküller, her bir birim için geniş bir yüzey alanına sahip olmaları nedeniyle nanomalzemeler arasında önemli bir yere sahiptir ve karakteristik şekilleri, yüksek boyutları, ayarlanabilir gözenek boyutları ve geliştirilmiş yüzey alanı ile bilinirler (Cansız ve Kirmusaoğlu, 2018; Çiftçi ve Altınkut, 2019; Selen vd., 2020).



Şekil 1. Nanomalzemelerin çeşitli sektörlerdeki kullanım alanları, (Subhan vd., 2021)

Kompozit nanomalzemeler biyolojik sıvılarda yüksek stabiliteye ve biyolojik olarak parçalanabilirlik, yenilenebilirlik ve biyouyumluluk gibi özelliklere sahiptir (Draz vd., 2014; Mu ve Seow, 2006). Bu özellikler, nanokompozitlerin tarım, enerji, kozmetik ve ilaç gibi çeşitli sektörlerde kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Ayrıca otomotiv, uzay, havacılık ve savunma sanayilerinde de farklı uygulamalara sahiptirler (Şekil 1) (Yılmaz ve Evcı, (2015).



Şekil 2. Nanopartiküllerin çeşitli kategorilere ayrılması (Ijaz vd., 2019)

Nanopartiküller, kullanım ve uygulama alanları açısından çubuklar, tüpler, küreler, misel ve kabuklar olarak değerlendirilir. Kimyasal yapılarına göre farklı kategorilerde bulunurlar; karbon bazlı (fulleren, karbon nanotüpler vb.), metal oksitler (CuO, ZnO, TiO₂ vb.), metaller (Ag, Au, Cu vb.), silikon bazlı malzemeler, kuantum noktaları, polimerler (lipozomlar, dendrimerler vb.) ve nanojeller (doğal, sentetik ve hibrit) (Şekil 2) (Sanzari vd., 2019). Bu özellikler, işlevselliklerini artırır ve nanopartiküllerin çeşitli alanlarda kullanılmasına imkan sağlamaktadır.



Şekil 3. Nanopartiküllerin bitkilerde çeşitli uygulama alanları (Verma ve vd., 2018)

Nanopartiküller, belirli metal tuzlarının indirgenmesiyle elde edilen nanoskaladaki sistemlerdir ve bu süreçte bağımsız olarak hareket edebilirler. Bu partiküller benzersiz fizikokimyasal özelliklere sahiptir ve biyomoleküllerle etkileşim için yapısal destek sağlama potansiyeline sahiptirler. Son zamanlarda nanopartiküller, kalite iyileştirme, büyüme ve besin değerinin artırılması gibi önemli etkileri nedeniyle tarım sektöründe değer kazanmıştır. Bitkiler üzerinde yapılan çeşitli çalışmalarda; nanomalzemelerin nanotaşıyıcı olarak kullanılması, nanotaşıyıcılardan kimyasalların (böcek kovucular, pestisitler ve gübreler vb.) hedefli kontrollü salınımı, biyoaktif moleküllerin nanotaşıyıcılar aracılığıyla bitki hücrelerine iletilmesi, hastalık koşullarına toleransın artırılması, biyobelirteç ve görüntüleme amacıyla kullanılan renklendirici maddelerin (floresan boyalar, kuantum noktaları vb.) nanotaşıyıcılar

aracılığıyla hücelere iletilmesi üzerinde durulmuştur(Şekil 3) (Verma vd., 2018).

Bitkilerde nanopartikül uygulamaları, çevresel stres koşullarına karşı direnci artırmayı ve reaktif oksijen türleri gibi zararlı bileşenlerin etkilerini azaltmaya yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Bu uygulamalar, bitkilerin hem biyotik hem de abiyotik stres faktörlerine karşı direncinin artmasını destekleyen ve harekete geçiren bir eğilimdir (Ocsoy vd., 2013; Djanaguiraman vd., 2018; Gao vd., 2018).

Bitkiler kuraklık, tuzluluk, sıcaklık değişiklikleri, ağır metaller ve UV ışınları gibi faktörlere karşı savunmasızdır. Bu stres durumlarında, hücresel toksisiteyi artırarak reaktif oksijen türleri meydana gelmesiyle birlikte makromoleküllerin parçalanmasına ve hücre zarının bozulmasıyla bitki büyümesini engellemektedir (Qados, 2015; Prasad vd., 2017). Bitki büyümesi ve gelişimi üzerinde olumsuz etkisi olmayan güvenli nanopartiküllerin tasarımı ve sentezi, bitkilerde nanopartiküllerin alım ve mobilizasyon mekanizmaları hakkındaki bilgi eksikliğinin giderilmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca multidisipliner yaklaşımlar sayesinde nanopartiküllerin kendine özgü fizikokimyasal özellikleriyle biyomoleküllerle etkileşime girerek kullanım alanlarının daha da genişletileceği ve değerlendirileceği düşünülmektedir.

