
TARLA BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHINDA İLERİ ARAŞTIRMALAR

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Derya GÜLOĞLU

Tarla Bitkileri Yetiştirme ve Islahında İleri Araştırmalar

Editör

Dr. Öğr. Üyesi Derya GÜLOĞLU

yaz
yayınları

2024

**Tarla Bitkileri Yetiştirme ve Islahında
İleri Araştırmalar**

Editör: Dr. Öğr. Üyesi Derya GÜLOĞLU

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-5547-15-6

Aralık 2024 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

Mardin Koşullarında Bazı Soya Çeşitlerinin Adaptasyonunun Farklı Analiz Yöntemleriyle Değerlendirilmesi1

Mehtap ANDIRMAN, Nurettin BARAN

Baklagil Yem Bitkilerinin Önemi ve Bazı Önemli Baklagil Yem Bitkilerinin Morfolojik Özellikleri19

Derya GÜLOĞLU

Osmanlı Döneminden Günümüze Kökboya (*Rubia tinctorum*) Bitkisinin Kültürel Kimliği, Tarımı ve Ekonomisi.....33

Muhammed BIYIKLI

Buğdayda Sap Yatması ve Etkili Faktörler47

Bekir ATAR

Tarımda Kaolin Kili Kullanımı73

Muvahhid KILIÇARSLAN

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

MARDİN KOŞULLARINDA BAZI SOYA E- ŐİTLERİN ADAPTASYONUN FARKLI ANALİZ YÖNTEMLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Mehtap ANDIRMAN¹

Nurettin BARAN²

1. GİRİŞ

Türkiye'de insan nüfusunun hızla artmasıyla temel besin maddelerine olan ihtiyaç da her geçen gün artmaktadır (Öztürk ve ark., 2000; Andırman ve Baran, 2023). İnsan beslenmesinde önemli bir yeri olan soya fasulyesi, aynı zamanda hayvanların yem rasyonlarında da protein kaynağı olarak yer almaktadır. Ayrıca sanayi sektöründe birçok ürünün yapımında ve alternatif enerji kaynağı olan biyodizelin üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır (Candemir ve Kızılaslan, 2019). Birçok alanda kullanılmasından dolayı bu bitkiye olan talep artmaktadır.

Soya fasulyesi, insanların beslemede temel besin kaynağı olan protein ve yağ ile birlikte küresel gıda güvenliğinde de önemli bir rol oynamaktadır (Qin ve ark., 2022). Bu bitkiden elde edilen ürünler; un, kümes hayvanları, domuz eti, süt ürünleri ve balık gibi çeşitli üretim zincirlerinde kullanılmaktadır (Ibáñez ve ark., 2020). Bunun yanı sıra soya bir baklagil bitkisi olmasından dolayı havadaki serbest azotu toprağa kazandırmasıyla hem kendisine hem de kendisinden sonra ekilecek bitki

1 Öğr. Gör. Dr., Batman Üniversitesi, Sason Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim/Organik Tarım Programı, mehtap.andirman@batman.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8566-3388.

2 Öğr. Gör. Dr., Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, n.baran@alparslan.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2212-3274.

için verimli bir toprak oluşturmaktadır (Morsy ve ark., 2015). Buğday hasadından sonra, soya fasulyesi ikinci ürün olarak kullanılabilen ve ülkenin bazı bölgelerinde mısır bitkisine alternatif olarak yetiştirilen bir diğer önemli mahsuldür (Balbinot Junior ve ark., 2020).

Bu bitkinin büyüme ve gelişiminde çevresel faktörler önemli bir role sahiptir (Sincik ve ark., 2009). Baklagiller familyasına ait *Glycine max. (L.)* (soya) tek yıllık yetiştiriciliği yapılan değerli bir yağ bitkisidir. Tohumlarında, yağ oranı %18–22, protein oranı %38–56, karbonhidrat %26 ve madensel maddeler %18 içermektedir (Qin ve ark., 2022; Arnoğlu, 2007). Soya, içermiş olduğu temel besin maddesi bakımından dünyada en önemli 5-6 bitki arasında yer almakta olup yağlı tohumlu bitkiler arasında en fazla (%61) üretimi yapılan bitkidir (da Silva ve Vilar, 2017; Baran ve Andırman, 2022).

Soya fasulyesi Türkiye'nin Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde buğday hasadından sonra ikinci ürün olarak başarıyla yetiştirilme potansiyeline sahip olmasına rağmen ekim alanı ve üretimi oldukça yetersizdir (Şekil 1). Yıllık ortalama 3.000.000-3.200.000 ton soya ürününe ihtiyaç duyulmakta ve bu ürünün yaklaşık %97'si yurt dışından ithal edilmektedir (Anonim, 2024) (Şekil 1).

Son zamanlarda, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, kısıtlı alanlarda üretimi yapılan yağlı tohumlu bitkiler; susam ve ayçiçeği yer almaktadır. Bölgede, ara ürün tarımında alternatif yeni mahsüllerin belirlenmesi, sulama uygulamalarının yapılması ile birlikte birim alandan daha fazla gelir getirmesi ve toprak, su gibi kaynakların monokültür tarımını negatif yönünden korunması için gereklilik arz etmektedir. Yağ bitkileri arasında soya, yağ veriminin yanı sıra, yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspesinde oldukça fazla kaliteli protein (%36-40) miktarından dolayı hayvancık faaliyetleri için de önemli bir üründür. Güney-

doğu Anadolu Bölgesi'nde hayvancılığın geliştirilmesi ve korunması açısından da soya üretim alanlarının genişletilmesi ve bu alanlara katkı sunması beklenmektedir.

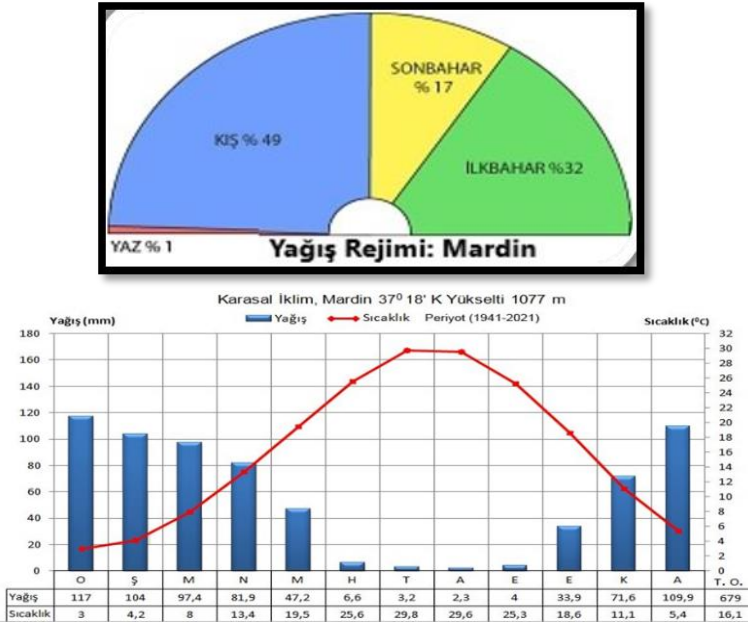


Şekil 1. Soya Fasulyesi Yetiştiriciliği Yapılan Bölgeler ve İller

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Deneme, Mardin/Derik ilçesinde (çiftçi arazisi) 7 farklı soya çeşidinin (Safir, Lider, Gapsoy-16, HA-16-21, Arısoy, AG 3546 ve Mona) verim ve verim parametreleri üzerine etkilerini belirlemek için 2021 yetiştirme döneminde yürütülmüştür. Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak ve her parsel 2,8 m genişliğinde, 5,0 m uzunluğunda dört sıradan oluşmuştur. Ekim işlemi 15.05.2021 tarihinde sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 5 cm olacak şekilde elle yapılmıştır. Ekimden önce tabana 20 kg DAP (18-46-0) ve üst gübre olarak da 10 kg/da üre uygulanmıştır. Çalışmada, haziran, temmuz ve ağustos aylarında yağışların yetersiz olması nedeniyle bitkinin su ihtiyacı 4 kez damlama sulama uygulaması ile yapılmış olup 1'ci sulama bitki boyu yaklaşık 10 cm olduğunda ve sulama sonrası toprak nemini çektikten sonra çapalama işlemi ile hem yabancı ot kontrolü hemde sıra üzeri 10 cm olacak şekilde seyreltme yapılmıştır. 2'ci sulama ise çiçekler görülmeye başladığı zaman, 3'cüsü baklaların dolum zamanı, 4'cü sulama ise bakla dolum zamanı başladıktan 12 gün sonra yapılmıştır. Bitkiler gelişimini tamamladıktan

dığı 20.08.2021 tarihinde her parselin kenar sıralarının tamamı ve orta sıradaki bitkilerin uç kısımlarından 25 cm kenar tesiri olacak şekilde bırakılarak elle hasat işlemi yapılmıştır. Araştırmada bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, dal sayısı, bakla sayısı, baklada tane sayısı, tohum verimi ve yağ oranı parametreleri incelenmiştir. Deneme alanının toprak özelliğini tespit etmek için derinliği 0-30 cm olacak şekilde toprak numuneleri alınmıştır. Yapılan toprak analizi sonucuna göre alanının toprak yapısı killi-tınlı olup, pH değeri 7.2, hafif alkali, tuzluluk oranı düşük, organik madde miktarı ve fosfor bakımından oldukça düşük, potasyum bakımından çok yüksek ve % 10.79 kireç içermektedir.



Şekil 2. Mardin İline ait İklim ve Meteoroloji Verileri

Mardin/Derik ilçesi yaz ayları çok sıcak ve kurak, kış mevsimi ise ılıman olmasından dolayı karasal iklim özelliğine sahiptir. Yıllık yağış ortalaması 679 mm³ olup en fazla yağış miktarı aralık, ocak, şubat, mart ve nisan aylarında meydana

gelmektedir. Haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında yağışların az olması nedeniyle zaman zaman kuraklıklar yaşanmaktadır. Derik ilçesinde nem oranı düşük miktardadır. (1941-2021) iklim verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık değeri 16.1 °C, ortalama en yüksek sıcaklık değeri 29,8 °C ve en düşük sıcaklık ortalaması ise 3 °C'dir (Anonim, 2024) (Şekil 2).

İstatistiksel analizde, deneme sonuçlarından elde edilen değerler tesadüf blokları deneme desenine göre JMP (13.0) pro paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen verilerdeki farklılıklar LSD testi ile gruplandırılmıştır. Ayrıca, incelenen çeşit ve özelliklerine ait verilere temel bileşenler analizi (Principal Component Analysis, PCA) uygulanmış olup verilerin görselleştirilmesi, gruplandırması ve aralarındaki korelasyonu belirlemek için ısı haritası yardımı ile kümelene (heat map clustering) yapılmıştır (ClustVis).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki boyu bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Gapsoy-16 çeşidi (84,03 cm) ilk sırada, Lider (71,06 cm) çeşidi ise son sırada tespit edilmiştir (Tablo 1). Andırman ve Baran (2023), 64,90-72,47 cm; Bateman ve ark. (2021), 38,1-142,2 cm; Yiğit ve ark. (2021), 35,98-94,90 cm; Gümüş ve Beyyavaş (2020), 41,20-104,83 cm; Kaya ve ark. (2017), 70,6-90,6 cm; Sincik ve ark. (2008), 67,7-106,5 cm arasında olduğunu belirtmişlerdir. Çeşitler arasında görülen bitki boyu değerlerinin farklı olması, çeşitlerin genetik yapıları, yetiştirilen bölgenin iklim koşulları ve ekim zamanlarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dal sayısı açısından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.01$). AG 3546 çeşidi (9,5 adet/bitki) ilk sırada, Safir (4,6 adet/bitki) çeşidi ise son sırada olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Doğan ve ark. (2015), 3,2-4

adet/bitki; Boydak ve ark. (2018), 1.06-3.70 adet/bitki arasında tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

İlk bakla yüksekliği açısından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.01$). Mona çeşidi (24,13 cm) ilk sırada, AG 3546 (11,57 cm) çeşidi ise son sırada yer almıştır (Tablo 1). Bazı araştırmacılar; Boydak ve ark. (2018), 13,66-31,23 cm; Öztürk (2019), 9,33-11,0 cm; Çubukçu ve ark. (2020), 8,20-14,60 cm; Tunçtürk ve ark. (2020), 15,6-21,2 cm arasında olduğunu belirtmişlerdir. Çeşitler arasında meydana gelen ilk bakla yüksekliğinin farklı olması değişik ekolojik koşullar ve çeşitlerin genotipik özelliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Soya bitkisinin üretiminde, ilk bakla yüksekliğinin fazla olması istenen bir özelliktir. Bunun sebebi ise toprak alanına yakın olan baklaların hasat edilememesinden dolayı ciddi verim kayıpları meydana gelmektedir. Böylelikle verim kayıplarını en aza indirmek için ilk bakla yüksekliği önemli bir durumdur. İlk baklanın yüksek olması makinalı hasatta ortaya çıkan kaybı azaltmakta ve hasadı kolaylaştırmaktadır (Gül ve Arslanoğlu 2020; Okcu, 2020).

Bakla sayısı bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.01$). Safir çeşidi (41,2 adet/bitki) ilk sırada, Gapsoy-16 (30,63 adet/bitki) çeşidi ise son sırada tespit edilmiştir (Tablo 1). Verim öğelerinden bitkide bakla sayısı soya fasulyesinde tane verimin oluşmasında ve belirlenmesinde önemli bir özelliktir (Yıldırım ve ark., 2020). Yiğit ve ark. (2021), 21,86-59,70 adet/bitki; Boydak ve ark. (2018), 2012 ve 2014 yılında yaptıkları çalışma sonucunda 32,17-72,10 adet/bitki ve 19,46- 35,80 adet/bitki arasında olduğunu saptamışlardır.

Araştırmacıların elde ettikleri bulgular ile bu çalışmadan ortaya çıkan veriler arasında kısmen benzerlik göstermektedir.

Baklada tane sayısı açısından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Arısoy çeşidi (36,8 adet/bitki) ilk sırada, Mona (22,63 adet/bitki) çeşidi ise son sırada saptanmıştır (Tablo 1). Tunçtürk ve ark. (2020), 61,17-87,13 adet/bitki arasında değiştiğini bildirmiştir.

Tohum verimi bakımından çeşitler arasındaki istatistiksel fark önemli bulunmuştur ($p \leq 0.01$). Sırasıyla; Arısoy (631,39 kg/da), Safir (562,82 kg/da), HA-16-21 (492,36 kg/da), AG3545 (438,53 kg/da), Gapsoy-16 (379,12 kg/da), Mona (353,08 kg/da) ve son sırada ise Lider (325,63 kg/da) çeşidi tespit edilmiştir (Tablo 1). Yapılan bazı çalışmalarda; Okunade (2024), 79,2-111,0 kg/da; Andırman ve Baran (2023), 244,05-554,44 kg/da; Bateman ve ark. (2021), 137,2-632,1 kg/da; Gümüş ve Beyyavaş (2020), 166,66-332,14 kg/da; Tunçtürk ve ark. (2020), 170,51-214,15 kg/da; Sincik ve ark. (2008), 225,9-274,5 kg/da arasında olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmadan elde edilen bulgular Bateman ve ark. (2021), Andırman ve Baran (2023)'nın yaptıkları çalışma sonucu ile paralellik göstermektedir. Fakat, Okunade (2024), Gümüş ve Beyyavaş (2020), Tunçtürk ve ark. (2020), Sincik ve ark. (2008)'nin bulguları, bu çalışmadan elde edilen değerlerden düşük olduğu saptanmıştır. Bitkilerde verim, kantitatif bir karakter olup farklı çevre faktörü, bakım uygulamaları, ekim zamanları gibi durumlardan etkilenmektedir (Yeken ve ark., 2019).

Yağ oranı incelendiğinde çeşitler arasında istatistiksel olarak değişiklik önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Yağ oranı en yüksek Arısoy (%22,9) çeşidinden elde edilirken, en düşük ise Lider (%14,83) çeşidinden tespit edilmiştir (Tablo 1).

Andırman ve Baran (2023), %17,82- 24,83; Gümüş ve Beyyavaş (2020), yağ oranının %15,20-20,27; Bakal ve ark. (2017), %17,1-19,4; Doğan ve ark. (2015), %17,4-20,5 arasında tespit etmişlerdir.

Tablo 1. Ortalamalara ait Varyans Analizi

Çeşit	BB	DS	İBY	BS	BTS	TV	YO
AG 3546	79,5	9,5 a	11,57 d	34,54 b-c	27,27 b-d	438,53 b-d	20,57 a-b
ARISOY	79,34	5,83 b-c	17,34 b	39,23 a-b	36,8 a	631,39 a	22,9 a
GAPSOY-16	84,03	7,24 b	16,5 b-c	30,63 c	24,8 c-d	379,12 c-d	19,17 a-b
HA-16-21	76,11	7,032 b	15,61 b-c	39,6 a-b	32 a-c	492,36 a-c	18,63 b
LİDER	71,06	6,23 b	13,77 c-d	31,4 c	22,97 d	325,63 d	14,83 c
MONA	80,13	6,84 b	24,13 a	32,2 c	22,63 d	353,08 c-d	19,07 b
SAFİR	74,17	4,6 c	15,55 b-c	41,2 a	33,63 a-b	562,82 a-b	21,3 a-b
CV%	11	13,2	11,6	0,97	13,8	17,4	10,81
LSD	15,02 ^{öd}	1,59**	3,37**	6,15**	7,55**	140,36**	3,74*

** : $p \leq 0.01$ Düzeyinde, * : $p \leq 0.05$, Düzeyinde Önemli, **ÖD**: Önemli Değil.

Çalışma kapsamında çeşit ve incelenen özelliklere ait bulguları görselleştirmek ve gruplandırma ile ilişkilendirmek için temel bileşen analizi ve ısı haritası kümelemesi gibi istatistiksel programlar kullanılmıştır. Isı haritasında bulunan renk skalaları kırmızı ve tonları daha yüksek, mavi ve tonları ise daha düşük bir ilişkiye sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 3). Isı haritalaması çeşit ve özellikler aralarındaki ilişkileri tespit etmek için kullanılan görsel bir bağlantıdır (Baran ve ark., 2022). Soya çeşitleri ve morfolojik parametreler temel alınarak yapılan ısı haritalama grafiğine göre iki ana küme belirlenmiştir (Şekil 3).

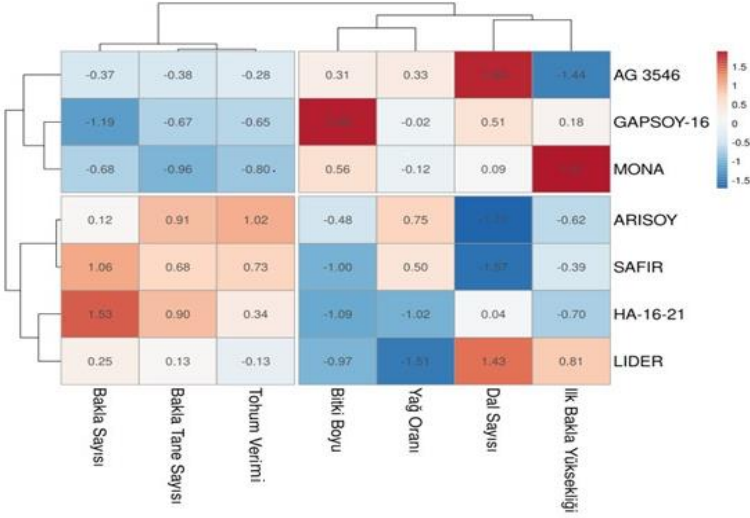
Birinci ana küme; bakla sayısı, baklada tane sayısı ve tohum verimi gibi özelliklerden oluşmuştur. Bunların yanı sıra;

bitki boyu, dal sayısı, ilk bakla yüksekliği ve yağ oranı gibi parametreler ikinci ana küme altında toplandığı tespit edilmiştir. Fakat, ikinci ana kümelemenin de kendi içinde birden fazla alt kümeyle ayrıldığı saptanmıştır. Aynı kümede yer alan özellikler arasında pozitif ilişki olduğunu düşünülmektedir.

