Tarla Bitkilerinde Ekonomik Öneme Sahip Stratejik Ürünlerin Araştırılması

Doç. Dr. Mehmet KARAMAN
Öğr. Gör. Dr. Nurettin BARAN
Öğr. Gör. Dr. Mehtap ANDIRMAN

İKSAD
Publishing House

TARLA BİTKİLERİNDE EKONOMİK ÖNEME SAHİP STRATEJİK ÜRÜNLERİN ARAŞTIRILMASI

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Mehmet KARAMAN
Öğr. Gör. Dr. Nurettin BARAN
Öğr. Gör. Dr. Mehtap ANDIRMAN

YAZARLAR
Prof. Dr. Cuma AKINCI
Prof. Dr. B. Tuba BİÇER
Doç. Dr. Mehmet KARAMAN
Dr. Öğr. Üyesi Fatma BAŞDEMİR
Dr. Öğr. Üyesi Önder ALBAYRAK
Öğr. Gör. Dr. Mehtap ANDIRMAN
Öğr. Gör. Dr. Nurettin BARAN
Öğr. Gör. Esra OKUDUR
Öğr. Gör. Muhammet ÖNER
Dr. Flavien SHİMİRA
Dr. Merve BAYHAN
Dr. Remzi ÖZKAN
Dr. Semih AYKUT
Dr. Sibel İPEKEŞEN
Arş. Gör. Gizem KAMÇI TEKİN
Arş. Gör. Murat TUNÇ
Fildaus NYİRAHABİMANA (PhD. Candidate)
Levent YORULMAZ (PhD. Candidate)
Taofeek WAHAB (PhD. Candidate)
Zir. Müh. Gülistan BALKAYA
Zir. Müh. Leyla TURAN

İKSAD
Publishing House

Copyright © 2022 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law.
Institution of Economic Development and Social Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TURKEY TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules. The first degree responsibility of the works in the book belongs to the authors.
Iksad Publications – 2022©

ISBN: 978-625-8246-53-7
Cover Design: Nurettin BARAN
November / 2022
Ankara / Türkiye
Size = 16x24 cm

İÇİNDEKİLER

EDİTÖRLERDEN
ÖNSÖZ
Doç. Dr. Mehmet KARAMAN
Öğr. Gör. Dr. Nurettin BARAN
Öğr. Gör. Dr. Mehtap ANDIRMAN.....1

BÖLÜM 1
TÜRKİYE'DE BAKLAGİLLERİN YEREL GENETİK MATERYAL OLARAK KULLANIMINA BİR BAKIŞ
Dr. Sibel İPEKEŞEN
Arş. Gör. Murat TUNÇ
Dr. Öğr. Üyesi Fatma BAŞDEMİR
Arş. Gör. Gizem KAMÇI TEKİN
Zir. Müh. Leyla TURAN
Prof. Dr. B. Tuba BİÇER.....3

BÖLÜM 2
EKMEKLİK BUĞDAY (*Triticum aestivum* L.) GENOTİPLERİNDE VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
Levent YORULMAZ (PhD. Candidate)
Öğr. Gör. Muhammet ÖNER
Dr. Öğr. Üyesi. Önder ALBAYRAK
Prof. Dr. Cuma AKINCI.....33

BÖLÜM 3
HİDROPONİK SİSTEMDE BAZI TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLER
Öğr. Gör. Esra OKUDUR.....47

CHAPTER 4
THE USE OF VERMICOMPOST FOR YIELD IMPROVEMENT IN IMPORTANT FIELD CROPS
Dr. Flavien SHİMİRA
Taofeek WAHAB (PhD. Candidate)
Fildaus NYİRAHABİMANA. (PhD. Candidate).....73

BÖLÜM 5
TARLA BİTKİLERİNDE HIZLI ISLAH YÖNTEMİNİN KULLANILABİLİRLİĞİ VE UYGULAMA TEKNİKLERİ
Dr. Remzi ÖZKAN
Dr. Merve BAYHAN.....101

CHAPTER 6
THE EFFECT OF DIFFERENT FERTILIZER TREATMENTS ON THE STRUCTURE AND DENSITY OF WEED POPULATION IN CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.) FARMING
Dr. Sibel IPEKESEN.....119