Tarımda gübre uygulamalarında nanomalzemelerin kullanımı önemli bir yer tutmakta olup, nanogübrelerin bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini yavaş ve kontrollü bir şekilde sağladığı belirtilmektedir (Sohrab vd., 2016). Nanogübreler, kimyasal gübrelerin neden olduğu toprak kirliliğini azaltarak çevreye olumlu katkıda bulunma olanağına sahip olup, en büyük avantajlarından biri de diğer gübrelerle kıyasla miktar olarak daha az kullanılmalarıdır (Naderi vd., 2011; Selivanov ve Zorin, 2001; Reynolds, 2002; Raikova vd., 2006; Batsmanova vd., 2013; Subramanian vd., 2015).

Nano gübrelerin küçük boyutlu olması, mineralin stomalardan kolayca geçmesine izin vererek bitkinin minerallerden kolayca yararlanmasına neden olmaktadır (Liu ve Lal, 2016; Sing vd., 2017). Böylece uygulanan gübrelerden maksimum verimin alınabileceği bildirilmiştir. Nano gübrelerin geleneksel gübrelere göre birçok avantajı bulunmaktadır (Liu ve Lal, 2016; Sing vd., 2017; Dağhan, 2017, Ahmad, 2019). Bunlar arasında en önemlileri; gübre miktarının minimum düzeyde kullanılarak düşük girdi maliyetiyle yüksek verim elde

edilmesi, bitki besin maddelerinin yüksek oranda değerlendirilmesi, aşırı gübre kullanımının önlenmesi, çevreye verilen zararın azaltılması, toprak verimliliğinin ve ürün kalitesinin artırılmasıdır. Nano gübreler, bitkinin büyüme dönemi boyunca sağlıklı bir şekilde gelişip büyümesine olanak sağlayarak ürün verimini ve besin değerini artırır. Dolayısıyla nano gübreler, sağlıklı bitkilerin hastalıklara ve olumsuz çevre koşullarına karşı daha fazla direnç kazanması açısından önemlidir (Dağhan, 2017).

Geçmiş yıllardan günümüze kadar geçen zaman dilimi incelendiğinde, özellikle son yıllarda uygulanan farklı yöntemler sayesinde bitki biyoteknolojisi önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Biyoteknoloji ve genetik çalışmalar sonucunda, özellikle süs bitkilerinde çiçeklenme faktörü konusunda önemli adımlar atılmıştır (Noman vd., 2017). Ayrıca, bitkilerde nanoteknolojinin kullanımıyla bitkinin büyümesi, gelişmesi ve stres faktörlerine karşı direnç göstermesi sağlanmıştır (Zhao vd., 2020).

Son zamanlarda bitki biyoteknolojisi ve bazı moleküler yöntemlerin ıslahta kullanılması sonucunda önemli adımlar atılmış ve gıda alanında baklagil grubundaki bitkilerin genetiğinin iyileştirilmesine katkıda bulunmuştur (Punia vd., 2022). Bu bilgiler ışığında sürdürülebilir tarımın olumlu ivme kazanmasıyla birlikte bitki veriminde olumlu sonuçlar göstermiştir (Maximiano ve Franco, 2022). Ayrıca biyoenerji üretiminde ilerleme sağlamış ve bitki kalitesi ve verimliliğinde artışlara neden olmuştur (Davies vd., 2010). Bitki dizilerinden üretilen ifade profillerinin keşfedilmesini ve gen ifadesinin ayarlanarak biyoteknoloji faktörlerinin en iyi koşullara getirilmesini sağlamıştır (To vd., 2021). Böylece yaratılan fırsatlar sonucunda yeni teknolojilerin entegrasyonu olan genom düzenleme ile biyoteknolojik faaliyetlerin karmaşıklığı ve kapsamı artmıştır. Biyoteknolojinin birçok tarımsal ve çevresel sorunda ortaya çıkan zorlukların üstesinden gelme durumunu yansıtmaktadır (Watanabe vd., 2021).

Genetik ve moleküler alanlardaki gelişmeler, organizmalardaki biyokimyasal, fizyolojik ve genetik koşullar hakkında bilgi birikimini artırmaktadır. Tarım arazilerinin kısıtlılığı, sınırlı su kaynakları ve küresel iklim değişikliği gibi koşullar, verim ve verim özellikleri üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Bu nedenle, insan nüfusunun artmasıyla birlikte temel gıda kaynaklarına olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Ortaya çıkan ihtiyacı

karşılamada önemli adımlardan birinin gıda üretimini artırmak olduğunu belirtmişlerdir (Mueller vd., 2012; Rodrigues vd., 2017).