Çeşitler bakımından yapılan kümelemede; birinci kümede, AG-3546, Gapsoy-16 ve Mona çeşitlerden oluşmuştur. İkinci kümede ise Arısoy, Safır, Ha-16-21 ve Lider çeşitlerin bir arada olduğu belirlenmiştir.

Birinci kümede, kırmızı ve kırmızı tonlarının en yüksek özellikler (bakla sayı, baklada tane sayısı ve tohum verimi) olduğu görülmüştür. Buna paralel olarak; ikinci kümede ise bitki boyu, dal sayısı ve ilk bakla yüksekliği değerlerin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).

Ayrıca, birinci kümede yer alan bakla sayısı, baklada tane sayısı ve tohum verimi gibi özelliklerin ikinci kümede yer alan parametreler ile negatif korelasyon gösterdiği de belirlenmiştir. Bu sonuçlara bağlı olarak; yağ oranı ve tohum verimi en yüksek olduğu Arısoy çeşidinden elde edildiği saptanmıştır. Fakat bitki boyu, dal sayısı ve ilk bakla yüksekliği bakımından en yüksek olan çeşitlerin ise yağ oranı ve tohum verim açısından düşük olduğu tespit edilmiştir.

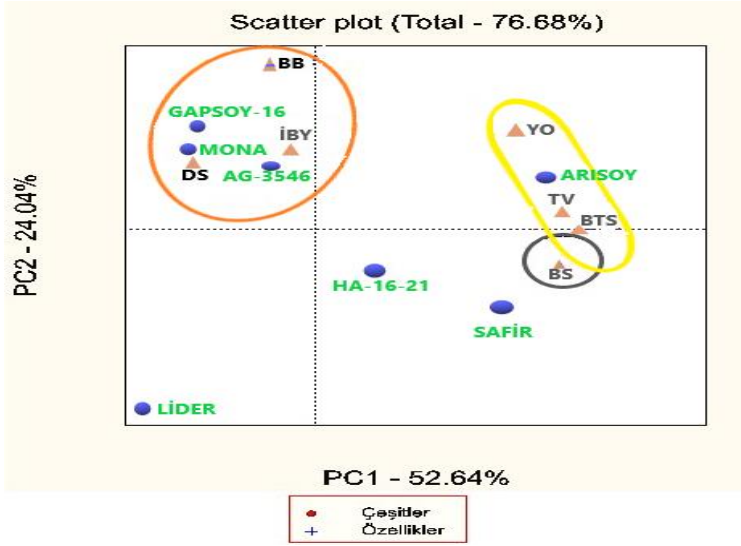


Şekil 3. Soya Çeşitlerinde İncelenen Özelliklere ait Isı Haritası

Isı haritasına ek olarak; araştırmada temel bileşen analizi yapılarak çeşit*özellikler arasında nasıl bir ilişki ve hangi seviyede olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4). İncelenen özellikler ve çeşitlerin açık ve net bir şekilde ayrıldığı tespit edilmiş olup ısı haritası kümelemesine benzer şekilde sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre; çeşit*özellik ilişkisini ve oluşan grupları görselleştiren scatter biplot grafiğinde PC1 %52,64, PC2 %24,04 ve toplam PC1+PC2 %76,68 oranında incelenen özellikler bazında çeşitler arasındaki varyasyonu açıklamaktadır (Şekil 5-6).

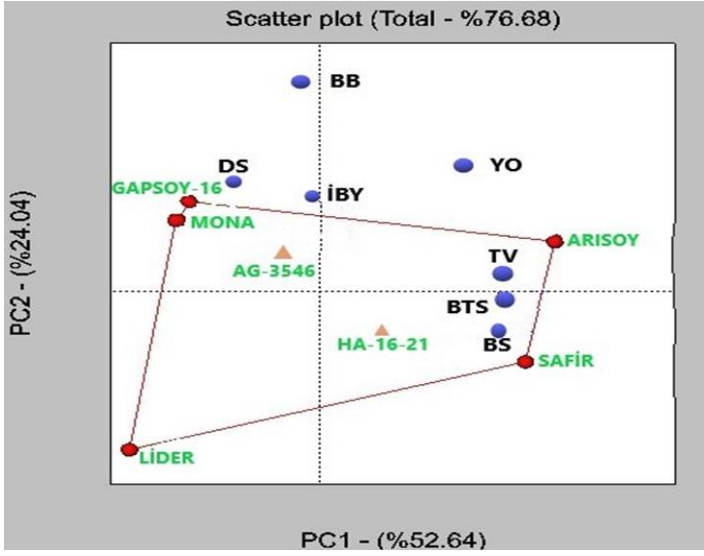
Çalışmada kullanılan çeşitlerin gruplandırılmasıyla ilgili özelliklerin önemli oranda etkili olduğunu saptanmıştır. Fakat geriye kalan %23,32'lik farkın neden kaynaklandığını mevcut parametreler ile açıklamamız mümkün değildir. Fakat ortaya çıkan farklılığın yetiştirme koşulları, çeşit, biyotik ve abiyotik çevresel faktörlerden kaynaklandığını birçok araştırmada bildirilmiştir (Heller ve Byczyńska, 2015; Shivaraj ve ark., 2019).

BB, İBY ve DS özelliklerinin bir grupta oluşarak ve bu özellikler yönünden Gapsoy-16, Mona ve AG-3546 çeşitlerinin öne çıktığı tespit edilmiştir. 2. grupta ise TV, YO ve BTS özellikleri yer almış ve Arısoy çeşidi öne çıkmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Oluşan Grupları Gösteren GGE Biplot Grafiği
[Principal Component Analysis (PCA)]

Çeşitlerin kümelenmesinde hangi düzeyde ilişki olduğu belirlemek amacıyla temel bileşen analizi (PCA) yapılmıştır. Isı haritası kümelemesine benzer bir şekilde ayırım elde edilmiş olup destekleyici bir görsel oluşmuştur. Araştırmada kullanılan Arısoy çeşidinin TV, YO ve BTS bakımından iyi ve bu yüzden bu üç özellik arasında ciddi ilişki olduğu belirlenmiştir. Gapsoy-16 ve Mona çeşitleri, DS ve İBY bakımından önemli, Safır çeşidi BS yönünde iyi olduğu, Lider çeşidi ise birçok özellik bakımından olumsuz olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Çeşit*Özelliklere ait Temel Bileşenler Analizi [Principal Component Analysis (PCA)]

4. SONUÇ

Günümüzde, soya bitkisi üretim alanı açısından Akdeniz Bölgesi'nde kayda değer bir üründür. Bu bitkinin yetiştiriciliğinde sulama işlemi, bölgedeki gelişmesini desteklemiştir. Bu bilgiler doğrultusunda, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında yapılan sulama kanalları sayesinde üretim çeşitliliğinin artması ve çiftçilere hem ekonomik getirisi fazla hem de toprak verimini düzenlemesine katkı sağlayan alternatif bir ürün olan soya bitkisinin değerlendirilmesi kaçınılmaz olmaktadır.

Bu araştırma, bazı soya çeşitlerinin verim ve agronomik özellikleri üzerine etkilerini belirlemek için, 2021 yetiştirme döneminde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede materyal olarak; Mona, Lider, Safir, HA-16-21, Arısoy, Gapsoy-16 ve AG 3546 olmak üzere 7 farklı çeşit kullanılmıştır. Çalışmada, bitki boyu, ilk meyve yüksekliği, dal sayısı, bakla sayısı, baklada tane sayısı, tohum verimi ve yağ oranı değerleri incelenmiştir. Araştırmanın varyans

analizi sonuçlarına göre; çeşitler arasında incelenen parametrelerde bitki boyu dışında geriye kalan tüm özellikler bakımından farklılık önemli düzeyde tespit edilmiştir. Mardin koşullarında, tek yıllık yürütülen bu çalışmada; ilk bakla yüksekliğinde Mona (24,13 cm) çeşidi, bakla sayısı bakımından Safir (41,2 adet/bitki) çeşidi, dekara tohum verimi ve yağ oranı bakımından ise Arısoy (631,39 kg; %22,9) çeşidi ön sıralarda yer almıştır. Ayrıca yapılan ısı haritası kümelemesi ve biplot grafik analizlerine göre çeşitler, özellikler ve çeşit *özellikler arasındaki ilişkilerin gruplandırılması sonuçlarının doğrulandığı belirlenmiştir. Bu durum sonucunda, araştırmada kullanılan farklı analiz yöntemlerinin incelenen özellikleri ve bölgeye uygun olan çeşitleri belirlemede kolaylık sağladığı, Mardin şartlarında en uygun çeşidin Arısoy olduğu belirlenmiştir. Arısoy çeşidinin, tohum verimi ve yağ oranı bakımından ümitvar olduğu, çalışmanın en az bir yıl daha tekrarlanmasının faydalı olacağı öngörülmektedir. Bölge halkının soya üretimi için teşvik edilmesi ve konu ile ilgili yapılacak bilimsel çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Andırman, M. ve Baran, N. (2023). Some soybean [*Glycine max.* L. (Merill)] varieties determination of cultivation possibilities of as main crop. *Black Sea Journal of Agriculture*, 6(4), 373-379.
- Anonim, (2024). <https://www.yem.org.tr/>(Accessed:10.10.2024).
- Anonim, (2024). Soya fasulyesi yetiştiriciliği yapılan bölgeler ve iller. <http://cografyaharita.com/turkiye-tarim-haritalari3.html> (Accessed: 15.10.2024).
- Anonim, (2024). Mardin iline ait iklim ve meteoroloji verileri. <http://cografyaharita.com/turkiye-tarim-haritalari3.html> (Accessed: 15.10.2024).
- Arioğlu, H.H. (2007). Yağ bitkileri yetiştirme ve ıslahı. Genel Yayın No:220, Ders Kitapları Yayın No: A-70. Adana, s. 204.
- Bakal, H., Güllüoğlu L., Onat B. ve Arioğlu, H. (2017). The effects of growing seasons on some agronomic and quality characteristics of soybean varieties in mediterranean region in turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, 22(2):187-196.
- Balbinot Junior, A. A., Santos, J. C. F. D., Debiassi, H., Coelho, A. E., Sapucay, M. J. L. D. C., Bratti, F. ve Locatelli, J. L. (2020). Performance of soybean grown in succession to black oat and wheat. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 55, e01654.
- Baran, N. ve Andırman, M. (2022). Determination of yield and yield characteristics of some peanut (*Arachis hypogaea* L.) varieties under Batman conditions. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 6(1), 58–63. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol6iss1pp58-63>

Bateman, N. R., Catchot, A. L., Gore, J., Cook, D. R., Musser, F. R., ve Irby, J. T. (2020). Effects of planting date for soybean growth, development, and yield in the southern USA. *Agronomy*, 10(4), 596.

Boydak, E., Kayantaş, B., Acar, F. ve Fırat, R. (2018). Bazı soya fasulyesi (*Glycine max. L.*) çeşitlerinin yüksek rakımlarda verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 544-550. DOI: 10.29050/harranziraat.392723.

Candemir, S. ve Kızılaslan, N. (2019). Determination of technical efficiency of soybean producing enterprises in Adana, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(1), 43-48. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i1.43-48.2064>

Çubukçu, P., Karakuş, M., Vurarak, Y., Şahar, A. K. ve Yıldırım, Ü. A. (2020). İleri kademe bazı soya hatlarının Adana ve şanlıurfa lokasyonlarında performanslarının belirlenmesi. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 3(1), 1-16.

da Silva, F. L., Borém, A., Sedyama, T. ve Ludke, W. H. (Eds.). (2017). Soybean breeding. Springer International Publishing. 81-112. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57433-2_6.

Doğan, Y., Koyutürk, Ö. ve Aktaş, H. (2015). Mardin-Kızıltepe ekolojik koşullarında ekim zamanı uygulamalarının bazı soya fasulyesi (*Glycine max L.*) çeşitlerinde verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 25(3), 293-303.

- Gül, S. ve Arslanoğlu, F. (2020). The influence of organic fertilizer applications on seed yield and some quality properties of soybean grown as second crop. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(2), 114-126. <https://doi.org/10.47137/usufedbid.804807>
- Gümüş, Z. ve Beyyavaş, V. (2020). Bazı soya [*Glycine max.* L. Merrill] çeşitlerinin Mardin ili ekolojik koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilme olanakları. *ADYUTAYAM Dergisi*, 8(2), 44-51.
- Heller, K. ve Byczyńska, M.(2015). The impact of environmental factors and applied agronomy on quantitative and qualitative traits of flax fiber. *Journal of Natural Fibers*, 12(1), 26-38.
- Ibáñez, M., De Blas, C., Cámara, L. ve Mateos, G. (2020). Chemical composition, protein quality and nutritive value of commercial soybean meals produced from beans from different countries: A meta-analytical study. *Animal Feed Science and Technology*, 267: 114531.
- Kaya, M., Karaman, R., Şener, A. ve Odabaşoğlu, C. (2017). Soya fasulyesinde Fe-Humat, Fe-Fulvat ve molibden uygulamalarının nodülasyon ve bazı fide özelliklerine etkileri, *International Multidisciplinary Congress of Eurasia*.
- Morsy, A. R., Fares, W. M., Ragheb, S. B. ve Ibrahim, M. A. (2015). Stability analysis of some soybean genotypes using a simplified statistical model. *Journal of Plant Production*, 6(12), 1975-1990.
- Okcu, M. (2020). Farklı ekim zamanlarının soya fasulyesi çeşitlerinde bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(4),972-982.<https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.737533>.

- Okunade, R. (2024). Interactive effect of plant spacing and phosphorus concentration on yield and yield components of soybean (*Glycine max.* L.). In International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress (pp. 600-605).
- Öztürk, F. (2019). The evaluation of the yield and yield components of seven soybean (*Glycine Max.* L. Merrill.) genotypes grown as a second crop under Sirnak condition. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 3(2), 54-57.
- Öztürk O, Akınerdem F, ve Gonulal E. (2000). The effect of different planting times and row spacing on yield and yield components in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Selçuk Univ Fac Agri J*, 14(21): 142-152.
- Shivaraj, S. M., Dhakate, P., Sonah, H., Vuong, T., Nguyen, H. T. ve Deshmukh, R. (2019). Progress to ward development of climate-smartflax: a perspective on omics assisted breeding. In Genomic Designing of Climate-Smart. *Oilseed Crops*, 239-274.
- Sincik, M., Oral, H. S., Göksoy, T., ve Turan, Z. M. (2008). Farklı soya fasulyesi (*Glycine max* L. Merr.) hatlarının Bursa ekolojik koşullarında bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 55-62.
- Sincik, M., Göksoy, A. T. ve Turan, Z. M. (2009). Soybean seed yield performances under different cultural practices. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33(2), 111-118.

- Qin, P., Wang, T. ve Luo, Y. (2022). A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development. *Journal of Agriculture and Food Research*, 7, 100265.
- Tuncturk, M., Baris, M. ve Sogut, T. (2020). The effect of sowing time treatments on yield and yield characteristics of some soybean (*Glycine max* (L.) merrill) cultivars. *ISPEC J Agri Sci*, 4(4): 717-731.
- Yıldırım, A., Yıldız, H., İlker, E. ve Ekren, S. (2020). Determination of yield and agronomic characteristics of some soybean genotypes suitable for double crop agriculture in Mediterranean climate conditions. In: Brka M., Omanović-Miklićanin E., Karić L., Falan V., Toroman A. (eds) *30th Scientific-Experts Conference of Agriculture and Food Industry*. AgriConf 2019. IFMBE Proceedings, vol 78. Springer, Cham.
- Yiğit, A., Ereku, O. ve Yaraşır, N. (2021). Kısıtlı sulama ve kükürt dozu uygulamalarının soya fasulyesinde bitki gelişimi ve klorofil (SPAD) içeriğine etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 105-117.

BAKLAGİL YEM BİTKİLERİNİN ÖNEMİ VE BAZI ÖNEMLİ BAKLAGİL YEM BİTKİLERİ- NİN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Derya GÜLOĞLU¹

1. GİRİŞ

Son yıllarda açlık probleminin çözümü ve dengeli beslenmenin sağlanması, insanoğlunun tamamını ilgilendiren konuların başında gelmektedir. Günümüzde, tüm dünya ülkelerinde yaşanmakta olan en büyük sorun, kısıtlı doğal kaynakların en uygun şekilde değerlendirilerek, insanlar için oldukça önemli olan yeterli ve dengeli beslenme koşullarının sağlanamamasıdır (Erol, 1996).

İnsanların dengeli bir şekilde beslenmesinde proteinin büyük rolü olmakta, ihtiyacı olduğu günlük proteinin sağlanmasında hayvansal gıdalar önemli bir değer taşımaktadır. Dengeli beslenme için hem bitkisel gıdaların hem de hayvansal gıdaların tüketilmesi bir bütün olarak düşünülmelidir. Fiyat bakımından düşünüldüğünde, hayvansal ürünlere ulaşımın pahalı olması ve hayvansal üretimden sağlanan verimin az olmasından dolayı, ülkemiz insanları hayvansal gıdalardan sağlanan proteinden yeter derecede yararlanamamaktadırlar (Avcıoğlu vd., 2000; Alçiçek, 2001). Ülkemizdeki hayvansal protein tüketimi, çok gelişmiş ülkelere bakıldığında oldukça düşük düzeydedir. Bu tüketim azlığının en önemli nedeninin, hayvansal tarım faaliyetinin en yüksek girdilerinden biri olan kaliteli kaba yem yetersizliği olduğu düşünülmektedir (Ayar vd., 2006).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Atabey Meslek Yüksekokulu, deryaguloğlu@isparta.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1839-8710.

Sektör girdilerinin yaklaşık %70' lik kısmını hayvan yemi masrafları oluşturmaktadır. Bu masrafların %78'i kaba yem, %22'si ise karma yemlerden karşılanmaktadır (Harmanşah, 2018). Hayvanların yem ihtiyaçları esas olarak doğal çayır meralar ve değişik familyalara dahil yem bitkilerinden sağlanmaktadır. Doğal çayır meralar ve yem bitkileri, hayvanlar için kaliteli, ekonomik, besleyici, lezzetli ve bol kaba yem sağlayan önemli yem kaynaklarıdır. Ayrıca ot obur hayvanların sindirimleri için gerekli olan protein, yağ, mineral ve vitaminler bakımından zengin olması, hayvanların üreme gücüne olumlu etkide bulunması, selüloz içermesi, beslenme yetersizliğinden kaynaklanan metabolik hastalıkların önlenmesi ve kaliteli hayvansal ürün elde edilmesi bakımından da önemlidir (Serin ve Tan, 2001). Çayır meralar ve yem bitkilerinin, tüm bunlara ek olarak, yetiştirildikleri toprakları iyileştirdikleri, verim ve kalite olarak topraklara olumlu etkilerde buldukları da ifade edilmektedir (Soya vd., 2004). Tarımsal faaliyet içerisinde önemli bir değere sahip olan yem bitkileri yetiştiriciliği, hem bitkisel hem de hayvansal üretimin teminatı durumunda olup, sürdürülebilir ve güvenle kaba yem üretmenin en önemli yoludur (Açıkgöz, 2001; Akman vd., 2007).

Gelişmiş ülkelerde hayvanların yedikleri yemin %50'sinin çayır ve meralardan, %25'inin yem bitkilerinden, %25'inin de kesif yemlerden elde edildiği bilinmektedir. Ülkemizde ise çayır meraların ürettiği yemin %30'u, yem bitkilerinden üretilen yemin %5'i ve %65 oranında bitki artığı hayvanlara yedirilmektedir.