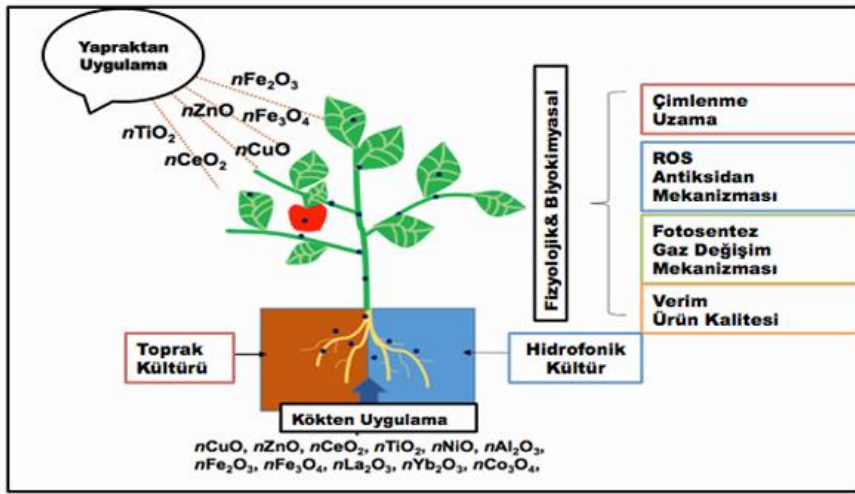
Genetik iyileştirme ile nanopartiküllerin tohum çimlenmesi, bitki büyümesi ve gelişimi ve toksik tarım kimyasallarının belirlenmesi üzerinde önemli etkileri olmuştur (Nuruzzaman vd., 2016). Nanobiyoteknoloji ile tarımda kullanılan kimyasalların kullanımının önlenmesi yoluyla farklı bir uygulama sonucu sürdürülebilir tarımsal üretim hedeflenmektedir (Kah vd., 2018; White ve Gardea-Torresdey, 2018; Kah vd., 2019; Giraldo vd., 2019).

Nanopartiküllerin (NP) bitkilerdeki neredeyse tüm uygulamaları, bitkilerin biyotik ve abiyotik strese karşı toleransına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır (Ocsoy vd., 2013; Djanaguiraman vd., 2018; Wu vd., 2018).

Nanoteknoloji, moleküler ve atomik düzeyde işlenebilen, en az bir boyutu 100 nm'den küçük nanomalzemelerin kullanıldığı bir alandır. Nanoteknoloji, tarımsal uygulamaların yanı sıra çok sayıda uygulama alanında da kullanımıyla değer kazanmaktadır (Gogos vd., 2012).

Bazı çalışmalarda Fe_3O_4 nanopartiküllerinin antioksidan enzimleri taklit eden aktiviteler gösterdiği bildirilmiştir (Gao vd., 2007). Çok düşük konsantrasyonlarda (5 uM) CeO_2 nanopartiküllerinin reaktif oksijen türlerinin (ROS) seviyelerini etkili bir şekilde azalttığını ve kloroplastı koruduğunu belirtmişlerdir. Boghossian vd., (2013). Poliakrilik asitle kaplanmış CeO_2NP 'lerin, SOD ve CAT gibi aktiviteler göstererek aşırı tuz stresi altında Arabidopsis bitkilerinin fotosentez yeteneğini korumada etkili olduğunu bulmuşlardır (Wu vd., 2018).

CeO_2NP 'lerin kuraklık, tuzluluk ve kuraklık gibi stres koşullarında oksijen hasarını azalttığı, yaprak karbon asimilasyonunu, polen çimlenmesini, klorofil içeriğini, fotosentez verimliliğini ve bitki başına tohum verimini artırdığı belirlenmiştir (Rossi vd., 2016; Rossi vd., 2017; Wu vd., 2017; Djanaguiraman vd., 2018; Wu vd., 2018).



Şekil 4. Nanopartiküllerin taşınmasında farklı ortamların ve uygulamaların bitkilerin biyokimyasal ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri. (Rahman ve ark., 2018)

Bitki sistemlerinde nanopartikül olmayan besinler gibi NP'lerin alımı ve taşınması için iki doğrulanmış yol vardır: kök-yaprak-meyve veya yaprak-kök bölgelerine taşınmasıdır (Ma vd., 2015). Bir yandan, Şekil 4'te gösterildiği gibi, kök-yaprak-meyve yoluyla ilgili çalışmalar hidroponik (Hernandez-Viezcac vd., 2016) veya toprak kültürü (Rico vd., 2015) yöntemleriyle yürütülmekte ve bildirilen NP'lerin taşınması fidelerden (Servin vd., 2015) veya olgun yumrulardan (Ghodake vd., 2011) başlamaktadır.

Bazı çalışmalar, NP'lerin apoplastik yollarla kökün endodermisi tarafından emilebileceğini ve ardından simplastik yollarla vasküler silindire aktarılabilirliğini göstermektedir (Zhao vd., 2012). NP'lerin bitki kökünden yaprağa veya meyveye taşınması ksilem veya floem yoluyla gerçekleşebilir (Hernandez-Viezcac vd., 2013; Servin vd., 2013; Zhao vd., 2014). Öte yandan, yapraktan köke giden yollar, NP'lerin stomalardan nüfuz etmesini veya NP'lerin sıkıştırılmasını ve gövdelere yeniden dağılmasını içermektedir (Hong vd., 2014).

NP'lerin bitkiye alımında her iki yolda da fizyolojik parametreler (çimlenme hızı, uzama ve su içeriği gibi), antioksidan aktiviteler (enzimler, H_2O_2 düzeyi ve lipid peroksidasyonu gibi), tarımsal parametreler, mikro-makro element değerleri, gıda kalitesi ve fotosentez parametreleri (klorofil içeriği,

kloroplast sayısı ve fotosentez hızı gibi) araştırmacılar tarafından değerlendirilmiş ve farklılıklar gözlenmiştir.

Bitkilerle temas eden nanopartiküller (NP'ler), kök epidermisinin hücre duvarı ve hücre zarını delerek meydana gelmektedir. Bitkinin iletim demetine, yani ksileme girmek için simplastizasyona ve yıldızsı yapraklara doğru karmaşık bir dizi olaydan geçmektedir. Ancak, sağlam bir hücre zarından geçmek için nanopartiküller zardaki gözeneklerden geçerler; bu da nanomalzeme alımının boyuta özgü olduğunu göstermektedir (Rico ve ark., 2011). NP'ler, stele ulaşmadan önce endodermal apoplast boyunca pasif olarak ilerler. Ksilem demeti, nanopartiküllerin dağılımı ve taşınması için önemli bir taşıyıcı görevinde bulunmaktadır.

NP'lerin hücreye alımı basit bir difüzyon olayı değil, karmaşık bir dizi hücresel süreci içeren aktif bir süreçtir. Bunlar arasında hücre zarına bağlanma ve sinyal iletimi, endositoz yoluyla hücreye alım, geri dönüşüm mekanizmalarının aktivasyonu ve plazma zarı ile taşıyıcı proteinlerin düzenlenmesi yer almaktadır.

Pek çok çalışma, bitki hücre duvarının nanopartiküllere karşı seçici geçirgenliğinin hem temel bilim hem de nanoteknoloji uygulamaları için büyük önem taşıdığını belirtmiştir (Chen ve ark., 2003).

Hücre süspansiyonu, nanopartikül giriş mekanizmalarını etkileyen bir faktördür. Endositoz, nanopartiküllerin hücreye alınmasının ana yoludur ve vakuoller bu süreçte önemli bir rol oynar. Plazma zarı vezikülleri, nanopartikülleri endositotik yolla taşıırken, apoplast yolu nanopartiküllerin hücre yüzeyine ulaşmasını sağlamaktadır (Chen vd., 2003). Nanopartiküller, tohumdaki parankimal hücreler arasındaki boşluklardan sıvı çözelti halinde kotiledonlara difüze olabilir ve bu durum tohum işleme ve bitki biyoteknolojisinde önemli uygulamalara sahiptir. Bu süreç, nanopartiküllerin hücre zarlarıyla doğrudan etkileşime girmeden bitki dokularına daha kolay ulaşmasına yol açmaktadır (Lee vd., 2010; Ma vd., 2010).

Çekirdekteki akuaporinlerin varlığı ve nanopartikül girişini düzenlemedeki rolleri hâlâ araştırılmaktadır. Ancak mevcut bulgular, bu proteinlerin nanopartikül bazlı ilaç iletim sistemleri ve gen terapileri için potansiyel bir hedef olabileceğini düşündürmektedir. Gelecekte yapılacak daha detaylı çalışmalar, bu etkileşimleri daha iyi anlamamıza ve daha etkili tedavi yöntemleri geliştirmemize olanak tanıyabilir.

Nanopartiküllerin çekirdeğe girişini düzenleyen bir diğer yapı ise akuaporinlerin varlığı olarak tanımlanmıştır. Bu akuaporinler, hücre zarında bulunan su ve küçük çözücü moleküllerin hücreye girip çıkmasını kolaylaştıran kanal proteinleridir. Bu proteinler, hücrenin su dengesini ve hacmini düzenlemede kritik bir rol oynamaktadır (Khodakovskaya ve ark., 2009).

Bitki türleri arasındaki bu tür fizikokimyasal farklılıklar, nanopartiküllerin bitkiler tarafından alımı, taşınması ve birikim süreçlerini önemli ölçüde etkileyebilir. Bu, nanopartiküllerin bitki fizyolojisi, büyümesi ve gelişimi üzerindeki potansiyel etkilerinin türe özgü olabileceği anlamına gelmektedir. Bu nedenle, nanopartiküllerin bitki sistemlerindeki davranışını ve etkilerini tam olarak anlamak için bitki türleri arasındaki bu değişkenliği dikkate almak kritik öneme sahiptir.

Bitki türleri arasındaki fizikokimyasal farklılıklar, özellikle hidroelektrik iletkenlik, hücre duvarı gözenek boyutu ve diğer faktörler, nanopartiküllerin bitkilerde taşınması ve birikmesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır. Son zamanlarda, molekül/iyon toplama ve translokasyon kinetiği alanında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu gelişmeler, üretilen nanopartiküllerin (NP'ler) davranışlarını ve biyolojik sistemlerle etkileşimlerini anlamamız açısından özellikle değerli kılmıştır.

SONUÇ

Nanoteknolojinin bitki besin değerlerinin artırılmasında önemli bir etkiye sahip olacağı öngörülmektedir. Nanomalzemelerin geniş özgül yüzey alanları, toprak kolloidleri tarafından daha iyi tutulmalarını sağlayarak bitkilerin ihtiyaç duydukları besinlerden maksimum verim almalarını sağlamaktadır. Aynı zamanda, topraktan sızma ve yıkanma riskini de azaltarak sağlıklı bitki gelişimi ve ürün veriminin artmasına neden olmaktadır.