Gelişmiş ülkelerde tarla tarımı içinde yem bitkileri üretilen kısmın oranı %25 civarında iken, ülkemizde bu oran, toplam ekim alanının yaklaşık %3.5'ini oluşturmaktadır. Bu oranda bir üretim ise hayvanların yem gereksinimini yeter derecede karşılamamaktadır. Yem bitkileri yetiştiriciliği oldukça dar alanlarda

yapılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde hayvanların yedikleri yemin %50'sinin çayır ve meralardan, %25'inin yem bitkilerinden, %25'inin de kesif yemlerden elde edildiği bilinmektedir. Ülkemizde ise çayır meraların ürettiği yemin %30'u, yem bitkilerinden üretilen yemin %5'i ve %65 oranında bitki artığı hayvanlara yedirilmektedir. Hayvanların üretim kapasitelerinin beslenmedeki yetersizlikler nedeniyle de gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında çok daha düşük düzeylerde olduğu görülmektedir. Tarımın dayanağı olan toprağın veriminin devam etmesi ve bol ürün elde edilmesi yem bitkilerinin yetiştirilmesi ile sağlanmaktadır. Toprağın korunması, aşınımın önlenmesi, toprak muhafazası ve toprak organik maddesinin artırılması bakımından da yem bitkileri ekim alanlarının artırılması oldukça önemlidir.

2. YEM BİTKİLERİNİN ÖNEMİ

Baklagil, buğdaygil ve diğer familyalara dahil olan yem bitkilerinin değeri; hayvan besleme, toprağı koruma ve iyileştirme, toprak verimliliğini artırma, ekim nöbetinde ve yeşil gübre olarak kullanılma gibi birçok konudaki rolleri ile belirlenmektedir.

2.1. Hayvan Beslemedeki Önemi

Yetiştiriciliğı yapılan yem bitkileri ile, olatma ve biçme suretiyle değerlendirilen çayır ve mera alanları, hayvanların sevakere tükettiğı yeşil ve kuru ot, tane yem ve silaj yeminin en ekonomik ve en bol elde edildiğı yem kaynaklarıdır. Hayvanların mide florası için faydalı maddeler bakımından zengin olması ve hayvansal ürünlerin yüksek kalitede üretilmesini sağlaması bakımından hayvanların beslenmesinde oldukça önemlidir (Serin ve Tan, 2001). Yem bitkileri yetiştiriciliğinde, birim alandan birçok bitki türüne nazaran fazla verim ve sindirilebilir besin maddesi elde edilir. Bu nedenle gelişmiş ülkelerde hayvansal

üretim, daha çok yem bitkileri yetiştiriciliği destekli olarak sürdürülmektedir.

2.2. Toprak Koruma ve İyileştirmedeki Önemi

Rüzgâr ve su erozyonu karşısında toprak kayıplarını önlemenin en etkin yolu toprakları bitki örtüsü ile kaplamaktır. Erozyon kontrolünde en etkili korumayı sağlayan bitki grubu ormanlar ile çayır ve meralardır. Sık bir şekilde gelişmiş çayır ve mera örtüsü sağlayan bitkiler, sülüklü, köksaplı, derin ve kazık köklere sahip değişik bitki türleri ile toprağı erozyona karşı oldukça iyi korurlar. Baklagiller familyasına dahil olan yem bitkileri türleri, köklerinde oluşan yumrucuklarda yaşayan *Rhizobium* bakterileri ile biyolojik azot fiksasyonu yaparak, toprağın azot ihtiyacını karşılarlar. Ayrıca, derin kök sistemine sahip türleri, toprağın farklı derinliklerindeki besin maddelerini, toprağın üst katmanlarına taşıyarak, toprakları kendinden sonra yetiştirilecek bitkiler için yararlı duruma getirirler.

2.3. Toprak Verimliliği Bakımından Önemi

Yem bitkileri, hangi familyaya dahil olursa olsun, ekildikleri topraklara fazla miktarlarda kök artığı bıraktığından toprağın organik madde bakımından zenginleşmesine katkıda bulunurlar. Özellikle baklagiller familyasından olan yem bitkileri kazık kök sistemleri aracılığıyla toprağı organik madde sağladıkları gibi, artıklarının da azot içeriğinin fazla olmasından dolayı toprağın azot kapsamına da olumlu katkı sağlarlar.

2.4. Ekim Nöbetindeki Yeri ve Önemi

Ekim nöbeti; aynı tarlada farklı bitkilerin belirli bir sırada ve birbirini takip eder şekilde yetiştirilmesidir. Bu şekildeki yetiştiriciliğin asıl amacı toprağın sürdürülebilir kullanımını sağlamak ve birim alan verimini artırmaktır (Tuğay, 1988; Sencar vd., 1994).

Ülkemizin tarım toprakları genellikle organik madde ve azot içeriği bakımından yetersiz olup, toprakların verimliliği de bu sebeple düşüktür. Bitkilerin yaşamsal faaliyetlerinde gereksinim duyduğu azotu sağlamakta önemli rolü olan baklagil yem bitkilerinin ekim nöbeti planlarında mutlaka yer alması gerekmektedir (Gök ve Sağlamtimur, 1991). Atmosferde bulunan ancak canlıların doğrudan kullanamadığı azotu, baklagil bitkileri kolaylıkla toprağa bağladıkları için azotlu gübrelerden de tasarruf sağlayarak, ilk tesis yıllarından başlayarak, topraklarımızın verimliliğine katkı sağlamaktadırlar. Örneğin üçgül türlerinin kullanıldığı 3-4 yıllık ekim nöbeti uygulamalarında, toprağın organik madde ve azot miktarının her geçen yıl arttığı belirtilmiştir (Açıkgöz, 2001). Tüm bunların yanında, farklı bitki türlerinin sırayla yetiştirilmesiyle, hastalık ve zararlılarla mücadelede, topraklarda mono kültür sistemin neden olduğu yorgunluğu gidermede, iş gücü dağılımının düzenlenmesinde ve drenaj sorununun önlenmesine yardımcı olurlar(Soya vd., 2005).

Ekim nöbetine baklagil yem bitkilerinin dahil edilmesiyle, buğdayın birim alan veriminin ve protein miktarının, buğday-buğday şeklindeki ekim nöbetine nazaran daha fazla olduğu ve azot içeren gübre ihtiyacının azaldığı belirlenmiştir (Anderson vd.,1997; Dalal vd., 1998).

Kara vd. (2005), buğday tanelerindeki en yüksek protein miktarının, fiğ ve fasulyeden sonra yetiştirilen buğdaydan elde edildiğini ifade etmişlerdir..

2.5. Yeşil Gübre Olarak Önemi

Toprakların organik madde oranını ve azot içeriğini yükseltmek ve toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla, kısa zamanda bol yeşil aksam oluşturan bitkilerin, fide devresinde sürülerek toprağa karıştırılması işlemine yeşil gübreleme denmektedir. Bu amaçla, yüksek azot içeren ve baklagiller familyasına bağlı türler sıklıkla kullanılmaktadır. Baklagil bitkile-

ri yaklaşık %10 oranında çiçeklendikleri devrede sürülüp toprağa gömülerek mikroorganizmalar tarafından parçalanması sağlanır. Yeşil gübreleme, topraktaki mikroorganizmalara besin sağladığından, bu organizmaların işlevlerine de katkı sağlarlar. Tek yıllık türlerin içerisinde fiğ, bakla, bezelye türleri, soya, üçgül türleri en çok kullanılan türlerdir. Baklagil bitkileri haricinde kullanılan başka bitkiler de vardır fakat bu bitkiler azot fiksasyonu yapma özelliğinde değildirler. Yetiştiriciliği yapılan bölgenin iklim ve çevre koşullarına göre değişmekle beraber, genel olarak yeşil gübre bitkileri sürüldükten 3-4 hafta sonra ekim yapılmalıdır. Ağır yapılı topraklarda 5-15 cm, hafif yapılı topraklarda ise 15-20 cm derinliğe karıştırılacak şekilde yeşil gübre uygulaması yapılmalıdır.

3. ÖNEMLİ BAKLAGİL YEM BİTKİLERİNİN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Baklagiller familyasına ait yem bitkilerinden bazılarının morfolojik özellikleri şu şekildedir:

3.1. Kök

Baklagiller familyasına dahil olan yem bitkileri genellikle kazık kök sistemine sahiplerdir. Kurak koşullara dirençli olan bitkiler toprağın derinlerine inen bir kök sistemi oluştururlar (Serin ve Tan, 2001)

3.1.1. Yonca (*Medicago sativa* L.)

Yonca, toprakta çok derine inebilen özellikte olan kazık köklü bir bitkidir. Fakat köklerin dallanması zayıftır. Normal koşullarda bitki kök boyu 8-10 m civarında bir uzunluk göstermektedir. Yoncada etkili kök uzunluğu 1.2-1,8 m arasında değişmektedir. Bitkinin kökleri 2-2,5 cm kalınlığındadır. Ayrıca, primer köke destek olan sekonder kökler de gelişmiştir (Tosun, 1974).

3.1.2. Üçgül (*Trifolium sp. L.*)

Üçgül türleri, kazık kök sistemine sahip olup, kökler ilk yetiştirme yılında toprağın derinlerine inmektedir. İkinci gelişme yılında ise 2 m veya daha derinlere kadar uzamaktadır. Üçgül kökleri, çok sayıda ve dallanmış yan kökler geliştirmektedir.

3.1.3. Korunga (*Onobrychis sativa L.*)

Korunganın kök sistemi, diğer türlere göre biraz değişiklik göstermektedir. Oldukça gelişmiş 1 tane ana durumda kazık kök ve 1-2 tane ince veya kalın sekonder köklerden oluşmuş haldedir. Ana kök, toprakta 10 m derinliğe kadar inebilir. Korunga köklerinde çok sayıda nodüller bulunmaktadır.

3.1.4. Fiğ (*Vicia sp. L.*)

Bitki tek yıllık bir baklagil bitkisi olduğundan, dallanmış olan kökleri fazla derinlere inmez (Elçi ve Açıkgöz, 2001). Kazık köklü bir bitki olmasına rağmen, zayıf yapılıdır.

3.2. Gövde

Baklagil yem bitkileri otsu yapılı bir gövdeye sahiptir. Olgunlaşma döneminde bazı türlerinin gövdeleri kalınlaşıp, sertleşir. Gövdenin içi, özle dolu olabilir veya boş olabilir (Eraç ve Ekiz, 1990).

3.2.1. Yonca (*Medicago sativa L.*)

Yonca sapsarı narin yapılıdır. Eğer biçim zamanı gecikmezse, sapsarlarda sertleşme görülmez. Sapsarlar diktir ve bitki boyu 40-80 cm arasında değişiklik göstermektedir ancak bakım koşullarına göre boy, 100-120 cm'ye kadar ulaşmaktadır. Yoncada sapsarların dip kısımlarından çok sayıda filiz oluşmaktadır.

3.2.2. Üçgül (*Trifolium sp. L.*)

Çayır üçgülünün sap uzunluğu 30-120 cm arasında değişiklik göstermektedir. Ak üçgül türünde ise sap boyu 5-30 cm arasında değişiklik göstermekte olup, saplar, boğumlardan köklenen ve sürgünler meydana getiren sülükler oluşturabilmektedir. Sapların uç kısımları dik olarak gelişmektedir.

3.2.3. Korunga (*Onobrychis sativa L.*)

Korunga bitkisi kök tacından çok sayıda sap vermektedir. Sap uzunluğu 90-120 cm olup, sapların enine kesiti yuvarlaktır. Tabanda sapların içi boş, üst kısımlara çıkıldıkça doludur ve tüylüdür. Korunga sapları ilk gelişme devresinde rozet şeklindedir. Olgunlaşma döneminde sertleşir.

3.2.4. Fiğ (*Vicia sp. L.*)

Fiğ bitkisinin sapları zayıftır ve yatmaya dayanıksızdır. Sapın enine kesiti köşelidir ve sapların içi boştur. Fiğ bitkisinin boyu türlere göre değişiklik göstermekle beraber 60–150 cm arasındadır.

3.3. Yaprak

Baklagiller familyasına ait bitkilerde yaprak, birkaç tane yaprakçık, yaprak sapı ve 1 çift kulakçıktan oluşmaktadır Tür ve cinsler arasında yaprakçıkların sayısı, yaprak sapının boyu ve kulakçık şekilleri farklılık göstermektedir (Gökkuş vd., 1996).

3.3.1. Yonca (*Medicago sativa L.*)

Yonca yaprakları, üç adet yaprakçıktan meydana gelmiştir. Yani, üçlü bileşik yaprak tipindedir. Yaprakçıkların her biri ters kalp şekilli olup, ortadaki yaprakçık sapı diğerlerinden uzun durumdadır ve yaprakçıkların uç kısımlarının 1/3'lük kısmı dışlidir.

3.3.2. Üçgül (*Trifolium sp. L.*)

Çayır üçgülünde yapraklar, aynı noktadan çıkan üç adet yaprakçıktan oluşmaktadır. Üst yapraklar kısa, dip yapraklar ise daha uzun sapa sahiptir. Yaprakçıkların kenarları düzdür. Ak üçgülde ise, yapraklar toprak üzerinde sürünen sülüklerden dik olarak uzamaktadır. Yaprakçıklar bütün hâlinindedir ve yaprak sapına aynı noktadan birleşirler. Yaprak uzunluğu 3-4 cm olup, yaprakçıklar ters yumurta şeklindedir.

3.3.3. Korunga (*Onobrychis sativa L.*)

Korunga bitkisinin yaprakları, bileşik yaprak tipinde olup, yaprak sapının her iki yanına dizilmiş halde 8-15 çift yaprakçıktan oluşmaktadır. Yaprakçıklar uzun yumurta şekilli ve 3-4 cm uzunluğundadır. Yaprakçıkların üst yüzeyleri tüysüz, alt yüzeyleri tüylüdür. Kulakçıklar ince zar yapısında olup, ucu sivri üçgen biçimindedir.

3.3.4. Fiğ (*Vicia sp. L.*)

Fiğ yaprakları yaprak sapı üzerine karşılıklı olarak dizilmiş, elips veya uzun dar şekilli yaprakçıklardan meydana gelmiştir. Yaprakçıkların her biri sivri bir uçla son bulur. Yaprak sapının sonundaki yaprakçık sülük şeklini almıştır. Bazı fiğ türlerinde yaprak tüylerle kaplıdır.

3.4. Çiçek, Meyve ve Tohum

Baklagil bitkilerinin çiçekleri, 5 adet yeşil renkli çanak yaprak, 5 adet sarı, menekşe, pembe veya sarı renklerde taç yaprak, 10 adet veya daha fazla sayıda erkek organ ve 1 adet dişi organdan oluşmaktadır. Çiçekler salkım veya kömeç şeklindedir. Baklagillerde meyve, genelde fasulye şeklindedir ancak cins ve türlere göre farklılık göstermektedir. Baklagil tohumları, büyüklük, renk ve şekil bakımından çok farklılık göstermektedir. (Elçi ve Açıkgöz, 2001).

3.4.1. Yonca (*Medicago sativa* L.)

Sapın uç kısımlarında bulunan yaprak koltuklarından çıkan çiçeklerin rengi genellikle menekşe veya pembe tonlarındadır. Bazı yonca çeşitlerinde ise sarı renklidir. Salkım şeklindeki çiçekler, 2.5-3 mm uzunluğundaki sapçıklarla salkım eksenine bağlanmış olup, her çiçek salkımında 10-30 adet çiçek bulunmaktadır. Yonca meyveleri, yaprak koltuklarında salkımlar şeklinde oluşmaktadır. Meyve, salyangoz kabuğu gibi birbirine üzerine kıvrılmış olup helezonik şekildedir. Kıvrım sayısı 1-5 arasında değişmektedir. Yonca meyveleri içinde, çok küçük, böbrek veya kalp şekilli 2-7 adet arasında tohum bulunmaktadır. Tohum boyu 2-3 mm, bin dane ağırlığı yaklaşık 2-3 gram arasındadır. Tohum kabuğu rengi, sarı veya koyu sarıdır.

3.4.2. Üçgül (*Trifolium sp.* L.)

Çayır üçgülünde çiçekler, mor-kırmızı renktedir. Sapsız olarak sapa bağlanmıştır ve kömeç hâlinde, dalların uç kısımlarında bulunmaktadır. Ak üçgülün çiçek durumu da kömeç şeklindedir. Kömeçlerde yaklaşık 50-100 adet çiçek bulunmaktadır. Ak üçgülde çiçekler beyaz- beyazımsı sarı renklindedir. Çayır üçgülü ve ak üçgülde meyveler 3-5 mm uzunluğunda bakla şeklindedir. Çayır üçgülü meyvesinde yumurta şekilli ve küçük tek tohum bulunmaktadır ve bin dane ağırlığı 1,5-2 g ağırlığındadır. Tohumların kabuk rengi yeşilimsi sarıdır. Ak üçgülde her baklada 2-4 adet küçük, böbrek veya kalp şekilli tohum bulunmaktadır. Bin dane ağırlığı ise 0,5 g'dır. Tohum kabuğu rengi parlak sarıdır.

3.4.3. Korunga (*Onobrychis sativa* L.)

Korunga çiçekleri, yoncada olduğu gibi salkım şeklindedir. Çiçekler, uzun bir sapın üzerinde bulunmaktadır ve her salkımda taç yaprakları pembe renkli 5-80 adet arasında çiçek bulunmaktadır. Korunga çiçeklerinde genel olarak yabancı çiçek tozlarıyla döllenme (Allogam) görülmektedir. Meyve tek tohumlu, kenarları sivri dişli, 5-8 mm boyunda ve üzeri ağ şeklinde damarlara sahip bakla şeklindedir. Olgunlaşmış korunga meyvesi koyu kahverengindedir. Korunga tohumu böbrek şeklinde, yaklaşık olarak 2.5 mm boyundadır ve açık yeşil, kahverengi veya siyaha kadar değişik renkler göstermektedir. Bakla halindeki tohumun(meyve) bin dane ağırlığı ortalama 24-25 g, çıplak tohumun bin dane ağırlığı ise 15 gram civarındadır. Meyvede, olgunlaşma sonunda kabuk açılmaz ve korunga yetiştiriciliğinde ekim, meyve halinde yapılmaktadır.

3.4.4. Fiğ (*Vicia sp.* L.)

Mor menekşe rengindeki çiçekler, yaprak koltuklarında salkım şeklinde oluşur. Meyveler bakla formundadır ve silindirik veya yassı görünümündedir. Fiğ tohumları genel olarak yuvarlak veya oval şekilde olup büyüklükleri türlere göre değişiklik göstermektedir. Bin dane ağırlığı 30–300 gram arasındadır.

KAYNAKÇA

- Açıkgöz, E. (2001). Yem Bitkileri. U.Ü. Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182. Vipaş A.Ş. Yayın No:58, 584 s., Bursa.
- Akman, N., Aksoy, F., Şahin, O., Kaya, Ç. Y., & Erdoğan, G. (2006). Cumhuriyetimizin 100. Yılında Türkiye'nin Hayvansal Üretimi. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiriciliği Birliği Yayınları No: 4, 116 s. ISBN:975-94093-3-X
- Alçıçek, A., 2001. Süt İneklerinin Yemlenmesinde Yeni Teknikler. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No: 100.
- Anderson, W.K., Shackley, B.J., Sawkins, D., Braun, H.J, Altay, F., Kronstad, W. E., Beniwal, S.P.S., McNab, A. (1996) Grain Yield and Quality: does there have to be a trade-off? Wheat: prospect for global improvement. Proceedings of the 5th International Wheat Conference, Ankara, Turkey, 10-14 June 1996, 249- 254.
- Ayar, İ., Acar, Z., Başaran, U., Önal Aşçı, Ö., & Mut, H. 2006. Samsun ekolojik koşullarında bazı burçak (*Vicia ervilia* L.) hatlarının ot ve tohum verimlerinin belirlenmesi. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 21: 318-322
- Avcıoğlu, R., Soya, H., Açıkgöz, E., Tan, A., (2000). Yem Bitkileri Üretimi. Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, 1. Cilt. Ankara, 567-585
- Dalal, R. C., Strong, W. M., Weston, E. J., Cooper, J. E., Wildermuth, G. B., Lehane, K. J., ... & Holmes, C. J. (1998). Sustaining productivity of a Vertisol at Warra, Queensland, with fertilisers, no-tillage, or legumes. 5. Wheat yields, nitrogen benefits and water-use efficiency of chick-pea-wheat rotation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 38(5), 489-501.
- Elçi, Ş., & Açıkgöz, E. (2001). Baklagil ve buğdaygil yem bitkileri tanıma kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara, 2001

- Eraç, A., & EKİZ, H., (1990). Yem Bitkileri Yetiştirme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1164, Ders Kitabı: 330, Ankara.
- Erol, A. 1996. Kahramanmaraş'ta Yem Bitkileri Tarımının Durumu ve Önemi. Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, Erzurum. s. 464-471.
- Gök, M., & Sağlamtimur, T. (1991). Çeşitli Yeşil Gübre Bitkilerinin Toprağın N İçeriğine Etkisi 11. *TİD Bilimsel Toplantı Tebliğleri*, 391-402.
- Gökkuş, A., Kantar, F., Karadoğan, T (1996). Tarla Bitkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, No:188, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 1996.
- Harmanşah, F. (2018). Türkiye'de kaliteli kaba yem üretimi sorunları ve öneriler. *Türktob Dergisi*, 25, 9-
- Kara, K., Çaldar, Ö., Doru, Ü., Öztürk, E., & Polat, T. (2005). Sulu Şartlarda Buğday İçin Uygun Olan Ön Bitkilerin Belirlenmesi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, 5(9), 143-148.
- Sencar, Ö., Gökmen, S., Kandemir, N. (1994). Tarla Bitkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 3, 302 s, Tokat.
- Serin, Y., Tan, M. (2001). Baklagil Yem Bitkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, Yayın No: 190.
- Soya H, R Avcıoğlu, H Geren (2004). Yem Bitkileri. Hasad Yayıncılık, 223 s
- Soya, H., Ulusoy, Ö., Kır, B., Demiroğlu, G. (2005) Sorgum Sudanotu Melezinde Değişik Azotlu Gübreler ve Veriliş Zamanlarının Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi. Antalya, 907-912.
- Tosun, F. (1974). Baklagil ve buğdaygil yem bitkileri kültürü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 123, Erzurum.