Geleneksel gübrelerin maliyetleri ve aşırı kullanımı çevresel riskler yaratırken, nanomalzemelerin daha düşük miktarlarda kullanım maliyetlerini ve risklerini azaltmaktadır. Nanomalzemeler, bitkiye kayıpsız doğrudan erişim sağlamaktadır. Bu nedenle, günümüz teknolojisi kullanılarak, bilim insanlarının liderliğinde doğru ve etkili tarım modelleri geliştirilebilir. Ayrıca, bu alandaki çalışmalar konuya ilgi duyan bilim insanlarına yol gösterebilir.

Tarımsal biyoteknolojik uygulamalar, bitkisel üretimde sürdürülebilir gıda üretimini artırmak için önemli fırsatlar sunmaktadır. Geleneksel tarım

yöntemlerinin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı yetersiz kaldığı durumlarda, hücre sel tarım ve nanoteknolojiler gibi yenilikçi uygulamalar ön plana çıkmaktadır. Ancak, bu uygulamaların çevresel etkileri ve diğer organizmalar üzerindeki etkileri konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ahmad, M.A., Nida S. ve Monther M. T. (2019). Ürdün Vadisi'ndeki Muz Bitkisinin Panama Hastalığını Kontrol Etmek İçin Nano Teknolojinin Toprak Solarizasyonu ile Birlikte Kullanımının Etkisi. Yüz.Yıl Üni.Tar. Bil. Der. 29 / (Mayıs 2019): 16-23.<https://doi.org/10.29133/yyut bd.466531>.
- Batsmanova, L.M., Gonchar, L.M., Taran, N.Y. ve Okaneneko, A.A. (2013). Tahıllar için mikro besin gübresi olarak metal nanopartiküllerin koloidal çözeltisinin kullanımı. Uluslararası Nanomalzemeler Konferansı Bildirileri: Uygulamalar ve Özellikler.
- Boghossian, A. A., Sen, F., Gibbons, B. M., Sen, S., Faltermeier, S. M., Giraldo, J. P. ve Strano, M. S. (2013). Güneş enerjisi hasadı için hiperstabil kloroplastların etkinleştirilmesi amacıyla nanopartikül antioksidanların uygulanması. İleri Enerji Malzemeleri, 3(7), 881-893.
- Cansız, E. İ. ve Kirmusaoglu, S. (2018). Nanoteknolojide nano gümüşün antibakteriyel özelliği. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 1: s. 119-130.
- Chen, Y., Jung, G. Y., Ohlberg, D. A., Li, X., Stewart, D. R., Jeppesen, J. O. ve Williams, R. S. (2003). Nanoskala moleküler anahtar çapraz çubuk devreleri. Nanoteknoloji, 14(4), 462.
- Çiftçi, Y. O. ve Altınkut-Uncuoğlu A. (2019). Bitki Biyoteknolojisinde Güncel Yaklaşımlar, Ankara: Palme Press-Türkiye.
- Dağhan, H. (2017). Nano Gübreler. Turk J Agric Res., 4(2), 197-203.
- Davies, M., Campbell, M. ve Henry, R. (2010). Biyoenerji üretiminde bitki biyoteknolojisinin rolü. Bitki Biyoteknolojisi Dergisi, 8(3), 243-243.<https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2009.00493.x>.
- Djanaguiraman, M., Nair, R., Giraldo, J. P. ve Prasad, P. V. V. (2018). Seryum oksit nanopartikülleri, sorgumda kuraklıktan kaynaklanan oksidatif hasarı azaltarak daha yüksek fotosentez ve tane verimi sağlar. ACS omega, 3(10), 14406-14416.
- Draz, M. S., Fang, B. A., Zhang, P., Hu, Z., Gu, S., Weng, K. C., Gray, J. W. ve Chen, F. F., (2014). Kanser ve viral enfeksiyonların tedavisi için nanopartikül aracılı sistemik siRNA iletimi. Theranostics, 4(9), 872.

- Gao, H., Qin, Y., Guo, R., Wu, Y., Qiu, D. ve Fu, Y. (2018). Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) bir aktivatör protein PeaT1 taşıyıcısı olarak mPEG-PLGA tabanlı nanopartiküllerin bitki büyümesini teşvik edici rolünün artırılması. *Kimyasal Teknoloji ve Biyoteknoloji Dergisi*, 93(11), 3143-3151.
- Gao, L., Zhuang, J., Nie, L., Zhang, J., Zhang, Y., Gu, N. ve Yan, X. (2007). Ferromanyetik nanopartiküllerin içsel peroksidaz benzeri aktivitesi. *Doğa nanoteknolojisi*, 2(9), 577-583.
- Ghodake, G., Seo, Y.D. ve Lee, D.S. (2011). *Allium cepa* kullanılarak değerlendirilen kobalt ve çinko oksit nanopartiküllerinin tehlikeli fitotoksik doğası. *J. Hazard. Mater.* 186, 952-955.
- Giraldo, J. P., Wu, H., Newkirk, G. M. ve Kruss, S. (2019). Akıllı bitki sensörlerinin mühendisliği için nanobiyoteknoloji yaklaşımları. *Doğa nanoteknolojisi*, 14(6), 541-553.
- Gogos, A., Knauer, K. ve Bucheli, T. D. (2012). Bitki koruma ve gübrelemede nanomalzemeler: mevcut durum, öngörülen uygulamalar ve araştırma öncelikleri. *Tarım ve gıda kimyası dergisi*, 60(39), 9781-9792.
- Hernandez-Viezas, J.A., Castillo-Michel, H., Andrews, J.C., Cotte, M., Rico, C., Peralta-Videa, J.R. ve Gardea-Torresdey, J.L. (2013). Toprakta yetiştirilen soya fasulyesinde (*Glycine max*) CeO₂ ve ZnO nanopartiküllerinin yerinde senkrotron X-ışını floresan haritalanması ve türleşmesi. *ACS Nano* 7, 1415-1423.
- Hong, J., Peralta-Videa, J.R., Rico, C., Sahi, S., Viveros, M.N., Bartonjo, J., Zhao, L.J. ve Gardea-Torresdey, J.L. (2014). Yapraklara uygulanan CeO₂ nanopartiküllerinin hıyar (*Cucumis sativus*) bitkileri üzerindeki translokasyonuna ve fizyolojik etkilerine dair kanıtlar. *Environ. Sci. Technol.* 48, 4376-4385.
- Ijaz, I., Gilani, E., Nazir, A. ve Bukhari, A. (2020). Nanopartiküllerin Kimyasal, Fiziksel ve Yeşil Sentezi, Sınıflandırılması, Karakterizasyonu ve Uygulamaları Üzerine Ayrıntılı İnceleme. *Yeşil Kimya. Mektup. Rev.* 13, 59–81.
- Kah, M., Kookana, R. S., Gogos, A. ve Bucheli, T. D. (2018). Nanopestisitler ve nanogübrelerin geleneksel analoglarına göre eleştirel bir değerlendirmesi. *Doğa nanoteknolojisi*, 13(8), 677-684.

- Kah, M., Tufenkji, N. ve White, J. C. (2019). Bitki beslenmesini ve korumasını artırmak için nano-etkin stratejiler. *Doğa nanoteknolojisi*, 14(6), 532-540.
- Khodakovskaya, M., Dervishi, E., Mahmood, M., Xu, Y., Li, Z., Watanabe, F. ve Biris, A. S. (2009). Karbon nanotüpler bitki tohum kabuğuna nüfuz edebilir ve tohum çimlenmesini ve bitki büyümesini önemli ölçüde etkileyebilir. *ACS nano*, 3(10), 3221-3227.
- Lee, C. W., Mahendra, S., Zodrow, K., Li, D., Tsai, Y.-C., Braam, J. ve Alvarez, P. J. J. (2010). Metal oksit nanopartiküllerinin Arabidopsis thaliana'ya karşı gelişimsel fitotoksitesisi, Çevresel Toksikoloji ve Kimya, 29 (3), 669–675. doi:10.1002/etc.58.
- Liu, R., Zhang, H. ve Lal, R. (2016). Düşük konsantrasyonlarda bakır, çinko, manganez ve demir oksitlerin stabilize nanopartiküllerinin marul (*Lactuca sativa*) tohumu çimlenmesi üzerindeki etkileri: nanotoksik maddeler mi yoksa nanobesinler mi? *Su Hava Toprak Kirliliği*, 227, 42.
- Ma, C.X., White, J.C., Dhankher, O.P. ve Xing, B. (2015). Yüksek bitkilerde metal bazlı nanotoksitesite ve detoksifikasyon yolları. *Çevre. Bilim. Teknoloji*. 49 (12), 7109-7122.
- Ma, X., Geiser-Lee, J., Deng, Y. ve Kolmakov, A. (2010). Tasarlanmış nanopartiküller (ENP'ler) ve bitkiler arasındaki etkileşimler: Fitotoksitesite, alım ve birikim, *Toplam Çevre Bilimi*, 408(16),3053–3061.doi:10.1016/j.Sci tote nv.2010.0 .031.
- Maximiano, M. ve Franco, O. (2022). Crispr/cas: bitki iyileştirmede yeni ufuklar. *Acs Tarım Bilimi ve Teknolojisi*, 2(2),202-214.<https://doi.org/10.1021/acsagascit ech.1c 00279>.
- Mu, L. ve Seow, P. H., (2006). Polimerik nanopartikül ilaç dağıtım sisteminde TPGS'nin uygulanması. *Koloidler ve Yüzeyler B: Biyoarayüzler*, 47(1), 90-97.
- Mueller, N. D., Gerber, J. S., Johnston, M., Ray, D. K., Ramankutty, N. ve Foley, J. A. (2012). Besin ve su yönetimi yoluyla verim farklarının kapatılması. *Doğa*, 490(7419), 254-257.
- Naderi, M., Danesh Shahraki, A. A. ve Naderi, R. (2011). Kimyasal gübre formülasyonlarının optimizasyonunda nanoteknolojinin uygulanması. *Iran J. Nanotech*. 12, 16–23.