Tuğay, M.E. (1988). Tarla Tarımı. Cumhuriyet Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:4, 200 s, Tokat.

OSMANLI DÖNEMİNDEN GÜNÜMÜZE KÖKBOYA (*Rubia tinctorum*) BİTKİSİNİN KÜLTÜREL KİMLİĞİ, TARIMI VE EKONOMİSİ

Muhammed BIYIKLI¹

1. GİRİŞ

Kökboyacılıkta kullanılan boyarmaddeler tamamen doğal kaynaklardan elde edilmektedir. Bu doğal hazineler böcekler, mantarlar, bitkiler ve yumuşakçalar gibi çeşitli organizmalardan sağlanmaktadır. Tarih boyunca birçok amaçla kullanılan bu doğal zenginlikler arasında, alizarin ve purpurin gibi antrakinonlar; indigo, indirubin, isoindigo ve isoindirubin gibi indigoidler; antosiyanin, flavon ve flavanol gibi flavonoidler; karoten ve lutein gibi karotenoidler; betalain, betasiyanin ve betaksantin gibi alkaloidler bulunmaktadır. Bu maddeler, yün, ipek, pamuk ve deri gibi tekstil materyallerinin renklendirilmesinde yaygın olarak kullanılmıştır (Młodzińska 2009; Deveoğlu vd, 2022; Genç vd, 2023).

Bitkisel boyarmaddeler yapılarında bulundurdukları alkaloidler, fenoller, kardiyak glikozitleri, flavonoidler, terpenler, tanenler, kumarinler ve uçucu yağlar sayesinde birçok sektöre hammadde sağlamaktadır (Nasrollahzadeh vd., 2019). Antibakteriyel, antifungal, antiviral, antiparazitik ve böcek öldürücü özellikler taşıyan bu doğal boyarmaddeler tıp, eczacılık, kimya, kozmetik, tarım ve gıda gibi çeşitli endüstrilerde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Genç vd., 2023).

¹ MUHAMMED BIYIKLI

1.1. Kökboyanın tarihçesi

Pakistan'da yapılan arkeolojik araştırmalara göre MÖ 3500 yılından bugüne kadar ulaşan en eski doğal boyanın indigo olduğu kanıtlanmıştır. Aynı bölgede daha sonraki kazılarda, bu dönemlere ait kırmızı renkli pamuk elyafından yapılmış ve kökboya ile boyanmış para keselerine rastlanmıştır. Bu bitkinin ilk olarak Romalılar tarafından Orta Avrupa'ya getirildiği belirtilmektedir. Alternatif bir kaynağa göre ise İran ve Mısır yoluyla Hindistan'dan Yunanistan ve Batı Avrupa'ya tanıtıldığı öne sürülmüştür (Cameron, 1932). Herodot'un yazılarında da kök boyanın Yunanistan'a Mısır'dan geldiği belirtilmiştir. Arkeolojik araştırmalarda bukanı destekler niteliktedir. Mısır mummyalarında kökboyayla boyanmış kumaşlara rastlanmıştır. Flinders Petrie, Hawara mezarlarında kök boyadan elde edilen pembe pigment bulunmuştur. Sprengel, Dioscorides'in "De materia medica" adlı eserinde kök boyanın aslında Mısır kökenli olduğunu belirtmiştir (Genç vd., 2023).

Osmanlı arşivlerine göre, Roma İmparatorluğu'nun çöküşünden sonra kökboyanın ticareti ve tarımı gerilemiştir. 10. yüzyılda Hollanda ve Almanya kök boya üretiminde dünya genelinde önemli bir konuma gelmiştir. 18. yüzyılın başlarına kadar Hindistan'dan ithal edilen kökboya, kırmızı pamuk boyamada en iyi doğal boya olarak kabul görmüştür (Genç vd., 2023). Osmanlı Dönemi'nde ticari bir ürün haline gelmiş ve Bursa, İstanbul, Tokat, Kayseri, Ankara ve Konya gibi illerde yetiştirilmiştir. 1700'lü yıllarda dünya kökboya ihtiyacının üçte ikisi Anadolu'daki üretimle karşılanmıştır. İzmir limanından 1875 yılına kadar dış ülkelere 5.000.000 altın değerinde kök boya satışı gerçekleştirilmiştir (Genç, 2014). Ancak, kök boyanın ana bileşeni olan alizarin 1868 yılında sentetik olarak elde edilip piyasaya sürülünce yetiştiriciliği ve endüstrisi gerilemiştir (Dölen, 1992).

Günümüzde ise kök boya bitkisi yeniden önem kazanmış ve popüler bir bitki haline gelmiştir.

1.2. Kökboyacılığın Anadolu'daki kültürel yansıması

Orta Asya'dan Anadolu'ya gerçekleştirilen göçlerle birlikte kökboyacılık sanatı ülkemize taşınarak yöre yöre yayılmıştır. Osmanlı İmparatorluğu döneminde en parlak dönemini yaşayan bu gelenek, Bursa, İstanbul, Edirne, Tokat, Kayseri, Konya ve Teselya gibi bölgelerde önemli merkezler haline gelmiştir. Bursa'nın el dokumacılığı tarih boyunca büyük bir üne sahip olmuştur. Bu ününü kökboya ile boyanan ipeklere borçlu olduğu bilinmektedir. Bu ipeklerin boyandıktan sonra ihraç edildiği kaydedilmiştir. Ayrıca İstanbul'un fethinden sonra Bursa'da saraya ait kilimlerin ve donanmaya ait sancakların boyandığına dair Bursa Mahkeme-i Şer'iyeye sicillerinde kayıtların bulunduğu belirtilmiştir (Becenen ve Sarıca, 2019).

Bursa'da gelişen Türk kırmızısı boyacılığının, 1519 yılında Edirne'ye ve oradan da Teselya'ya taşındığı belirtilmiştir. Alman seyyah Fallmeyer'in araştırmasına göre, Teselya'da kök boya, 16. yüzyılda Türkler tarafından bu bölgeye getirilmiş ve bu başarıyı Osmanlı kumandanı Turhan Bey'in gerçekleştirdiği ifade edilmiştir (Menekşe., 2017).

Türk Halılarının vazgeçilmez kalıcı kırmızı rengini vermek için Ladik Halısı, Yağcı Bedir Halısı, Çorum Halısı, Hereke Halısı, Bergama Halısı, Kula Halısı, Kayseri Halısı, Isparta Halısı, Uşak Halısı, Yozgat Halısı, Sivas Halısı, Gaziantep Halısı, Nevşehir Halısı, Afşin Halısı, ve Turgutlu Halısı gibi halıların birçoğunda kökboyanın kullanıldığı bilinmektedir (Şahin ve Akova, 2019).

Bu tarihi ve sanatsal süreç, Türk kültürünün zenginliğini ve boyama sanatının önemini vurgulamaktadır. Bunun yanında boyama sanatının arkasındaki sanatçılara ilham kaynağı olan

doğal boya bitkilerinin varlığını da göz ardı etmemek gerekmektedir. Türkiye florasında 50 familyaya ait 123 tür bitki, doğal boyarmadde olarak kullanılmaktadır. Boyarmadde olarak kullanılan bitkilerin botanik adlarında genellikle “*tinctoria, tinctorius, tinctorium* veya *tinctorum*” gibi ortak Latince kelimeler yer almaktadır. Örneğin, *Alkanna tinctoria, Polygonum tinctorum, Indigofera tinctoria, Rubia tinctorum, Anthemis tinctoria, Genista tinctoria, Isatis tinctoria, Rhamnus tinctoria, Carthamus tinctorium* ve *Rubia tinctorum* gibi bitkiler, boyamacılıkta özel bir yere sahiptirler (Genç vd., 2023).

Bazı boya bitkileri ise ön adlarında veya son adlarında "boya" (örneğin, boya kökü, boya pürü, çöp boyası, kızıl boya, boya çili, bostan boyası, kırmızı boya, boya kırmızısı, boya sarısı, küp boyası, yumurta boyası, hint boyası) ve “boyacı” (örneğin, boyacı otu, boyacı katırtırnağı, boyacı papatyası, boyacı sumacı, boyacı resedası) gibi kelimeleri barındırmaktadır. Bu kelimeler, bitkilerin boyamacılıkta kullanıldığını vurgulamak için verilmiştir (Baydar ve Bıyıklı, 2019).

Bu özel kelimeler şiirlere bile konu olmuştur. Örneğin Murat Özmen'in “Boyacı Küpü” şiiri, indigo boyama tekniğiyle aşkın değişken doğasını birbirine benzeterek metafor yapmaktadır. Boyacı küpünde doğal boyarmaddelerin ipliklerle karışıp farklı renklere ve dokulara dönüşmesi, aşkla ilgili duyguların iniş çıkışlarını simgeler. Örneğin indigo boyamada yeşil rengin havayla temas ederek maviye dönüşmesi, duygularında insanla temas ederek farklı duygulara dönüşmesi ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca bu şiir, aşkı bir küp içinde farklı renklerdeki duyguların sürekli evrilen hali olarak tanımlar: Boyacı küpünde bir aşk yaşıyoruz\ Bir daldır küskün\ Bir çıkar mutluyuz\ Bir gün kavga ediyoruz\ Bir gün huzura yürüyoruz\ Boyacı küpünde gidip geliyoruz\ Bazen simsiyah\ Bazense kıpkırmızı\ Bazen zehir zemberek\ Bazense ölesiye tutkulu\ Bir sevdanın yolcusuyuz

diğer bir şiirde ise :Bir sonbahar dolunayda\ Gök boyansa kök-
boyayla\ O kız doğsa kızıl, ayla\ Tüm kalbimi ödünç veririm

Boyacı küpüne dalsam\ Mavi düşlere boyansam\ Muhabbet çi-
çeği olsam\ O sınısıcak gülüşlerin

(Kaynak: Konya-Ladik)

Kültürel mirasımızın adetailmekilmek işlendiği bu ke-
limeler şiirlere sığmayarak şehirlere taşmıştır. Anadolu'nun bir-
çok köyü, kökboyacılıkla özdeşleşmiş ve bu yerleşim yerleri,
adlarını kökboyadan almışlardır. Nevşehir'in Boyalı Köyü bu-
nun en güzel örneklerinden biridir. Kökboya bitkisi kullanılarak
geleneksel boyama işlemleri yapılmakta olan bu yerleşim yeri,
adıyla kökboyacılık geleneğini yansıtmaktadır. Nevşehir'e bağlı
bu köyde, kökboyanın bir diğer yerel adı olan "boyalık otu" ve
"yumurta boyası" terimleri de sıklıkla kullanılmaktadır. Benzer
şekilde, Ankara'nın Haymana ilçesine bağlı "Boyalık" köyü de
bu geleneksel sanata adını vermiş bir başka örnektir. Hayma-
na'daki köyün adı, burada yaşayan Rumların yumurta boyama
geleneği nedeniyle verilmiştir. Bu gelenek, köyde boyacılıkla
uğraşan insanların ve köyün tarihsel bağlarının bir yansımasıdır.
Ayrıca İstanbul'da da "Boyalık" adıyla anılan köy, yine kökbo-
ya bitkisiyle bağlantılı olarak bu ismi almıştır. Anadolu'nun
birçok farklı köyü de benzer şekilde kökboyacılıkla özdeşleşmiş
ve bu geleneği bugüne kadar yaşatmaktadır (Bıyıklı 2020).

Kayseri'nin Boyacı Köyü ise, kökboyacılığın ekonomik
ve ticari boyutlarıyla öne çıkan bir başka örnektir. Özellikle ceh-
rilik adı verilen bitkilerin bölgeden toplanıp, boya hammaddesi
olarak kullanılması Boyacı Köyü'nün önemini artırmıştır. Kay-
seri çevresindeki boyacı obasının, Aydın'dan göç eden Yörükler
tarafından kurulduğu ve burada kökboyacılıkla uğraşıldığı da
rivayet edilmektedir. Bu köy, hem yerel halkın yaşam biçimini
hem de ticari açıdan bu geleneksel işin nasıl bir ekonomik güce
dönüştüğünü gözler önüne sermektedir (Bıyıklı, 2020).

Yine Amasya, Erzurum ve Uşak'taki Boyalı Köyü, Konya'nın Sarayönü ve Seydişehir ilçelerindeki Boyalı yerleşimleri, Diyarbakır'ın Bismil ilçesindeki Boyacı Mahallesi gibi yerler, kökboyacılıkla bağlantılı olarak isimlerini almışlardır. Ayrıca, Çorum, Tokat, Aksaray, Afyon, Karaman ve Manisa'nın Gördes ilçesindeki Boyalı köyleri ve kazalarında bu geleneği yansıtan diğer yerleşim alanları arasında yer almaktadır. Her ne kadar bu köylerin kökboyacılıkla doğrudan bir ilişkisi olmasa da, bu isimler, yerel kültürlerde kökboya bitkisi ve onunla elde edilen boyaların tarihsel önemini ve yaygın kullanımını simgelemektedir (Bıyıklı, 2020).

Türkiye'nin farklı illerinde kökboyacılık geleneği günümüzde de devam etmektedir. Bu iller Manisa-Demirci, Gördes, Konya, Aksaray, Niğde, Kayseri, Kırşehir, Çorum, Yozgat, Malatya, Elazığ, Adıyaman, Amasya, Ankara, Tokat, Kahramanmaraş, Çanakkale ve Muğla illeri olup bu illerin çoğunda birkaç hane kökboyacılık sanatını ve kimliğini sürdürmekte ve para kazanmak amacı gütmemektedir. Ayrıca, kökboyacılığın sürdürüldüğü ve projelerle desteklendiği diğer iller arasında Isparta, Balıkesir, Edirne ve Diyarbakır da yer almaktadır (Karadağ, 2007).

Geleneksel boyacılıkta en yaygın kullanılan bitki kökboya'dır. Geleneksel olarak 5 adet renk en yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar kırmızı, sarı, mavi, siyah, kahverengi renkleridir. Kökboyanın tozu, doğal kırmızı renk elde etmek için kullanılırken, çivit otu (*Indigofera tinctoria*) bitkisinin ekstraksiyonu sonucu elde edilen indigo ise mavi tonları için tercih edilmektedir. Bunun yanı sıra, muhabbet çiçeği öğütülmüş tozundan sarı, cehri bitkisinin öğütülmüş tozundan altın sarısı, cevizden kahverengi ve palamut bitkisinden ise siyah renkler elde edilmektedir (Bıyıklı ve Karadoğan, 2023).

1.3. Osmanlı'dan günümüze kökboya (*Rubia tinctorum*) tarımı

Boya bitkilerinin en başında gelen ve “Edirne Kırmızısı” renginin elde edildiği kökboya bitkisi *Rubiaceae* familyasının değerli bir üyesidir. Kökboya köklerinde ve rizomlarında bulunan antrakinon pigmentleri nedeniyle tekstil ürünlerinin ve halıların boyanmasında doğal boya kaynağı olarak asırlardır kullanılmasının yanında tarımsal ve ekonomik değeri ile dikkat çekmiştir. Osmanlı döneminde de kendine özel bir yer edinen bu bitkinin tarımı, Osmanlı ekonomisine büyük yer etmiştir. Buğday, arpa ve pirinç gibi temel tarım ürünlerinin yanı sıra, boya bitkisi olan kökboya da Osmanlı topraklarında yetiştirilmiştir. Osmanlı Kanunnamesine ait arşiv kayıtları kökboya tarımının önemine dair bilgiler sunmaktadır. Kökboya tarımı, diğer yenilebilir ürünlerin yetiştirilebileceği alanlardan ayrı tutulmuş ve özel olarak düzenlenmiştir.

Osmanlı'da kökboya tarımı kayıt altına alınarak titizlikle gerçekleştirilirdi. Kökboya yetiştirilen tarlalar, "Boyalık" ismini alırdı. Osmanlı Döneminde bu tarlalar titizlikle temizlendikten sonra 5-6 kez sürülerek toprak hazırlığı tamamlanırdı. Kökboya, tohumdan fide elde edilerek ya da doğrudan tohum ekimiyle yetiştirilirdi (Baykara, 1998).

1.3.1. Tohum ile yetiştiriciliği

Tohumla yetiştiricilikte, tohumlar iki yaşına gelmiş bitkilerden temin edilmekteydi. Ekim sıcak olan bölgelerde Şubat ve Mart aylarında yapılırken, daha serin iklimlere ise Nisan ayında gerçekleştirilirdi (Baykara, 1998).

1.3.2. Fide ile yetiştiriciliği

Fide yöntemiyle yapılan kökboya tarımında, tohumdan üretilen fideler bir yıl boyunca fide yastıklarında bekletilmekteydi. Daha sonra, dekara 4000 fide gelecek şekilde fideler 1,20

metre sıra arası ve 40 cm sıra üzeri mesafeyle araziye şaşırtılırdı. Dikim ılıman bölgelerde Kasım ve Aralık aylarında, serin iklime sahip bölgelerde ise Mart ayında yapılırdı. Fideler, 1-2 defa çapalandıktan sonra, güz aylarında sıra arasından alınan topraklarla bitkilerin sapları örtülürdü. Bu işlem, bir sonraki yıl bu dallardan kök elde etmek için yapılır ve her yıl ilkbahar ile sonbaharda bu işleme devam edilirdi (Baykara, 1998).

1.3.3. Hasat ve kurutma

Hasat dönemi, Konya gibi bazı bölgelerde 7 yıl olmak üzere uzun bir süreyi kapsayabilmekteydi. Kökboya bitkisinin rizomları hasat edilir ve ardından topraktan arındırmak üzere su ile iyice temizlenirdi. Hasat işlemi, Mayıs'tan Temmuz'a kadar sürerdi, hatta iklim koşullarının uygunluğuna göre Ekim ayına kadar da devam edebilirdi. Sıcak iklimlerde rizomlarda gölgede kurutma tercih edilirken, soğuk iklimlerde ise fırında kurutma tercih edilirdi. Bir dekar alandan ortalama 500 kg ile 1 ton arasında kuru rizom verimi elde edilmekteydi (Baykara, 1998).

1.3.4. Osmanlı'dan günümüze ticareti

Osmanlı Devleti'nin ekonomisinde kökboya bitkisinin ve diğer boya bitkilerinin önemli bir yer tuttuğu Osmanlı arşiv kayıtlarında da da açıkça görülmektedir (Şekil 1).

Kökboya, hem yerel hem de uluslararası ticaretin bir parçası olarak, özellikle İzmir, Aydın ve Halep gibi bölgelerde üretilmiş ve diğer bölgelere nakledilerek satılmıştır. Osmanlı Devleti'nin mali yapısına katkıda bulunan bu belgeler kökboya bitkisinin değerini ortaya koymaktadır.

Osmanlı döneminde *Rubia tinctorum* kökboya tozu hem yerli hem de yabancı menşeli olarak ticarete yer almıştır. 1 okka (1283 gr) yerli kökboya 24 akçeye alınırken, 28 akçeye satılmış; yabancı kökboya ise 26 akçe alış ve 30 akçe satış fiyatına ulaşmıştır (Genç, 2014).

Günümüzde ise yerel ya da yabancı kaynaklı kökboya satışı yapılmaktadır. Afyon, Konya'da 1 kg yerli kökboya 500 TL, Antalya'da ise 750 TL'den satılırken, İran kökenli kökboya Aksaray'da 530 TL fiyatla ticarete sunulmaktadır. Hindistan'dan gelen *R. cardifolia* türü kökboya ekstresi ise pigment formunda olup 100 gramı 1000 TL gibi yüksek bir değere sahiptir. Osmanlı'dan günümüze kökboya ticareti, yerel üretimden uluslararası pazarlara uzanarak ekonomik önemini sürdüren bir faaliyet olmuştur. Sınırlı sayıdaki survey verilerine göre Türkiye'nin illere göre kökboya rizom (kök) ihtiyacı yıllık toplam 1100 kg olarak hesaplanmıştır.

Tarih (Hicri)	Dosya No	Gömlük No	Fon Kodu	İçerik
29 Şevval 1144	67	3315	C.BLD.	İzmir'de tiftik, kökboya ve diğer ürünlerin hasılatından alınan rüsumat ile ilgili defter.
09 Şaban 1155	22	1072	C.DRB.	Aydın ve Saruhan sancaklarında üretilip İzmir ve diğer bölgelere nakledilerek satılan kökboya, kuru incir ve mazi ürünlerinin gümrük resimlerine dair bilgiler.
09 Şaban 1155	22	1072	C.DRB.	Halep ve İzmir'de mazi, palamut ve kökboya mukataası mültezimlerinin yanında çalışmak üzere David ve Salamon isimli Yahudilere sarraflık görevi verilmesi.
21 Cemaziyelahir 1159	166	6988	C.ML.	Halep muhassıllığı kapsamında mazi, palamut ve kökboya ürünlerine ilişkin alınan rüsumat kayıtları.

(a)

Hane 1		Numara 1							
Erbâb-ı ziraatten idüğü		Halil Efendi Bâberat-ı Ali karye-i merkûmenin hitabet hizmetinde bulunmuş olduğundan ahali himayesiyle sene-i sabıkada hiç bir şey vermemiş olduğu				Mahsus olan vergiden bir senede vermiş olduğu 0 kuruş		A' şar olarak sene-i sabıkada bir senede vermiş olduğu	
Hınta Kile 4	i o	Çavdar Kile 3	g	Şair Kile 4	g a	Burçak Kile 1	g	Nohut Kile 2	n S o
Kıymeti 40 Kuruş		Kıymeti 18 Kuruş		Kıymeti 20 Kuruş		Kıymeti 8 Kuruş		Kıymeti 20 Kuruş	
Meblağın Verdiği Kuruş									106
Duhân	Öşrü			16 Kuruş					
Bostan	Öşrü			4 Kuruş					
Üzüm	Öşrü			6 Kuruş					
									26 Kuruş
									132 Kuruş
Mezru' tarlası 25 dönüm	Bağı 1 dönüm	Camuş öküzü 1 sağır	Kara sığır öküzü 1 re's	Sağman camuşu 2 re's					
Sağman kara sığır 2 re's		Kök boya tarlası 1 dönüm		Palamut korusu 2 dönüm					
Mecmu'undan bir senede tahminen temettü									151 Kuruş

(b)

Şekil 1. Osmanlı Döneminde kökboya alışı ve satışına dair arşiv kayıtlarından örnekler (a: Genç, 2014; b: Arslan, 2002)

Türkiye'de kökboyanın canlandırılmasına yönelik girişimlerin ilki, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi tarafından 1982'de başlatılan DOBAG (Doğal Boya Araştırma Geliştirme) Projesi'dir. Proje kapsamında, doğal boya ile boyanmış eski halı ve kilimler incelenmiş; TLC, HPLC ve HPLC/MS gibi tekniklerle kullanılan boya bitkileri, boyar maddeler ve mordantlar tespit edilmiştir (Baydar ve Bıyıklı, 2019). Günümüzde bu çalışmalar, yurtiçi ve yurtdışındaki doğal boya üreticilerine analiz ve sertifika desteği sağlamaktadır. İkinci önemli girişim ise Trakya Üniversitesi tarafından yürütülmektedir. Üniversite, Edirne Kırmızısını kent kimliğine kazandırmak amacıyla "Edirne Kırmızısı Stratejik Planı"nı hazırlamış, bilimsel ve akademik çalışmalara öncülük etmiştir. 20 Ekim 2020'de düzenlenen "1. Uluslararası Edirne Kırmızısı e-Sempozyumu" ile kökboya ekimi gerçekleştirilmiş, 2 Ekim 2023'teki "2. Uluslararası Edirne Kırmızısı e-Sempozyumu" ile hasat tamamlan-

miştir. Kökboya tarımı ve endüstrisinin geliştirilmesi ile ilgili gerçekleştirilen projeler Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Türkiye’de gerçekleştirilen kökboya projeleri

Yürütülen Kurum	Proje İsmi	Proje Türü	Yıl
İsubü Ziraat Fakültesi	Kökboya (<i>Rubia tinctorum</i> L.) bitkisinde uygun üretim tekniklerinin geliştirilmesi	TOG-TAG 2002	2002
İsubü Ziraat Fakültesi	Farklı Renkteki LED Lambaları ve Farklı Dozdaki İBA Muamelelerinin Kökboya(<i>Rubia tinctorum</i>) Bitkisinde Köklenme ve Boyama Özellikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi	TÜBİTAK-2209	2021
İsubü Ziraat Fakültesi	Farklı Dalga Boylarındaki Kurutmanın Kökboya (<i>Rubia tinctorum</i> L.) Bitkisinin Boyarmadde İçeriğine Etkisi	TÜBİTAK-2209	2022
İsparta Belediyesi	İsparta’da Dokumacılık ve Kök Boya Geleneği ile Kadın ve Gençler İstihdama Katılıyor	SOGEP	2022
Burdur Belediyesi	Alaca Kilimlerinin Dokunması	SOGEP	2005
Bahkesir-Sındırgı Belediyesi	Doğal Kökboya ve İnovasyon Merkezinin Kurulması	SOGEP	2022
Trakya Üniversitesi Havsa Meslek Yüksekokulu Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü	Edirne Şartlarında Doğal Boya Bitkisi Kökboya (<i>Rubia tinctorum</i> L.)’Nin Tarımsal Potansiyelinin Belirlenmesi	TÜBAP-2021/41	2021

2. SONUÇ

Kökboya bitkisi, hem geçmişte hem de günümüzde ekonomik ve çevresel açıdan stratejik bir öneme sahiptir. Bu değerli bitkinin tarımı ve endüstrisi, sürdürülebilirlik ve doğal üretim modellerine geçişte kilit bir role sahiptir. Kökboyacılık geleneğini yaşatmak ve geliştirmek için modern tarım yöntemleriyle üretim artırılmalı, ıslah çalışmaları desteklenmeli ve bu alana fon sağlanmalıdır. Ayrıca, doğal boyacılıkla ilgili yeni atölyeler kurulmalı ve bu alanda uzman sanatçılar yetiştirilmelidir. Kökboyanın halı, tekstil, tıp ve eczacılık gibi kullanım alanları göz önünde bulundurularak, bu ürünün hem ekonomik hem de çevresel katkıları artırılmalı ve gelecekteki nesillere aktarılması sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Arslan, İ. (2002). XIX. yüzyıl Osmanlı tarihinde temettuat defterlerinin yeri: İğdiç Selimağa Köyü Temettuat Defteri örneği. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(8), 57-86.
- Baykara, T. (1998). *Kök boya. Arış, Atatürk Kültür Merkezi, Başbakanlık Atatürk Dil ve Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Yayınları.*
- Baydar, H., & Bıyıklı, M. (2019). Boya bitkileri ve bitkisel boyacılık. *Harman Time*, 72, 92-98.
- Becenen, Ö. Ü. N., & Sarıca, Ö. G. A. (2019). *Edirne'de bitkisel doğal boyama*. Hiperlink Eğitim İletişim Yayınları.
- Bıyıklı, M. (2020). Kökboyanın ekonomik önemi. Ege ve İç Anadolu Teknik Gezi, 02.06.2020.
- Bıyıklı, M., & Karadoğan, T. (2023). Kökboyanın bugünü, yarını ve geleceği. II. Uluslararası Edirne Kırmızısı Sempozyumu, Ekim 2-5, Isparta.
- Cameron, G. R. (1932). The history of madder (*Rubia tinctorum*). *Annals of Medical History*, 4(5), 466.
- Deveoğlu, O. (2022). A review on onion skin, a natural dye source. *Journal of Textiles, Coloration and Polymer Science*, 19(2), 307-319.
- Dölen, E. (1992). *Tekstil tarihi*. Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yayınları No:92/1, Matbaa Eğitimi Bölümü Yayın No:6.
- Genç, M. (2014). Başbakanlık Osmanlı arşiv belgelerinde kökboya ve cehri ile ilgili kayıtlar. *Art-e Sanat Dergisi*, 7(13), 174-212.

- Genç, M., Bıyıklı, M., & Baydar, H. (2023). *Natural dye plants in Turkey*. In Medicinal and aromatic plants of Turkey (pp. 57-71). Springer International Publishing.
- Karadağ, D., Akgül, E., Tok, S., Ertürk, F., Kaya, M. A., & Turan, M. (2007). Basic and reactive dye removal using natural and modified zeolites. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 52(6), 2436-2441.
- Menekşe, İ. (2017). Değişim ve dönüşüm sürecinde İzmir'de boyahaneler (Master's thesis, Izmir Katip Celebi University, Turkey).
- Młodzińska, E. (2009). Survey of plant pigments: molecular and environmental determinants of plant colors. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 51(1), 7-16.
- Nasrollahzadeh, M., Sajjadi, M., Sajadi, S. M., & NIssaabadi, Z. (2019). Green nanotechnology. In *Interface science and technology* (Vol. 28, pp. 145-198). Elsevier.
- Şahin, G., & Akova, S. B. (2019). *Coğrafi işaret kapsamındaki Türk halı ve kilimleri* (İnce Isparta "Hasgül" el halısı ve bayat Türkmen kilimi). Hiperlink Eğitim İletişim Yayınları.

BUĞDAYDA SAP YATMASI VE ETKİLİ FAKTÖRLER

Doç. Dr. Bekir ATAR¹

1. GİRİŞ

Buğday dünyanın birçok yerinde yetiştirilebilen, insan beslenmesine kalori ve mineral madde açısından en önemli katkıyı sunan bitkidir (Kiszonas & Morris, 2018). Türkiye yılda ortalama 20 milyon ton üretim yapmakta ve dünya buğday üretiminde onuncu sırada yer almaktadır (Türköz et al., 2023). Dünyada unlu mamul tüketiminde birinci sırada ((Türkiye (yılıda 124 kg), Bulgaristan (yılıda 96 kg), Kıbrıs (yılıda 74 kg), Yunanistan (yılıda 65 kg) ve Polonya (yılıda 56,4 kg)) (Mickiewicz & Britchenko, 2022) olan ülkemiz için buğday üretimi oldukça önemlidir. Dünyada da unlu mamul tüketim trendi artış eğilimindedir ve yıllık kişi başı tüketim 90 kg yaklaşmıştır (Mickiewicz & Britchenko, 2022). Dünya nüfusunun 2050 yılında 9 milyara yükseleceği düşünülürse, gıda güvenliği açısından buğday üretim artışının sürdürülebilir olması zorunludur.²

Son yıllarda yeni ve daha kısa boylu çeşitlerin kullanılmasıyla (Wilhelm, Boulton, Barber, Greenland, & Powell, 2013) verim kayıpları %61 den %43 (Acreche & Slafer, 2011) azaltılmış olsada, yatma birçok bitkide olduğu gibi buğday verim ve kalitesinde düşmeye neden olan önemli bir sorun olarak varlığını sürdürmektedir (P. M. Berry, Sylvester-Bradley, & Berry, 2007). Yatmanın gerçekleştiği zaman (Laidig et al., 2021) ve çeşide göre verim kayıpları, % 8 (S. C. Tripathi, Sayre, Kaul, & Narang, 2004), 7- 35% (Fischer & Stapper, 1987), 31-80% (Easson, White, & Pickles, 1993), %57 (Acreche & Slafer, 2011), %61 (Demir & Topal, 2020), 60-75% (P. M. Berry &

¹ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Atabey MYO.

<https://orcid.org/0000-0002-1446-5699>

Spink, 2012) geniş bir varyasyonda değişim göstermektedir. Bunun yanında yatma besin içeriğinde azalmaya, hasatta zorluğa, hastalıklara hassasiyete, başakta tane çimlenmesine, pişirme kalitesinde azalmaya, 1000 tane ağırlığında düşmeye neden olmaktadır (Ageeva, Leonova, & Likhenko, 2020; Khobra et al., 2019; Packa, Wiwart, Suchowilska, & Bienkowska, 2015).

Genellikle sapın yada tüm bitkinin dikey konumundan yer değiştirmesi olarak tanımlanan yatma, kök ve sap yatması (eğilerek yada kırılarak) olarak iki şekilde gerçekleşmektedir (Khobra et al., 2019). Tarım sektöründe kök yatması ana sorun olarak görülmüştür (Berry vd., 2004) ve köklerin toprağa yeteri kadar sağlam bağlanmadığında gerçekleşmektedir (Packa et al., 2015). Sap yatması ise daha çok bitkinin toprak üstü ile ilgilidir. Gövde ve tepe kısmındaki ağırlık artışı ve kuvetli rüzgârın etkisiyle bitkiyi eğilmeye zorlamaktadır.

Genetic, agronomic, fizyolojik ve morfolojik faktörlerden etkilenen yatma üzerine yapılan çok sayıda araştırmada yatmanın nedenleri ana hatlarıyla 4 grupta toplanmıştır. 1. Bitki (gövde ve kök gelişimi ve yapısı). 2. iklim ve Toprak (rüzgâr, yağmur, dolu, sıcaklık, ışık, Toprak tekstür ve strüktürü) 3. Agronomic (agronomic traits) (sulama, gübreleme, ekim normu, Ekim derinliği vb.). 4. Hastalık ve zararlılar (Ageeva et al., 2020; P. M. Berry, Spink, Gay, & Craigon, 2003; Fischer & Stapper, 1987; Zuo et al., 2017).

Yatma sorununu çözmek için kısa boylu buğdaylar (Rht genine sahip) geliştirilmiştir (Austin et al., 1980; Wang et al., 2023; H.-J. Zhang et al., 2020). Son 80 yılda kullanılan buğday çeşitlerinde %50 yakın boy azalması yaşanmıştır (Y. Zhang et al., 2016). Kısa boylu çeşitlerin kullanımının artmasıyla saman verimi ve üretimide azalmaktadır. Dünyada yıllık 650-900 milyon metrik ton buğday sapı üretilmektedir (Lal, 2005; Montero et al., 2018). Büyük oranda selüloz (%28-%39), lignin (%16-

%25), hemiselüloz (%23-%24), biraz kül (%10) ve protein (%5) içeren (Carvalho, Silva-Fernandes, Duarte, & Gírio, 2009) buğday sapsarı birçok gelişmekte olan ülkede hayvan beslenmesinin temel girdisi olarak kullanılmaktadır. Mantarcılık, malç, bioethanaol üretimi, elektrik üretimi, malç, kağıt ve karton üretimi, hayvanlara altlık (animal bedding), tarım alanlarının geri beslenmesi, gibi birçok alanda yaygın kullanılmaktadır (Álvarez, Mullen, Pojić, Hadnađev, & Papageorgiou, 2021; Fang & Shen, 2018).

Son yıllarda geliştirilen buğday boyları ideal yüksekliğe yaklaşmıştır (Sherman, Martin, Blake, Lanning, & Talbert, 2014). Buğdayda verimle birlikte eşzamanlı yatma direncinde artırılması gerekmektedir (Foulkes et al., 2011; Reynolds et al., 2011). Yatma direncini artırmak amacıyla bitki boyunu daha da kısaltmak ise fotosentez ve biyokütle üretiminde azalmaya neden olacaktır. Bu durumun tane verimini azalma yönünde etkileyebileceğini belirtilmektedir (Islam et al., 2007; Stewart et al., 2003; Y. Zhang et al., 2016; Zheng et al., 2017). Verim artışının sürdürülebilir olması için bitki boyunu kısaltmadan hatta bir miktar daha artırarak yatmaya dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

1.1. SAP YATMASINI ETKİLEYEN ÖNEMLİ FAKTÖRLER

1.2. Tane verimi

Buğday ıslahında ilerlemeler neticesinde son yıllarda yarı bodur çeşitler daha fazla üretimiyle başlamıştır. Boy kısalması nedeniyle HI ve başak verimliliği artmıştır. Bu sayede yeni çeşitler yüksek azot oranlarından yararlanabildi. Yabani otlara karşı daha düşük rekabet güçleri, herbisitlerin kullanımıyla telafi edildi. Çiftliklerde daha fazla mekanizasyon kullanıldı. Bu sayede yarı bodru çeşitlerin potansiyelinden daha fazla yararlanıldı ve verim arttı (Careddu, Giunta, & Motzo, 2023).

Buğdayda tane verimi m^2 deki başak sayısı ve başak verimi ile ilgilidir (Zheng et al., 2017). Başak ağırlığı arttıkça verim artacağından yatma ile verim arasında negatif ilişki bulunmaktadır (Navabi, Iqbal, Strenzke, & Spaner, 2006). Tam tersi bitki başına tane verimi yani başak ağırlığı azladıkça yatma riskinde azalacaktır (S. C. Tripathi et al., 2004).

Yatma direnci ile verim arasında ise pozitif ilişki vardır, yani sap ne kadar sağlam olursa verim de yüksek olmaktadır (Lubnin, 2006). Ancak Buğday verimini ve yatma direncini eşzamanlı artırmak zor görünmektedir (Li et al., 2023). Bununla birlikte, ikisi arasındaki dengeyi anlamak ve bunu başarmak için çalışmalar yapılmalıdır (E. Kong et al., 2013).

Yüksek azot seviyesi altında artan ekim yoğunluğu, birim alan başına daha fazla kardeş oluşmasını (metrekare başına başak) teşvik eder ve alt yaprakların radyasyon kullanım verimliliğini azaltır. Alt boğumlardaki fotosentetik kısıtlama sap güçlerini azaltır. Alt boğumlar bitkileri dik tutmak için kaldıraç sağlar ve yatma direncini belirlemede önemlidir (P. Berry et al., 2000). Ekim sıklığında yatmayı etkileyen faktörlerdendir. Artan ekim sıklığı metrekare başına başak, metrekare başına dane ve dane verimini azda olsa artırmış olmasına rağmen, yatmayı önemli ölçüde artırmıştır (Xiao et al., 2015).

1.3. Bitki boyu

Sap yatması bitki boyu ve sap sağlamlığı ile ilişkilidir ve tipik olarak alttan ikinci boğumda meydana gelir (Y. Zhang et al., 2016). Buğdayda yatma üzerine en etkili faktörün bitki boyu olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (A. J. Kelbert, D. Spaner, K. G. Briggs, & J. R. King, 2004a; Losert, Maurer, Marulanda, & Würschum, 2017; Navabi et al., 2006; Rabieyan, Darvishzadeh, & Alipour, 2023; Sher, Khan, Ashraf, Liu, & Li, 2018). Bitki boyu % 66 oranında genetik faktörlerce belirlenmektedir (Zečević, Knežević, Mićanović, & Madić, 2008). Uzun

boy lu eski çeşitlerin yerine yarı bodur yeni çeşitler geliştirildi. Bunda Rht genlerinin kullanılmasının katkısı oldukça yüksek olmuştur. 1900 yılından itibaren son yüz yılda bitki boyu yaklaşık 51 cm azalmıştır (Giunta, Motzo, & Pruneddu, 2007).