- Noman, A., Aqeel, M., Deng, J., Khalid, N., Sanaullah, T. ve He, S. (2017). Süs bitkilerinde çiçek özelliklerini iyileştirmeye yönelik biyoteknolojik gelişmeler. Bitki Biliminde Sınırlar, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00530>.
- Nuruzzaman, M. D., Rahman, M. M., Liu, Y. ve Naidu, R. (2016). Nanokapsülleme, pestisitler için nano-koruma: güvenli uygulama için yeni bir pencere. Tarım ve gıda kimyası dergisi, 64(7), 1447-1483.
- Ocsoy, I., Paret, M. L., Ocsoy, M. A., Kunwar, S., Chen, T., You, M. ve Tan, W. (2013). Bitki hastalıkları yönetiminde nanoteknoloji: Xanthomonas perforans'a karşı antibakteriyel olarak grafen oksit üzerinde DNA yönlendirmeli gümüş nanopartiküller. Acs Nano, 7(10), 8972-8980.
- Prasad, R., Gupta, N., Kumar, M., Kumar, V., Wang, S. ve Abd-Elsalam, K. A. (2017). Nanomalzemeler bitki savunma mekanizması olarak görev yapar. Nanoteknoloji: Gıda ve çevre paradigması, 253-269.
- Punia, M., Rolaniya, L. ve Jat, R. (2022). Gıda baklagillerinin genetik iyileştirilmesindeki son gelişmeler. <https://doi.org/10.5772/intechopen.106734>.
- Qados, A. M. A., (2015). Bakla (Vicia faba L.) bitkilerinde nanosilikon aracılı tuzluluk stresinin hafifletilmesinin mekanizması. Uluslararası Deneysel Tarım Dergisi, 7(2): s. 78
- Rahman, S., Wang, X., Shahzad, M., Bashir, O., Li, Y. ve Cheng, H., (2022). Nanopartiküllerin bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerindeki etkisinin, özellikle toksik eser elementlerin emilimi ve taşınması üzerine bir inceleme. Environ. Pollut. 310, 119916 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119916>.
- Raikova, O.P., Panichkin, L.A., & Raikova, N.N. (2006). Farklı yöntemlerle üretilen ultra ince metal tozlarının bitki büyümesi ve gelişimi üzerindeki etkisine ilişkin çalışmalar. 21. yüzyılda nanoteknolojiler ve bilgi teknolojileri. Uluslararası Bilimsel ve Pratik Konferans Bildirileri, 108–111.
- Reynolds, G.H. (2002). Geleceğe doğru nanoteknoloji ve düzenleyici politika. Pac. Res. Inst. 24, 1–23.
- Rico, C.M., Majumdar, S., Duarte-Gardea, M., Peralta-Videa, J.R. ve Gardea-Torresdey, J.L. (2011). Nanopartiküllerin yenilebilir bitkilerle etkileşimi ve besin zincirindeki olası etkileri. J. Agric. Food Chem. 59, 3485-3498.

- Rico, C.M., Peralta-Videa, J.R. ve Gardea-Torresdey, J.L., (2015). Nanopartiküllerin kimyası, biyokimyası ve bitkilerde antioksidan savunma sistemindeki rolleri. Nanoteknoloji. Bitki Bilimi. 1-17. Springer Uluslararası Yayıncılık.
- Roco, M.C. (2003). Nanoteknoloji: modern biyoloji ve tıpla yakınsama. Curr. Opin. Biotechnol. 14, 337e346.
- Rodrigues, S. M., Demokritou, P., Dokoozlian, N., Hendren, C. O., Karn, B., Mauter, M. S. ve Welle, P. (2017). Sürdürülebilir gıda üretimi için nanoteknoloji: umut verici fırsatlar ve bilimsel zorluklar. Çevre Bilimi: Nano, 4(4), 767-781.
- Rossi, L., Zhang, W. ve Ma, X. (2017). Seryum oksit nanopartikülleri, kök apoplastik bariyerlerinin oluşumunu değiştirerek Brassica napus L.'nin tuz stres toleransını değiştirir. Çevre Kirliliği, 229, 132-138.
- Rossi, L., Zhang, W., Lombardini, L. ve Ma, X. (2016). Seryum oksit nanopartiküllerinin Brassica napus L.'nin tuz stres tepkileri üzerindeki etkisi. Çevre Kirliliği, 219, 28-36.
- Sanzari, I., Leone, A. ve Ambrosone, A. (2019). Bitki biliminde nanoteknoloji: Uzun lafın kisası. Biyomühendislik ve Biyoteknolojide Sınırlar, s: 7, 120.
- Scott, N. ve Chen, H. (2003). Tarım ve Gıda Sistemleri için Nanoölçekli Bilim ve Mühendislik. Kooperatif Eyalet Araştırma, Eğitim ve Yayın Hizmetleri'ne Sunulan Bir Rapor. USDA. Ulusal Planlama Çalıştay, Washington.
- Seleiman, M. F., Almutairi, K. F., Alotaibi, M., Shami, A., Alhammad, B. A. ve Battaglia, M. L. (2020). Nano gübreleme, yeni bir gübreleme tekniği olarak: Modern tarım, kullanımından neden faydalanabilir?. Bitkiler, 10(1), 2.
- Selivanov, V. N. ve Zorin, E. V., (2001). Ultra ince metal tozlarının tahıl bitkilerinin tohumları üzerindeki sürekli etkisi. Perspektif. Malzeme 4, 66-69
- Servin, A., Elmer, W., Mukherjee, A., De La TorreRoche, R., Hamdi, H., White, J.C., Bindraban, P. ve Dimkpa, C. (2015). Bitki hastalıklarını baskılamak ve ürün verimini artırmak için tasarlanmış nanomalzemelerin kullanımına dair bir inceleme. Nanopartikül Araştırma Dergisi, 17, 92-113.