Dünya çapındaki ticari buğdayın %70'inden fazlası artık Rht1 (ekmeklik ve sert buğdayın B genomunda yer alır) veya Rht2 (ekmek buğdayının D genomunda yer alır) içermektedir (Rebetzke et al., 2011). Çevresel faktörlerde bitki boyu üzerinde etkili olmaktadır. Bazı bitki büyüme düzenleyiciler (PGR) (Ör; Ethephon, Pacloputrazol, Chlormequat chloride, Mepiquat chloride, and Trinexapac-ethyl) giberaallik asit sentezini, hücre bölünmesini ve hücre uzumasını azaltarak bitki boyunun kısalmasına ve yatma direncinin artmasına katkı sağlamaktadır (Peng et al., 2014; Rademacher, 2000; Schluttenhofer, Massa, & Mitchell, 2011; Satish C. Tripathi, Sayre, Kaul, & Narang, 2003). Artan azot dozu ve bitki yoğunluğu daha uzun ve ince saplı bitkiler oluşmasına neden olmaktadır (Foulkes et al., 2011; Xiao et al., 2015).

Buğday ıslah programlarında, hala yatmaya dayanıklılık için bitki boyu en pratik ve kolay seçilebilir özellik olarak kullanılmaktadır (Kelbert et al., 2004a). Foulkes et al. (2011) verim ve yatma açısından uygun bitki boyunun 70 cm olması gerektiğini belirtmişlerdir. Ancak verim artışının sürdürülebilirliği açısından buğday boyunun 0.7 m'den yüksek olması gerektiğini belirten araştırmalar vardır (P. Berry, Kendall, Rutterford, Orford, & Griffiths, 2015; Piñera - Chavez, Berry, Foulkes, Jesson, & Reynolds, 2016). Arinicheva, Arinichev, and Darmilova (2021) yatma direnci için maksimum bitki boyunun 84-94 cm olması gerektiğini belirtmiştir. Tane ve saman verimi bakımından orta bolu çeşitlerin (91-99 cm) (Zuber et al., 1999) geliştirilmesi üzerinde yoğunlaşılması faydalı olacaktır.

3.2. Ağırlık merkezi

Büyük oranda bitki boyu ile ilgili olan (Okuno et al., 2014) ağırlık merkezinin artması yatma direncinide azaltmaktadır. (P. M. Berry, Sterling, Baker, Spink, & Sparkes, 2003; Khan et al., 2020). Yaptığımız bir çalışmada CGM için kritik değer yaklaşık 80 cm civarında bulunmuştur. CGM si bundan yüksek olan çeşitlerin yatma ihtimalleri oldukça yüksek görünmektedir. Agronomic uygulamalardan azot gübrelemesi (Yang ShiMin, Xie Li, Zheng ShunLin, Li Jing, & Yuan JiChao, 2009) ve ekim sıklığı ile (Xiao et al., 2015) pozitif ilişkili olan CGM'nin artması yatmayı artırmaktadır.

3.3. Hasat indeksi

Verimli başağa sahip çeşitlerin geliştirilmesi, agronomic ilerlemeler, *Rht* genine sahip kısa boylu bitkiler doğal olarak hasat indeksinin yükselmesine neden olmuştur (Zheng et al., 2017). Eski çeşitlerde ortalama %25-28 değerlerinde olan hasat indeksi ara çeşitlerde %10 yükselmiş ve 20. yüzyılın sonunda piyasaya sürülen modern, yarı cüce çeşitlerde %4 daha yükselerek yaklaşık 0,40'lık bir maksimum değere ulaşmıştır (Giunta et al., 2007; Royo et al., 2007). Ancak tane veriminde olduğu gibi hasat indeksindeki yükselmede de durgunluk görülmektedir (Schauberger et al., 2018; Shearman, Sylvester-Bradley, Scott, & Foulkes, 2005). 70 cm boylu buğdaylarda maksimum verim için uygun hasat indeksi 0.42 olarak belirtilmiştir (P. M. Berry et al., 2007). Daha yüksek verim hedefleri için bu değer % 50 civarında olması hedeflenmektedir (P. M. Berry et al., 2007). HI oransal bir değer olduğundan, tek başına yatma ile ilişkilendirmek güçleşmektedir. Diğer özellikler (Ör; verim, başak ağırlığı, internod çapı ve ağırlığı) ile birlikte değerlendirilmesi anlamlı olacaktır.

3.4. Sap çapı

Sap çapı ve sap fizyolojik özellikleri yatma direncini gösteren önemli parametrelerdendir (Satish C. Tripathi et al., 2003; Yizhen & Guohui, 2003). Tek başına yatma direnci varyansının yaklaşık %49'ünü açıklamaktadır (Zuber et al., 1999). Büyük sap çapı daha fazla lignin, selüloz ve suda çözünür karbonhidratlar içereceğinden yatma direncini arttıracaktır (S. C. Tripathi et al., 2004). Sap çapındaki artışlar yatma direncini önemli oranda arttırdığı belirtilmektedir (P. M. Berry, Spink, et al., 2003; Bisht et al., 2022; Wang et al., 2023; H.-J. Zhang et al., 2020).

İkinci internodun çapının yatma direnci açısından hedef büyüklüğü 3.5 mm (Packa et al., 2015), 4 mm (Xiao et al., 2015), 4.9 mm (Foulkes et al., 2011) olarak belirtilmekte, 3.3 mm altındaki değerlerde ise yatma riski oldukça yüksek görülmektedir.

Kardeş sayısının artması sap çapının azalmasına dolayısı ile yatma direncinin azalmasına neden olacaktır (P. M. Berry et al., 2007). Sap çapındaki artış ise kardeş sayısında, dolaylı olarak verimde azalmaya neden olacaktır (A. J. Kelbert, Dean Spaner, Keith G. Briggs, & Jane R. King, 2004b). Çeşitlerin potansiyel kardeş sayısının bilinmesi ekim normunu doğru bir şekilde ayarlanmasını sağlayacağından internot çapındaki artışlar verimi olumsuz yönde etkilemeyecektir. Artan bitki yoğunluğu sap çapını azaltırken (Xiao et al., 2015), azot dozlarının ise sap çapını artırdığını (Wang et al., 2023) belirten araştırmalar yanında, etkili olmadığını (Ahmed, Tsujimoto, & Sasakuma, 2000; Ismail, 2001) belirten araştırmalarda bulunmaktadır.

3.5. Eğilme direnci

Yatma daha çok 2 internodda görülmektedir. Çünkü alttan 1. internod kısa ve direnci yüksektir (Xiao et al., 2015), üçüncü boğumun direncinin zayıf olmasına rağmen yükün büyük kısmı 2. boğuma yüklenmektedir (Ageeva et al., 2020). Sap direncini belirlemede çoğunlukla 2 boğum verileri kullanılmaktadır. Sap dayanıklılığı gelişim dönemine göre değişmektedir. Feng et al. (2023) çeçeklenmeden sonra sap dayanıklılığının azaldığı belirtmişlerdir.

Çeşitler arasında eğilme gücü ve eğilme enerjisi büyük oranda değişmektedir (Alizadeh, Rahimi-Ajdadi, & Dabbaghi, 2011; Chandio et al., 2013). Çeşitler arasındaki bu fark anatomic yapı (Genetik yapı) (P. M. Berry, Sterling, et al., 2003; Satish C. Tripathi et al., 2003), internot uzunluğu ($r = 0.63$) (Rabieyan et al., 2023), test hızı (Tabaracci, Vos, & Robertson, 2024) gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır.

Gübrelemede sap besin içeriği üzerine etkili olmakta bu da sapın bükülme direncini etkilemektedir. Şüphesizki azot bitki gelişimi ve verim için en önemli besin elementidir. Yüksek ürün hedefiyle aşırı N uygulaması ve yüksek ekim yoğunluğu artan gövde uzunluğuna, azalan hücre duvarı kalınlığına ve gövde çapına (Wu & Ma, 2018), selüloz içeriğinin azalmasına (Li et al., 2023), ligninin H, G ve S monomerlerinin oluşumunun azalmasına (Sun et al., 2018) neden olacağından sap dayanıklılığı zayıflayacak ve yatma riskini artıracaktır. Uygun sulama zamanında sap direncini arttırdığı belirtilmektedir (Feng et al., 2023).

3.6. Sap besin içeriği

K, Ca, and Si içerikleri buğday sapı anatomik yapısı üzerinde etkili olan elementlerdendir (Liu, Liang, & Liu, 2024). K kollenkima ve sklerenkima hücrelerinin odunlaşmasını sağlayarak gövde duvarının kalınlığını artırarak yapısal karbonhidratların birikimini artırırken (F.-z. Zhang et al., 2010), Ca ve Si ise

Epidermal hücrelerde selüloz ve lignin içeriğini artırdığı belirtilmiştir (de Bang, Husted, Laursen, Persson, & Schjoerring, 2021; F.-z. Zhang et al., 2010). Dolayısı ile Bu elementler Sapın sertliği, tokluğu ve gövde elastikiyetinin artırarak yatma direncini arttırmaktadır (Bhagat, Sairam, Deshmukh, & Kushwaha, 2011; L. Kong et al., 2014; Liu et al., 2024; Wang et al., 2023; T. Zhang, He, Chen, He, & Tang, 2021). K içeriğinin düşük olması sap sağlamlığını azaltacaktır.

N gübrelemesi K ve Ca elementleri konsantrasyonlarını arttırmaktadır, bu durum yatma direncini arttırsa da bitki boyundaki artma ve selüloz içeriğinin azalması yatma direncini azaltmaktadır (Wang et al., 2023). Orta boğum ve alt boğumların hücre duvarlarındaki selüloz, hemiselüloz ve lignin konsantrasyonlarının N varlığı ile büyük oranda değişmediğini, yapısal direncin daha çok karbonhidratların ve ligninin hücre duvarlarındaki etkileşimi ve düzeni ilgili olabileceği belirtilmiştir (Knapp, Harms, & Volenec, 1987). Mineral elementlerin yatma direncinin iyileştirilmesi üzerindeki etkilerinin gövde yapısı üzerindeki etkilerinden daha az olduğu sonucuna varılabilir (Wang et al., 2023).

3.7. Çeşit

Eski ve genetik olarak heterojen çeşitlerin yeni, oldukça üretken ve üstün kaliteli çeşitlerle değiştirilmesiyle kaçınılmaz olarak genel genetik çeşitlilikte bir azalmayı içermiştir (Nazco et al., 2014). İklim değişikliği ve hızla mutasyona uğrayan patojen popülasyonlarının mevcut bağlamında, yeni çeşitlerin sürekli tanıtımı yoluyla verim düzeyini korumak, eski çeşitlerde ve yerel ırklarda depolanan büyük ölçüde kullanılmayan genetik varyasyon rezervuarından yararlanmak, tahıl verimini ve kalitesini artırmak kadar önemli olabilir (Connor, Loomis, & Cassman, 2011). Agronomik ve fizyolojik özelliklerin doğru fenotiplenmesi ve agronomik performans ile genetik yapı arasındaki ilişki-

lerin incelenmesi, eski yapılarda bulunan genetik değişkenlikten yararlanmak için temel olacaktır (Careddu et al., 2023). Rht geni bulunmayan çeşitlerde yatma direci sap gücü ile ilgilidir (Kelbert et al., 2004a) Bitki boyu yatma üzerinde en büyük katkıyı sağlayan unsur olarak görünse de, daha uzun boylu buğdaylardada bir miktar varyasyon gözlenmiştir. Bu durum, yatma toleransındaki genetik kazancın bir dereceye kadar bitki boyundan (Rht) bağımsız olarak elde edilebileceğini göstermektedir (Navabi et al., 2006).

Rht1 ve *Rht2'nin* pleyotropik etkilerinden biri, hücre boyutunu azaltarak ve endojen gibberellinlere duyarsızlık nedeniyle hücre uzamasını azaltarak bitki boyunu azaltmaktır. Bu, bitkilerde daha kısa koleoptil uzunluğu ve daha küçük yaprak alanları ile sonuçlanır; bunlar yarı kurak ve kurak ortamlarda istenmeyen özelliklerdir ve ekim koşulları elverişsizse zayıf çıkışa ve erken büyümenin azalmasına yol açmaktadır (Duan et al., 2020; Rebetzke et al., 2011). Bununla birlikte, su ve besin kısıtlamaları olmadığında, yatma önemli bir sınırlayıcı faktör haline gelir ve dolayısıyla kök plakası daha önemli hale gelir (Nirmalaruban et al., 2024). *Kök sistemi mimarisi, kök biyokütlesi, kök açısı, ksillem çapı, kök tüyleri, kök uzunluğu ve kök hidroliği gibi kök özellikleri, bitkilerin değişken ortamlara adaptasyonu ve yatma dayanıklılığı için çok önemlidir (Nirmalaruban et al., 2024).*

Sürdürülebilir beslenme ihtiyacı için hastalık ve yatmaya dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi daha büyük ihtiyaç olmaya başlamıştır (Laidig et al., 2022). Çeşitli bitki özellikleri ve yatma direnci arasındaki ilişki fazlaca çalışılmış olmasına rağmen ıslah programlarında kullanılabilecek özellikler henüz tam olarak geliştirilememiştir (Packa et al., 2015). Çünkü yatan ve yatmayan çeşitlerin birçok özelliği benzerdir ve çeşitler arasında verim potansiyeli ve yatma direnci açısından büyük farklar vardır (E. Kong et al., 2013; Navabi et al., 2006; S. C. Tripathi et al., 2004; Xiao et al., 2015). E. Kong et al. (2013) Morfolojik

özelliklerin kimyasal karakterlere göre yatma direncini daha iyi yansıttığı belirtsede, birkaç özelliğin birlikte değerlendirilmesi yatma direncine sahip çeşitleri belirlemede daha doğru sonuçlar verecektir (Packa et al., 2015).

2. YATMA İLE İLGİLİ GENETİK ÖZELLİKLER

Yatmaya dayanıklı buğday çeşitlerinin geliştirilmesinde daha fazla ilerleme kaydetmek için, QTL (kantitatif özellik lokusları) haritalaması gibi genetik araçları kullanarak yatma toleransıyla ilgili özelliklerin moleküler temelini daha iyi anlamak çok önemlidir. Bu bağlamda, gövde kuvvetinin ve yatma varyasyonunun %2-27'sini oluşturan bir avuç QTL bildirilmiştir (P. Berry et al., 2015; Hai et al., 2005; Keller et al., 1999). Anatomik olarak yatma direnci doğrudan bitki boyuyla ilişkilidir ve buğdayda 21 kromozomun tümü bitki boyunu kontrol eden genleri taşır (Arif et al., 2021; Boerner, Plaschke, Korzun, & Worland, 1996). Rabieyan et al. (2023) Yatmayı kontrol eden gen bölgelerin 2B, 6B, and 7B kromozomları üzerinde olduğunu belirtmişlerdir.

Teorik olarak, daha geniş açının bir sonucu olan daha geniş kök plakası veya kök toprak konisi, daha fazla yatma toleransı sağlar. Ankraj gücü ile ilişkili genler veya QTL'ler, kök özellikleri için 2D, 5A, 5D ve 7D'de rapor edilmektedir (Hamada et al., 2012; Verma et al., 2005), Ancak bunların ıslah programına entegre edildiğine dair herhangi bir rapor bulunmamaktadır. Yüksek verim ve yatmaya karşı dayanıklılık gereksinimlerini karşılamak çok zor olacaktır. (Nirmalaruban et al., 2024).

3. SONUÇ

Bitki yüksekliği yatma direncini ve tane verimini temelden etkilemektedir (Liu Fang et al., 2018). Yarı bodur bitkilerin kullanımı, uygun gübre ve pestisit uygulamalarından yararlanan “yeşil devrim” buğday verimini büyük ölçüde artırmıştır (Hargrove & Cabanilla, 1979; Khush, 1999). Yarı bodurlaşmanın verim ve yatma direnci üzerine katkısı konusunda şüphe olmasa da, aşırı bodurlaşma küçük tanelere, yarı steriliteye, bozuk başaklara ve dolayısıyla verim ve biyokütle üretiminin azalmasına neden olabilmektedir (Asano et al., 2009; Liu Fang et al., 2018; Sazuka et al., 2009). Yüksek boylu olmasına rağmen, yatma oranı düşük, sap çapı yüksek yerel genotipler bulunmaktadır. Bu genotipler verimli, kök plakası sağlam, yatma direnci yüksek, orta boylu çeşit geliştirmede genetic kaynak olarak kullanılabilirler.

KAYNAKÇA

- Acreche, M. M., & Slafer, G. A. (2011). Lodging yield penalties as affected by breeding in Mediterranean wheats. *Field Crops Research*, 122(1), 40-48.
- Ageeva, E. V., Leonova, I. N., & Likhenko, I. E. (2020). Lodging in wheat: genetic and environmental factors and ways of overcoming. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii*, 24(4), 356-362.
- Ahmed, T. A., Tsujimoto, H., & Sasakuma, T. (2000). QTLs associated with plant height and related characters in hexaploid wheat. *Breeding Science*, 50(4), 267-273.
- Alizadeh, M. R., Rahimi-Ajdadi, F., & Dabbaghi, A. (2011). Cutting energy of rice stem as influenced by internode position and dimensional characteristics of different varieties. *Australian Journal of Crop Science*, 5(6), 681-687.
- Álvarez, C., Mullen, A. M., Pojić, M., Hadnađev, T. D., & Papageorgiou, M. (2021). Classification and target compounds. In *Food waste recovery* (pp. 21-49): Elsevier.
- Arif, M. A. R., Shokat, S., Plieske, J., Ganai, M., Lohwasser, U., Chesnokov, Y. V., . . . McGuire, P. E. (2021). A SNP-based genetic dissection of versatile traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *The Plant Journal*, 108(4), 960-976.
- Arinicheva, I. V., Arinichev, I. V., & Darmilova, Z. D. (2021). *Construction of a mathematical model of cereal lodging*.

- Asano, K., Hirano, K., Ueguchi-Tanaka, M., Angeles-Shim, R. B., Komura, T., Satoh, H., . . . Ashikari, M. (2009). Isolation and characterization of dominant dwarf mutants, Slr1-d, in rice. *Molecular Genetics and Genomics*, 281, 223-231.
- Austin, R. B., Bingham, J., Blackwell, R. D., Evans, L. T., Ford, M. A., Morgan, C. L., & Taylor, M. (1980). Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. *The Journal of Agricultural Science*, 94(3), 675-689.
- Berry, P., Griffin, J., Sylvester-Bradley, R., Scott, R., Spink, J., Baker, C., & Clare, R. (2000). Controlling plant form through husbandry to minimise lodging in wheat. *Field Crops Research*, 67(1), 59-81.
- Berry, P., Kendall, S., Rutterford, Z., Orford, S., & Griffiths, S. (2015). Historical analysis of the effects of breeding on the height of winter wheat (*Triticum aestivum*) and consequences for lodging. *Euphytica*, 203(2), 375-383.
- Berry, P. M., & Spink, J. (2012). Predicting yield losses caused by lodging in wheat. *Field Crops Research*, 137, 19-26.
- Berry, P. M., Spink, J. H., Gay, A. P., & Craigon, J. (2003). A comparison of root and stem lodging risks among winter wheat cultivars. *The Journal of Agricultural Science*, 141(2), 191-202.
- Berry, P. M., Sterling, M., Baker, C. J., Spink, J., & Sparkes, D. L. (2003). A calibrated model of wheat lodging compared with field measurements. *Agricultural and Forest Meteorology*, 119(3-4), 167-180.

- Berry, P. M., Sylvester-Bradley, R., & Berry, S. (2007). Ideotype design for lodging-resistant wheat. *Euphytica*, 154(1), 165-179.
- Bhagat, K. P., Sairam, R. K., Deshmukh, P. S., & Kushwaha, S. R. (2011). Biochemical analysis of stem in lodging tolerant and susceptible wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under normal and late sown conditions.
- Bisht, D., Kumar, N., Singh, Y., Malik, R., Djalovic, I., Dhaka, N. S., . . . Singh, V. K. (2022). Effect of stem structural characteristics and cell wall components related to stem lodging resistance in a newly identified mutant of hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.). *Frontiers in Plant Science*, 13, 1067063.
- Boerner, A., Plaschke, J., Korzun, V., & Worland, A. (1996). The relationships between the dwarfing genes of wheat and rye. *Euphytica*, 89, 69-75.
- Careddu, M. L., Giunta, F., & Motzo, R. (2023). Lessons from the Varietal Evolution of Durum Wheat in Italy. *Agronomy*, 14(1), 87.
- Carvalho, F., Silva-Fernandes, T., Duarte, L. C., & Gírio, F. M. (2009). Wheat straw autohydrolysis: process optimization and products characterization. *Applied biochemistry and biotechnology*, 153, 84-93.
- Chandio, F. A., F. A., C. Y., Tagar, A. A., Mari, I. A., Arslan, C., Cuong, D. M., & Fang, H. (2013). Effect of loading rate on mechanical characteristics of wheat and rice straw. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(6), 1452-1458.

- Connor, D. J., Loomis, R. S., & Cassman, K. G. (2011). *Crop ecology: productivity and management in agricultural systems*: Cambridge University Press.
- de Bang, T. C., Husted, S., Laursen, K. H., Persson, D. P., & Schjoerring, J. K. (2021). The molecular–physiological functions of mineral macronutrients and their consequences for deficiency symptoms in plants. *New Phytologist*, 229(5), 2446-2469.
- Demir, F., & Topal, A. (2020). Konya Koşullarında Buğday Genotiplerinde Yatmanın Verim ve Kaliteye Etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 9(2), 113-121.
- Duan, S., Zhao, Z., Qiao, Y., Cui, C., Morgunov, A., Condon, A. G., . . . Hu, Y.-G. (2020). GAR dwarf gene Rht14 reduced plant height and affected agronomic traits in durum wheat (*Triticum durum*). *Field Crops Research*, 248, 107721.
- Easson, D. L., White, E. M., & Pickles, S. J. (1993). The effects of weather, seed rate and cultivar on lodging and yield in winter wheat. *The Journal of Agricultural Science*, 121(2), 145-156.
- Fang, G., & Shen, K. (2018). Wheat straw pulping for paper and paperboard production. In *Global wheat production* (pp. 223-239): IntechOpen London, UK.
- Feng, S., Shi, C., Wang, P., Ding, W., Hu, T., & Ru, Z. (2023). Improving Stem Lodging Resistance, Yield, and Water Efficiency of Wheat by Adjusting Supplemental Irrigation Frequency. *Agronomy*, 13(9), 2208.
- Fischer, R. A., & Stapper, M. (1987). Lodging effects on high-yielding crops of irrigated semidwarf wheat. *Field Crops Research*, 17(3-4), 245-258.

- Foulkes, M. J., Slafer, G. A., Davies, W. J., Berry, P. M., Sylvester-Bradley, R., Martre, P., . . . Reynolds, M. P. (2011). Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance. *Journal of experimental botany*, 62(2), 469-486.
- Giunta, F., Motzo, R., & Pruneddu, G. (2007). Trends since 1900 in the yield potential of Italian-bred durum wheat cultivars. *European Journal of Agronomy*, 27(1), 12-24.
- Hai, L., Guo, H., Xiao, S., Jiang, G., Zhang, X., Yan, C., . . . Jia, J. (2005). Quantitative trait loci (QTL) of stem strength and related traits in a doubled-haploid population of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*, 141, 1-9.
- Hamada, A., Nitta, M., Nasuda, S., Kato, K., Fujita, M., Matsunaka, H., & Okumoto, Y. (2012). Novel QTLs for growth angle of seminal roots in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant and Soil*, 354, 395-405.
- Hargrove, T. R., & Cabanilla, V. L. (1979). The impact of semidwarf varieties on Asian rice-breeding programs. *Bioscience*, 29(12), 731-735.
- Islam, M. S., Peng, S., Visperas, R. M., Ereful, N., Bhuiya, M. S. U., & Julfikar, A. W. (2007). Lodging-related morphological traits of hybrid rice in a tropical irrigated ecosystem. *Field Crops Research*, 101(2), 240-248.
- Ismail, A. A. (2001). Study of some characters related to lodging resistance and yield under different nitrogen levels in bread wheat.
- Kelbert, A. J., Spaner, D., Briggs, K. G., & King, J. R. (2004a). The association of culm anatomy with lodging

- susceptibility in modern spring wheat genotypes. *Euphytica*, 136, 211-221.
- Kelbert, A. J., Spaner, D., Briggs, K. G., & King, J. R. (2004b). Screening for lodging resistance in spring wheat breeding programmes. *Plant Breeding*, 123(4), 349-354.
- Keller, M., Karutz, C., Schmid, J., Stamp, P., Winzeler, M., Keller, B., & Messmer, M. (1999). Quantitative trait loci for lodging resistance in a segregating wheat× spelt population. *Theoretical and Applied Genetics*, 98, 1171-1182.
- Khan, A., Ahmad, A., Ali, W., Hussain, S., Ajayo, B. S., Raza, M. A., . . . Ali, S. (2020). Optimization of plant density and nitrogen regimes to mitigate lodging risk in wheat. *Agronomy Journal*, 112(4), 2535-2551.
- Khobra, R., Sareen, S., Meena, B. K., Kumar, A., Tiwari, V., & Singh, G. P. (2019). Exploring the traits for lodging tolerance in wheat genotypes: a review. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 25, 589-600.
- Khush, G. S. (1999). Green revolution: preparing for the 21st century. *Genome*, 42(4), 646-655.
- Kiszonas, A. M., & Morris, C. F. (2018). Wheat breeding for quality: A historical review. *Cereal Chemistry*, 95(1), 17-34.
- Knapp, J. S., Harms, C. L., & Volenec, J. J. (1987). Growth regulator effects on wheat culm nonstructural and structural carbohydrates and lignin 1. *Crop Science*, 27(6), 1201-1205.

- Kong, E., Liu, D., Guo, X., Yang, W., Sun, J., Li, X., . . . Zhang, A. (2013). Anatomical and chemical characteristics associated with lodging resistance in wheat. *The Crop Journal*, 1(1), 43-49.
- Kong, L., Sun, M., Wang, F., Liu, J., Feng, B., Si, J., . . . Li, H. (2014). Effects of high NH₄⁺ on K⁺ uptake, culm mechanical strength and grain filling in wheat. *Frontiers in Plant Science*, 5, 703.
- Laidig, F., Feike, T., Klocke, B., Macholdt, J., Miedaner, T., Rentel, D., & Piepho, H. P. (2021). Long-term breeding progress of yield, yield-related, and disease resistance traits in five cereal crops of German variety trials. *Theoretical and Applied Genetics*, 134, 3805-3827.
- Laidig, F., Feike, T., Klocke, B., Macholdt, J., Miedaner, T., Rentel, D., & Piepho, H. P. (2022). Yield reduction due to diseases and lodging and impact of input intensity on yield in variety trials in five cereal crops. *Euphytica*, 218(10), 150.
- Lal, R. (2005). World crop residues production and implications of its use as a biofuel. *Environment International*, 31(4), 575-584.
- Li, C., Chang, Y., Luo, Y., Li, W., Jin, M., Wang, Y., . . . Wang, Z. (2023). Nitrogen regulates stem lodging resistance by breaking the balance of photosynthetic carbon allocation in wheat. *Field Crops Research*, 296, 108908.
- Liu Fang, L. F., Wang PanDi, W. P., Zhang XiaoBo, Z. X., Li XiaoFei, L. X., Yan XiaoHong, Y. X., Fu DongHui, F. D., & Wu Gang, W. G. (2018). The genetic and molecular basis of crop height based on a rice model.

- Liu, L., Liang, G., & Liu, W. (2024). Differences in Physicochemical Properties of Stems in Oat (*Avena sativa* L.) Varieties with Distinct Lodging Resistance and Their Regulation of Lodging at Different Planting Densities. *Plants*, 13(19), 2739.
- Losert, D., Maurer, H. P., Marulanda, J. J., & Würschum, T. (2017). Phenotypic and genotypic analyses of diversity and breeding progress in European triticale (\times *Triticosecale* Wittmack). *Plant Breeding*, 136(1), 18-27.
- Lubnin, A. N. (2006). *Selektsiya myagkoi yarovoi pshenitsy v Sibiri (Breeding of Soft Spring Wheat in Siberia):* Novosibirsk : OOO IPTs Yupiter, Russian.
- Mickiewicz, B., & Britchenko, I. (2022). Main trends and development forecast of bread and bakery products market.
- Montero, G., Coronado, M. A., García, C., Campbell, H. E., Montes, D. G., Torres, R., . . . Ayala, J. R. (2018). Wheat straw open burning: Emissions and impact on climate change. *Global wheat production*.
- Navabi, A., Iqbal, M., Strenzke, K., & Spaner, D. (2006). The relationship between lodging and plant height in a diverse wheat population. *Canadian Journal of Plant Science*, 86(3), 723-726.
- Nazco, R., Peña, R. J., Ammar, K., Villegas, D., Crossa, J., & Royo, C. (2014). Durum wheat (*Triticum durum* Desf.) Mediterranean landraces as sources of variability for allelic combinations at Glu-1/Glu-3 loci affecting gluten strength and pasta cooking quality. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 61, 1219-1236.

- Nirmalaruban, R., Yadav, R., Meda, A., Babu, P., Kumar, M., Gaikwad, K. B., . . . Rahimi, M. (2024). Root Traits: A Key for Breeding Climate-Smart Wheat (*Triticum aestivum*). *Plant Breeding*.
- Okuno, A., Hirano, K., Asano, K., Takase, W., Masuda, R., Morinaka, Y., . . . Matsuoka, M. (2014). New approach to increasing rice lodging resistance and biomass yield through the use of high gibberellin producing varieties. *PLoS One*, 9(2), e86870.
- Packa, D., Wiwart, M., Suchowilska, E., & Bienkowska, T. (2015). Morpho-anatomical traits of two lowest internodes related to lodging resistance in selected genotypes of *Triticum*. *International agrophysics*, 29(4).
- Peng, D., Chen, X., Yin, Y., Lu, K., Yang, W., Tang, Y., & Wang, Z. (2014). Lodging resistance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.): Lignin accumulation and its related enzymes activities due to the application of paclobutrazol or gibberellin acid. *Field Crops Research*, 157, 1-7.
- Piñera - Chavez, F. J., Berry, P. M., Foulkes, M. J., Jesson, M. A., & Reynolds, M. P. (2016). Avoiding lodging in irrigated spring wheat. I. Stem and root structural requirements. *Field Crops Research*, 196, 325-336.
- Rabieyan, E., Darvishzadeh, R., & Alipour, H. (2023). Identification and estimation of lodging in bread wheat genotypes using machine learning predictive algorithms. *Plant Methods*, 19(1), 109.
- Rademacher, W. (2000). Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Annual review of plant biology*, 51(1), 501-531.

- Rebetzke, G., Ellis, M., Bonnett, D., Condon, A., Falk, D., & Richards, R. (2011). The Rht13 dwarfing gene reduces peduncle length and plant height to increase grain number and yield of wheat. *Field Crops Research*, 124(3), 323-331.
- Reynolds, M., Bonnett, D., Chapman, S. C., Furbank, R. T., Manès, Y., Mather, D. E., & Parry, M. A. J. (2011). Raising yield potential of wheat. I. Overview of a consortium approach and breeding strategies. *Journal of experimental botany*, 62(2), 439-452.
- Royo, C., Alvaro, F., Martos, V., Ramdani, A., Isidro, J., Villegas, D., & García del Moral, L. F. (2007). Genetic changes in durum wheat yield components and associated traits in Italian and Spanish varieties during the 20th century. *Euphytica*, 155, 259-270.
- Sazuka, T., Kamiya, N., Nishimura, T., Ohmae, K., Sato, Y., Imamura, K., . . . Ashikari, M. (2009). A rice tryptophan deficient dwarf mutant, tdd1, contains a reduced level of indole acetic acid and develops abnormal flowers and organless embryos. *The Plant Journal*, 60(2), 227-241.
- Schauburger, B., Ben-Ari, T., Makowski, D., Kato, T., Kato, H., & Ciaia, P. (2018). Yield trends, variability and stagnation analysis of major crops in France over more than a century. *Scientific Reports*, 8(1), 16865.
- Schluttenhofer, C. M., Massa, G. D., & Mitchell, C. A. (2011). Use of uniconazole to control plant height for an industrial/pharmaceutical maize platform. *Industrial Crops and Products*, 33(3), 720-726.

- Shearman, V. J., Sylvester-Bradley, R., Scott, R. K., & Foulkes, M. J. (2005). Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK. *Crop Science*, 45(1), 175-185.
- Sher, A., Khan, A., Ashraf, U., Liu, H. H., & Li, J. C. (2018). Characterization of the effect of increased plant density on canopy morphology and stalk lodging risk. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1047.
- Sherman, J. D., Martin, J. M., Blake, N. K., Lanning, S. P., & Talbert, L. E. (2014). Genetic basis of agronomic differences between a modern and a historical spring wheat cultivar. *Crop Science*, 54(1), 1-13.
- Stewart, D. W., Costa, C., Dwyer, L. M., Smith, D. L., Hamilton, R. I., & Ma, B. L. (2003). Canopy structure, light interception, and photosynthesis in maize. *Agronomy Journal*, 95(6), 1465-1474.
- Sun, Q., Liu, X., Yang, J., Liu, W., Du, Q., Wang, H., . . . Li, W.-X. (2018). MicroRNA528 affects lodging resistance of maize by regulating lignin biosynthesis under nitrogen-luxury conditions. *Molecular plant*, 11(6), 806-814.
- Tabaracci, K., Vos, J., & Robertson, D. J. (2024). The effect of testing rate on biomechanical measurements related to stalk lodging. *Plant Methods*, 20(1), 125.
- Tripathi, S. C., Sayre, K. D., Kaul, J. N., & Narang, R. S. (2003). Growth and morphology of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) culms and their association with lodging: effects of genotypes, N levels and ethephon. *Field Crops Research*, 84(3), 271-290.

- Tripathi, S. C., Sayre, K. D., Kaul, J. N., & Narang, R. S. (2004). Lodging behavior and yield potential of spring wheat (*Triticum aestivum* L.): effects of ethephon and genotypes. *Field Crops Research*, 87(2-3), 207-220.
- Türköz, M., Yaşar, M., Keleş, R., Taş, M. N., Ozer, E., Kayıtmazbatır, B., . . . Kara, İ. (2023). BAZI MAKARNALIK BUĞDAY (*Triticum durum* Desf.) ÇEŞİTLERİNDE KURAKLIK HASSASİYET İNDEKSİNİN BELİRLENMESİ. *Wheat Studies*, 12(1), 15-24.
- Verma, V., Worland, A., Savers, E., Fish, L., Caligari, P., & Snape, J. (2005). Identification and characterization of quantitative trait loci related to lodging resistance and associated traits in bread wheat. *Plant Breeding*, 124(3), 234-241.
- Wang, Y., Pan, Y., Zhao, F., Meng, X., Li, Q., Huang, Y., & Ye, Y. (2023). Changes in the lodging resistance of winter wheat from 1950s to the 2020s in Henan Province of China. *BMC Plant Biology*, 23(1), 442.
- Wilhelm, E. P., Boulton, M. I., Barber, T. E. S., Greenland, A. J., & Powell, W. (2013). Genotype analysis of the wheat semidwarf R ht-B 1b and R ht-D 1b ancestral lineage. *Plant Breeding*, 132(6), 539-545.
- Wu, W., & Ma, B.-L. (2018). Assessment of canola crop lodging under elevated temperatures for adaptation to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 248, 329-338.
- Xiao, Y., Liu, J., Li, H., Cao, X., Xia, X., & Zhonghu, H. E. (2015). Lodging resistance and yield potential of winter wheat: effect of planting density and genotype.

- Yang ShiMin, Y. S., Xie Li, X. L., Zheng ShunLin, Z. S., Li Jing, L. J., & Yuan JiChao, Y. J. (2009). Effects of nitrogen rate and transplanting density on physical and chemical characteristics and lodging resistance of culms in hybrid rice.
- Yizhen, W., & Guohui, M. (2003). A probe into the dynamic to lodging resistant of super hybrid rice. *Hunan Nong ye da xue xue bao= Journal of Hunan Agricultural University*, 29(2), 92-94.
- Zečević, V., Knežević, D., Mićanović, D., & Madić, M. (2008). Genetic and phenotypic variability of spike length and plant height in wheat. *Kragujevac Journal of Science*, 30, 125-130.
- Zhang, F.-z., Jin, Z.-x., Shang, W.-n., Liu, H.-y., Xu, M.-l., & Yan, L. I. U. (2010). Relationship between lodging resistance and chemical contents in culms and sheaths of japonica rice during grain filling. *Rice science*, 17(4), 311-318.
- Zhang, H.-J., Teng, L. I., Liu, H.-W., Mai, C.-Y., Yu, G.-J., Li, H.-L., . . . Li, Y. (2020). Genetic progress in stem lodging resistance of the dominant wheat cultivars adapted to Yellow-Huai River Valleys Winter Wheat Zone in China since 1964. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(2), 438-448.
- Zhang, T., He, X., Chen, B., He, L., & Tang, X. (2021). Effects of different potassium (K) fertilizer rates on yield formation and lodging of rice. *Phyton*, 90(3), 815.
- Zhang, Y., Xu, W., Wang, H., Fang, Y., Dong, H., & Qi, X. (2016). Progress in improving stem lodging resistance of Chinese wheat cultivars. *Euphytica*, 212, 275-286.

- Zheng, M., Chen, J., Shi, Y., Li, Y., Yin, Y., Yang, D., . . . Li, W. (2017). Manipulation of lignin metabolism by plant densities and its relationship with lodging resistance in wheat. *Scientific Reports*, 7(1), 41805.
- Zuber, U., Winzeler, H., Messmer, M. M., Keller, M., Keller, B., Schmid, J. E., & Stamp, P. (1999). Morphological traits associated with lodging resistance of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 182(1), 17-24.
- Zuo, Q., Kuai, J., Zhao, L., Hu, Z., Wu, J., & Zhou, G. (2017). The effect of sowing depth and soil compaction on the growth and yield of rapeseed in rice straw returning field. *Field Crops Research*, 203, 47-54.

TARIMDA KAOLİN KİLİ KULLANIMI

Muvahhid KILIÇARSLAN¹

1. GİRİŞ

Kaolin kili, tarımsal uygulamalarda zararlı organizmaların kontrolü, bitki sağlığının iyileştirilmesi ve çevresel sürdürülebilirliğin artırılması amacıyla kullanılan önemli bir mineral olarak öne çıkmaktadır. Bu doğal kil, bitki yüzeyine uygulandığında, zararlı böceklerin ve patojenlerin etkisini azaltarak bitkilerin büyüme ve verimliliğini artırır. Kaolin kili, bitki yapraklarını kaplayarak fiziksel bir bariyer oluşturur ve bu sayede zararlıların bitkiye erişimini engeller. Ayrıca, bitki yüzeyindeki nem dengesini düzenleyerek, bitkilerin stres koşullarına karşı direncini artırır. Kimyasal pestisit kullanımını azaltarak çevre dostu bir alternatif sunan kaolin kili, sürdürülebilir tarım uygulamalarının önemli bir bileşeni olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda, kaolin kilinin tarımsal uygulamadaki rolü ve etkileri, modern tarımın karşılaştığı zorluklara yenilikçi çözümler sunma potansiyeli taşımaktadır. Kaolin kilini birçok endüstriyel, kozmetik ve tarımsal üründe kullanılan bir doğal mineral olarak tanımlayabiliriz. Kimyasal bileşimi genellikle silikatlar, alüminyum oksit ve su içerir ve beyaz, krem, pembe veya sarı gibi renklerde olabilir. Bu kilin mineral yapısı ince taneli, yumuşak ve plastik olmasını sağlar, bu da çeşitli uygulama alanlarına sahip olmasını sağlar. Ayrıca, kaolin kilinin yüksek ısı direnci, beyaz renk ve kimyasal inertliği gibi özellikleri vardır, bu da tarımda ve diğer endüstrilerde kullanımını destekler (Akgül ve özgen, 2015).