- Servin, A.D., Morales, M.I., Castillo-Michel, H., Hernandez-Viezcas, J.A., Munoz, B., Zhao, L.J., Nunez, J.E., Peralta-Video, J.R. ve Gardea-Torresdey, J.L. (2013). Salatalık meyvesinde TiO₂ birikiminin senkrotron doğrulaması: Toprakta besin zincirine TiO₂ nanopartikül transferinin olası bir yolu. *Çevre. Bilim. Teknoloji* 47 (20), 11592e11598.
- Singh, M.D., Chirag, G., Prakash, P.O., Mohan, M.H., Prakasha, G. ve Vishwajith, (2017). Nano gübreler, bitkisel üretimde besin kullanım verimliliğini artırmanın yeni bir yoludur. *Uluslararası Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(7), 3831-3833.
- Sohrab, D., Tehranifara, A., Davarynejada, G., Abadiab, J. ve Khorasani, R., (2016). Çinko ve bor nano gübrelerinin yaprak uygulamalarının nar (*Punica granatum* cv. Ardestani) meyve verimi ve kalitesi üzerindeki etkileri. *Scientia Horticulturae*, 210, 57–64.
- Subhan, M. A., Choudhury, K. P. ve Neogi, N. (2021). Endüstriyel üretim uygulamalarında moleküler nanomalzemelerdeki gelişmeler. *Nanoüretim*, 1(2), 75-97.
- Subramanian, K. S., Manikandan, A., Thirunavukkarasu, M. ve Rahale, C. S. (2015). Dengeli ürün beslenmesi için nano gübreler. *Gıda ve tarımda nanoteknolojiler*, 69-80.
- To, J., Davis, I., Marengo, M., Shariff, A., Baublite, C., Decker, K. ve Elich, T. (2021). Bitki dizilerinden türetilen ifade elemanları, etkili gen ifadesi düzenlemesi ve bitki biyoteknolojisi özellikleri için yeni fırsatlar sağlar. *Bitki Biliminde Sınırlar*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.712179>.
- Verma, S. K., Das, A. K., Patel, M. K., Shah, A., Kumar, V. ve Gantait, S. (2018). Bitki büyümesi ve gelişimi için tasarlanmış nanomalzemeler: perspektif analizi. *Toplam Çevre Bilimi*, 630, 1413-1435.
- Watanabe, K., Odahara, M., Miyamoto, T. ve Numata, K. (2021). Bitki hücreleri için füzyon peptit bazlı biyomakromolekül iletim sistemi. *Acs Biomaterials Science & Engineering*, 7(6), 2246-2254. <https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.1c00227>.
- White, J. C. ve Gardea-Torresdey, J. (2018). Çok küçüklerle gıda güvenliğini sağlamak. *Doğa nanoteknolojisi*, 13(8), 627-629.

- Wiesner, M.R., Lowry, G.V., Alvarez, P., Dionysion, D. ve Biswas, P. (2006). Üretilen nanomalzemelerin risklerinin değerlendirilmesi. *Çevre Bilimi Teknolojisi* 40, 4336–4345.
- Wu, H., Shabala, L., Shabala, S. ve Giraldo, J. P. (2018). Seryum oksit nanopartikülleri ile hidroksil radikal temizleme, yaprak mezofilinde potasyum tutulumunu artırarak Arabidopsis tuzluluk toleransını iyileştirir. *Çevre Bilimi: Nano*, 5(7), 1567-1583.
- Yılmaz, U. ve Evci, C., (2015). Havacılık ve savunma sektöründe kompozit malzemelerin geleceği. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 14(2), 77-109.
- Zhao, L.J., Peralta-Videa, J.R., Ren, M., Varela-Ramirez, A., Li, C., Hernandez-Viezcas, J.A., Aguilerad, R.J. ve Gardea-Torresdeya, J.L., (2012). ZnO NP'leri ile işlenmiş kumlu tınlı bir toprakta Zn'nin taşınması ve mısır bitkileri tarafından alımı: elektron mikroprob ve konfokal mikroskopi çalışmaları. *Kimya Mühendisliği Dergisi* 184, 1-8.
- Zhao, L., Lü, L., Wang, A., Zhang, H., Huang, M., Wu, H. ve Ji, R. (2020). Tarımda nano-biyoteknoloji: Bitki büyümesini ve stres toleransını artırmak için nanomalzemelerin kullanımı. *Tarım ve Gıda Kimyası Dergisi*, 68(7), 1935-1947. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b06615>.
- Zhao, L., Peralta-Videa, J. R., Rico, C. M., Hernandez-Viezcas, J. A., Sun, Y., Niu, G., & Gardea-Torresdey, J. L. (2014). CeO₂ and ZnO nanoparticles change the nutritional qualities of cucumber (*Cucumis sativus*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(13), 2752-2759.

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Mustafa YAŞAR
Prof. Dr. Enver KENDAL