Kaolin bazlı partikül film teknolojisi (Pft), etkili böcek kontrolü sağlayan, ısı stresini azaltan ve yüksek kaliteli meyve

¹ Muvahhid KILIÇARSLAN

ve sebze üretimine katkıda bulunan çok işlevli, çevre dostu bir malzeme kullanır (Glenn ve Puterka, 2005).

Kaolin kili, doğal bir mineral olup genellikle beyaz veya açık renklidir. “Beyaz kil” veya “Çin kili” olarak da bilinir. Kaolin kili, silika bakımından zengin ve nötr pH’lı bir kozmetik kildir. Kaolin kili, seramik ve porselen üretiminde, kâğıt kaplamada, boya ve plastik endüstrilerinde, kozmetik ürünlerinde yaygın olarak kullanılır. Ayrıca, tarımda bitkileri güneş yanığından ve zararlılardan korumak için de yaygın olarak uygulanır, böylece bitkilerin sağlıklı büyümesine katkıda bulunur (Narecza, 2024).

Tarımda kaolin kili bitkileri güneş yanıklığı ve sıcaklık stresine karşı korur, su kaybını azaltarak susuzluk stresini önler ve böceklere karşı fiziksel bir bariyer oluşturur. Su ile karıştırılarak püskürtme yöntemiyle uygulanır ve bitkilerin verim ve kalitesini artırır. Ayrıca, kızılötesi ve ultraviyole ışınlarını yansıtarak bitkilerde ışık ve ısı stresini azaltır, CO₂ asimilasyon oranını ve su kullanım etkinliğini artırmasını sağladığı için tarımda kullanımı açısından önemli bir yeri vardır (Kılıç vd., 2017).

2. TARIMDA KAOLİN KİLİ KULLANIM AMAÇLARI

Kaolin kili, tarımsal uygulamalarda zararlı organizmaların kontrolü, bitki sağlığının iyileştirilmesi ve çevresel sürdürülebilirliğin artırılması amacıyla kullanılan önemli bir mineral olarak öne çıkmaktadır. Bu doğal kil, bitki yüzeyine uygulandığında zararlı böceklerin ve patojenlerin bitkiye erişimini engelleyerek fiziksel bir bariyer oluşturur. Özellikle beyaz sinekler ve yaprak bitleri gibi zararlılar için etkilidir (Glenn,2012). Kaolin kili, bitkilerin stres koşullarına karşı direncini artırır ve genel bitki sağlığını iyileştirir, böylece bitkilerin daha sağlıklı ve verimli olmasını sağlar. Ayrıca, bitki yüzeyindeki nem dengesini

düzenleyerek kuraklık gibi stres faktörlerine karşı dayanıklılığı artırır. Güneş ışığını yansıtarak bitkileri aşırı ısınmadan korur ve güneş yanıklarını önler, bu da özellikle meyve ağaçları ve bağlar için önemlidir. Kaolin kili, bitkilerin fotosentez verimliliğini artırarak büyüme ve verimliliği olumlu yönde etkiler. Kimyasal pestisit kullanımını azaltarak çevre dostu bir alternatif sunar ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını destekler. Ayrıca, meyve kalitesini artırarak daha sağlıklı ve pazar değeri yüksek ürünler elde edilmesine yardımcı olur (Boari vd., 2015).

3. TARIMDA KAOLİN KİLİ ÇALIŞMALARI

Boari vd., (2016) yaptıkları çalışmada Güney İtalya'da yapılan üç yıllık bir araştırma, kaolin bazlı sulu süspansiyonun domates bitkilerinde tuzluluğa karşı toleransı artırabileceğini ortaya koymuştur. Araştırma, üç farklı sulama suyu tuzluluk seviyesi ve kaolin püskürtme uygulamasının domates verimi, meyve kalitesi, biyokütle ve su kullanım etkinliği üzerindeki etkilerini incelemiştir. Tuzlu su ile sulama, domates verimini azaltmış ancak meyve kalitesini kuru madde içeriği ve toplam çözünür katılarından iyileştirmiştir. Kaolin uygulaması, toplam ve pazarlanabilir verimi, meyve ağırlığını ve hasat indeksini artırmış, meyve güneş yanığını ve böcek saldırısını azaltmıştır. Ayrıca, kaolin, tuzluluğun zararlı etkilerini hafifleterek verim ve su kullanım etkinliğinde iyileşme sağlamıştır. Bu bulgular, kaolinin tuzluluk toleransını artırmanın yanı sıra domates bitkisini zararlılardan, radyasyondan ve ısı stresinden korumak için de kullanılabileceğini göstermektedir.

Cantore vd., (2009) yaptıkları çalışmada, çevresel stresin domates bitkilerinin gelişimi ve verimi üzerindeki etkilerini incelemiş ve kaolin bazlı partikül film süspansiyonunun bu etkileri hafifletmedeki rolünü değerlendirmiştir. Güney İtalya'da arazi koşullarında yapılan çalışmada, kaolin uygulamasının yaprak ve kanopi sıcaklıklarını hafifçe artırdığı, terleme oranını ise

azalttığı bulunmuştur. Özellikle sakin ve açık gökyüzü günlerinde, kaolinle muamele edilmiş bitkilerin iç meyve sıcaklığı kontrol bitkilerine göre 4,4°C daha düşük olmuştur. Yaprak ölçeğinde, kaolin uygulaması net asimilasyonu %26, stoma iletkenliğini %53, terlemeyi %34 ve iç CO₂ konsantrasyonunu %15 oranında azaltmıştır. Kanopi ölçeğinde de benzer etkiler gözlemlenmiş, asimilasyon ve buharlaşma oranları sırasıyla %17 ve %20 oranında azalmıştır. Yer üstü kuru biyokütle %6,4 oranında azalmıştır. Kaolinle muamele edilen bitkilerde pazarlanabilir verim, kontrol bitkilerine göre %21 daha yüksek bulunmuştur. Bu artış, güneş yanığı olan meyvelerde %96, böcekler tarafından zarar gören meyvelerde %79 oranındaki azalma ve ortalama meyve ağırlığındaki %9'luk artışla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, kaolin uygulaması likopen içeriğini %16 oranında artırmış, ancak toplam çözünür katı içeriği, meyve kuru maddesi, meyve suyu pH'sı, titrasyon asitliği veya domates meyve sertliğini etkilemediğini bildirmişlerdir.

Lalancette vd., (2005) yaptıkları çalışmada, 1997'den 2000'e kadar altı farklı deneyde şeftali ağaçlarına uygulanan hidrofobik ve hidrofilik kaolin partikül filmlerinin ürün ve zararlı yönetimi üzerindeki etkilerini değerlendirmişler. Karşılaştırma için püskürtülmeyen kontrol ve ticari pestisit programları kullanılmıştır. İlk çalışmalarda tabanca ile uygulanan kaolin, yoğun bir birikim sağlarken, sonraki çalışmalarda hava püskürtme ekipmanı ile daha az yoğun bir kaplama elde edilmiştir. Sonuçlar, her iki kaolin formülasyonunun da oryantal meyve güvesi, erik curculio ve Japon böceği kontrolünde standart pestisit programlarıyla kıyaslanabilir veya daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, geç mevsim böcekleri ve yaprak kıvrıcıların yönetiminde de etkili olmuştur. Ancak, kaolin uygulamaları fitofaj akar seviyelerini artırmıştır. Kaolin, şeftali uyuzu ve paslı leke hastalıklarını kontrol edememiş, ancak hidrofobik kaolin kahverengi çürüklük hastalığını tabanca ile uygulandı-

ğında etkili bir şekilde, hava püskürtme ile uygulandığında ise kısmen kontrol etmiştir. Hidrofilik kaolin ise bu hastalıkları kontrol etmede başarısız olmuştur. Kaolin uygulaması, meyve olgunlaşmasını geciktirmiş, meyve boyutunu ve çözünebilir katı miktarını artırmıştır. Bu etkiler, bitki stresinin azalmasına bağlanmış ve genç ağaçlarda meyve sayısı ve verim artışı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, kaolinin zararlı ve hastalık yönetiminde hidrofobisite ve tortu yoğunluğunun önemli faktörler olduğunu göstermektedir. Kaolin uygulamaları, şeftali üretiminde zararlıların kontrolü ve meyve kalitesinin artırılması açısından önemli faydalar sağladığını bildirmişlerdir.

Boari vd., (2014) yaptıkları çalışmada, tuzluluk gibi çevresel streslerin domates bitkilerinin fizyolojisi üzerindeki olumsuz etkilerini incelemiş ve kaolin bazlı partikül film teknolojisinin (PFT) bu etkileri hafifletmedeki rolünü değerlendirmişler. Güney İtalya'da üç yıl süren araştırmada, kaolin uygulamasının damlama yöntemiyle acı su ile sulanan domates bitkilerinin yaprak gazı değişimi, yaprak su potansiyeli ve sıcaklıkları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada üç farklı sulama suyu tuzluluk seviyesi, kaolin ile işlenmiş veya işlenmemiş bitkiler ve iki domates çeşidi kullanılmıştır. Tuzluluk artışı, yaprak su potansiyelinin, stoma iletkenliğinin, net fotosentez ve terleme hızının azalmasına ve yaprak ile kanopi sıcaklıklarının artmasına neden olmuştur. Kaolin uygulaması, yaprak su potansiyelinde iyileşme sağlamış ve düşük tuzluluk koşullarında gaz değişim değişkenlerinde azalmaya yol açmıştır. Yüksek tuzluluk koşullarında ise kaolin, net fotosentezdeki azalmaları sınırlamış ve yaprak ile kanopi sıcaklıklarını azaltmada etkili olmuştur. Kaolin, termal dengeyi olay radyasyonunun yansımaları ve stomaların kısmen tıkanması yoluyla etkilemiştir. Kaolin uygulaması, tuzluluğun verim üzerindeki zararlı etkilerini hafifleterek çiftçilerin gelirlerini artırmaya katkıda bulunmuştur. Bu bulgular, kaolin bazlı PFT'nin kurak ve yarı kurak koşullarda domates üretiminde tuz-

luluk stresini hafifletmede etkili bir araç olabileceğini göstermektedir.

Brito vd., (2019) yaptıkları çalışmada, kaolinin bitkilerde abiyotik streslerin hafifletilmesindeki rolünü incelemiştir. Kaolin, radyasyon yansımasını artırarak ısı yükü birikimini önler ve terleme yoluyla su kaybını azaltır. Bu, bitki su durumunu iyileştirir ve stoma iletkenliğini yüksek tutar. Ayrıca, kaolin, aşırı uyarılma enerjisinin neden olduğu fotohasarı ve oksidatif stresi azaltarak yaprak hasarını önler. Fotosentezdeki stoma ve stoma dışı sınırlamaları hafifleterek ve kanopi içindeki ışık dağılımını artırarak, bitkilerin fotosentetik aktivitesini iyileştirir. Su tasarrufu ve daha soğuk kanopi etkisi, bitkilerin karbon dengesini olumlu yönde etkiler. Bu değişiklikler, bitki büyümesi, verimi ve hasat kalitesinde artışa neden olur. Ancak, kaolinin stresin olumsuz etkilerini azaltmadaki etkinliği çevresel koşullara bağlıdır ve orta düzeyde stresli koşullarda daha etkilidir. Kaolinin etkisi, türler ve genotipler arasında değişkenlik gösterebilir. Kaolin, yoğun gölgeliklere sahip ağaçlarda daha avantajlıdır ve kurak ile yarı kurak alanlarda su bulunabilirliğinin sınırlı olduğu durumlarda umut verici bir strateji olarak görülmektedir. Bu uygulama, aşırı ve pahalı sulamaya olan bağımlılığı azaltarak ekonomik faydalar sağlayacağını bildirmişlerdir.

Dünyanın birçok bölgesinde tipik stresler arasında kuraklık, tuzluluk, aşırı ısı yükü ve yüksek günlük ışınım (hem fotosentetik aktif radyasyon, PAR hem de ultraviyole radyasyon, UV) bulunur. Tarımsal üretkenliği sınırlayan çevresel stres faktörlerini ve bitkiler üzerindeki etkileri vardır. Kuraklık, tuzluluk, aşırı ısı yükü ve yüksek ışınım gibi stresler, bitkilerin büyüme, üretkenlik ve hasat kalitesini olumsuz etkiler. Kuraklık, su ilişkileri, besin alımı, karbon asimilasyonu, solunum, hormon seviyeleri ve oksidatif yollar üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Tuzluluk, ozmotik stres ve iyon toksisitesi yoluyla hücresel organelle-

rin ve metabolizmaların bozulmasına neden olur. Yüksek sıcaklıklar, membran stabilitesini ve protein denatürasyonunu etkilerken, yüksek fotosentetik foton akısı yoğunluğu terleme, solunum ve fotorespirasyon oranlarını değiştirir ve fotoinhibisyon ile kloroza yol açar. Yüksek ultraviyole-B radyasyonu ise zararlı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere neden olur (Moutinho-Pereira vd., 2015).

Abiyotik stres faktörlerine maruz kalan tarımsal ürünlerin sürdürülebilirliğini ve rekabet gücünü korumak ve geliştirmek için tarımsal stratejiler uygulanmalıdır. Olumsuz koşullarla başa çıkmak için uygulanabilecek çok sayıda potansiyel adaptasyon vardır. Bunlar arasında daha dayanıklı anaç ve çeşitlerin kullanımı, ıslah programlarının uygulanması, meyve bahçesi tasarımı ve gölgelik yönetiminde değişiklikler, verimli sulama stratejilerinin benimsenmesi, toprak yönetiminin iyileştirilmesi ve özel koruyucu bileşiklerin uygulanması yer alır. Dünyanın bazı kurak ve yarı kurak bölgelerinin su kaynaklarındaki yüksek doğal sınırlamaları ve engebeli topografyası göz önüne alındığında, büyük ölçekli su tutma ve dağıtım sistemleri yüksek maliyetler içerir ve çevresel olarak sürdürülemezdir. Buna karşılık, bitki ıslah yöntemleriyle toleransı geliştirme girişimleri zaman alıcı ve zahmetlidir ve mevcut genetik değişkenliğe güvenir ayrıca, tek özelliklerin değiştirilmesi, çok genli kontrol olasılığı nedeniyle zordur. Bu nedenle, stres koşulları altında ürün performansını iyileştirmede sulama ve genetiğin önemini göz ardı etmeden, kısa vadeli ayarlamalar üzerinde çalışmak çok önemlidir. Ürünlerdeki abiyotik streslerin hafifletilmesinde kaolin kullanımını zararlı kontrolünde işlev görmek üzere kullanılıyor (Glenn ve Puterka, 2005), ancak bazı çevresel streslerin hafifletilmesinde kullanımı son yıllarda giderek daha fazla incelenmektedir. Etkinliği, yaprak yüzeyinde oluşan ve aşırı radyasyonun yansımalarını artıran, ısı yükü birikimi ve güneş hasarı nedeniyle yaprak ve meyve hasarı riskini azaltan beyaz koruyucu partikül

filmi ile ilgilidir (Glenn, 2012). Ancak, kaolin çok sayıda türde, özellikle meyve ağaçlarında incelenmiş olmasına rağmen, bitki kaynaklı değişiklikler hala tam olarak anlaşılmamıştır. Ek olarak, farklı ürünlerde ve farklı stres yaygınlıkları veya yoğunlukları altında etkinliği konusunda bir fikir birliği bulunmamaktadır.

4. SONUÇ

Kaolin kilinin tarımda kullanımı, zararlı organizmaların kontrolü, bitki sağlığının iyileştirilmesi ve çevresel sürdürülebilirliğin artırılması açısından önemli faydalar sağlamaktadır. Bu doğal kil, bitki yüzeyinde fiziksel bir bariyer oluşturarak zararlıları engeller ve bitkilerin stres koşullarına karşı direncini artırır. Ayrıca, kaolin kili, bitkilerin fotosentez verimliliğini iyileştirir ve kimyasal pestisit kullanımını azaltarak çevre dostu bir alternatif sunar. Meyve kalitesini artırarak daha sağlıklı ve pazar değeri yüksek ürünler elde edilmesine yardımcı olur. Kaolin, aşırı radyasyonu yansıtarak ısı yükü birikimini ve güneş hasarını azaltır, bu da özellikle meyve ağaçları ve bağlar için önemlidir. Bu özellikleriyle kaolin, sürdürülebilir tarım uygulamalarında değerli bir bileşen olarak öne çıkmaktadır

Tüm raporlar göz önüne alındığında kaolin bazlı uygulamalar, bitkilerde tuzluluk, kuraklık ve aşırı ısı gibi çevresel streslerin olumsuz etkilerini hafifletmede etkili olup, verim ve kaliteyi artırarak tarımsal sürdürülebilirliği ve rekabet gücünü desteklemektedir. Bu uygulamalar, bitki su durumunu iyileştirir, stoma iletkenliğini yüksek tutar ve fotosentetik aktiviteyi artırır. Ayrıca, kaolin, zararlılara ve hastalıklara karşı koruma sağlayarak meyve kalitesini ve pazarlanabilir verimi artırır. Bu bulgular, kaolinin tarımsal üretimde çok yönlü bir araç olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Akgül, B., & Özgen, İ. (2015). Kil Minerallerinin Tarımda Uygulama Olanakları.
- Boari, F., Cucci, G., Donadio, A., Schiattone, M. I., & Cantore, V. (2014). Kaolin influences tomato response to salinity: physiological aspects. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 64(7), 559-571. <https://doi.org/10.1080/09064710.2014.930509>
- Boari, F., Donadio, A., Schiattone, M. I., & Cantore, V. (2015). Particle film technology: A sustainable approach to reduce the impact of environmental stress in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 197, 1-6. Retrieved from Google Scholar
- Boari, F., Donadio, A., Pace, B., Schiattone, M. I., & Cantore, V. (2016). Kaolin improves salinity tolerance, water use efficiency and quality of tomato. *Agricultural Water Management*, 167, 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.12.021>.
- Brito, C., Dinis, L. T., Moutinho-Pereira, J., & Correia, C. (2019). Kaolin, an emerging tool to alleviate the effects of abiotic stresses on crop performance. *Scientia Horticulturae*, 250, 310-316. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.070>
- Cantore, V., Pace, B., & Albrizio, R. (2009). Kaolin-based particle film technology affects tomato physiology, yield and quality. *Environmental and Experimental Botany*, 66(2), 279-288. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.03.008>

- Glenn, D. M. (2012). The mechanisms of plant stress mitigation by kaolin-based particle films and applications in horticultural and agricultural crops. *HortScience*, 47(6), 710-711. Retrieved from Google Scholar <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.6.710>
- Glenn, D. M., & Puterka, G. J. (2010). Particle films: a new technology for agriculture. *Horticultural Reviews*, 31, 1-44. <https://doi.org/10.1002/9780470650882.ch1>
- Kılıç, N., Türemiş, N. F., & Barutçular, C. (2017). Kaolin Uygulamasının Cevizlerde Bazı Bitki Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32(1), 1-12. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cutarim/issue/33801/374121>
- Lalancette, N., Belding, R. D., Shearer, P. W., Frecon, J. L., & Tietjen, W. H. (2005). Evaluation of hydrophobic and hydrophilic kaolin particle films for peach crop, arthropod and disease management. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 61(1), 25-39. <https://doi.org/10.1002/ps.943>
- Moutinho-Pereira, J., Gonçalves, B., Bacelar, E., Cunha, J. B., Coutinho, J., & Correira, C. M. (2015). Effects of elevated CO₂ on grapevine (*Vitis vinifera* L.): physiological and yield attributes. *VITIS-Journal of Grapevine Research*, 48(4), 159.
- Narecza. (2024). Kaolin kili nedir? Narecza. <https://www.narecza.com/blog/kaolin-kili-nedir>

**TARLA BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHINDA İLERİ
ARAŞTIRMALAR**

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com