BÖLÜM 7
ORGANİK TARIM VE ORGANİK TOHUM ÜRETİMİ
Dr. Remzi ÖZKAN.....147

BÖLÜM 8
BUĞDAYDA KULLANILAN MOLEKÜLER MARKÖR YÖNTEMLERİ VE ÇALIŞMA PRENSİPLERİ
Öğr. Gör. Dr. Nurettin BARAN
Doç. Dr. Mehmet KARAMAN
Ziraat Mühendisi Gülistan BALKAYA.....171

BÖLÜM 9
BİTLİS İLİNDE EKONOMİK ÖNEME SAHİP TARLA BİTKİLERİNİN MEVCUT DURUMU VE POTANSİYELİ
Dr. Semih AYKUT.....191

CHAPTER 10
RECENT BIOTECHNOLOGICAL IMPROVEMENT FOR DROUGHT STRESS TOLERANCE IN SOYBEAN
Fildaus NYİRAHABİMANA (PhD. Candidate)
Dr. Flavien SHİMİRA
Öğr. Gör. Dr. Nurettin BARAN.....213

ÖNSÖZ

Dünya nüfusunun giderek çoğalması gıdaya olan talebi arttırırken biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin küresel ısınmanın etkisi altında daha büyük problem haline gelmesiyle birlikte tarla bitkileri yetiştiriciliği zorlaşmaktadır. Mevcut tarım yapılabilir alanların son haddine geldiği varsayıldığında tarla bitkileri yetiştiriciliğinde birim alandan elde edilecek verimi arttırmak kaçınılmaz olmuştur. Bu bağlamda, insan yaşamında stratejik öneme sahip tarla bitkilerinin birim alan verimini arttırmaya yönelik çabalar bilim camiasının merak konusudur.

Özellikle; genetik kaynaklarımız, modern ıslah teknikleri ve doğru agronomik uygulamalar tarla bitkileri özelinde umut kaynağımız olarak güncelliğini korumaktadır. Bu kitapta, tarla bitkileri alanında uzman akademisyenlerin değerli katkılarıyla stratejik öneme sahip bazı tarla bitkilerinin yetiştiriciliği, mevcut durumu, yerel genetik kaynaklarımız, klasik ve modern ıslah teknikleri gibi konularda güncel bilgiler sunulmuştur. **'Tarla Bitkilerinde Ekonomik Öneme Sahip Stratejik Ürünlerin Araştırılması'** adlı kitabımızın yazımında, araştırmalarını bizlerle paylaşarak çalışmamıza katkı sağlayan değerli bilim insanı hocalarımıza, yayınlanma aşamasında desteği ve emeği geçen İksad Yayınevi çalışanlarına özel teşekkürlerimizi sunarız.

Saygılar

Doç. Dr. Mehmet KARAMAN

Öğr. Gör. Dr. Nurettin BARAN

Öğr. Gör. Dr. Mehtap ANDIRMAN

BÖLÜM 1

TÜRKİYE'DE BAKLAGİLLERİN YEREL GENETİK MATERYAL OLARAK KULLANIMINA BİR BAKIŞ

Dr. Sibel İPEKEŞEN[1]
Arş. Gör. Murat TUNÇ[2]
Dr. Öğr. Üyesi Fatma BAŞDEMİR[3]
Arş. Gör. Gizem KAMÇI TEKİN[4]
Zir. Müh. Leyla TURAN[1]
Prof. Dr. B. Tuba BİÇER[1]

[1]Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, Orcıd:0000-0002-7141-5911, sibelisikten@gmail.com
[1]Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, Orcıd: 0000-0002-4329-1560, leylatrn8@gmail.com
[1]Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, Orcıd: 0000-0001-8357-8470, tbicer@dicle.edu.tr
[2] Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa/Türkiye, Orcıd: 0000-0001-6226-128X, murat8126@gmail.com
[3]Harran Üniversitesi, Ceylanpınar Tarım Meslek Yüksekokulu, Şanlıurfa, Türkiye, Orcıd: 0000-0002-1086-5628, fatmabasdemir@harran.edu.tr
[4]Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şırnak, /Türkiye, Orcıd: 0000-0001-6551-8669, gzmkmc2@gmail.com

1. GİRİŞ

Leguminosae familyasında yer alan bitkiler, atmosferik nitrojeni sabitleyerek düşük girdili tarım sistemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunduğu ve dış girdi ihtiyacını daha da azaltan bir ara ürün olarak hizmet ettiği için önemli bir ekolojik avantaja sahiptir. Baklagiller, 650'den fazla cins ve 18.000 türden oluşan, çiçekli bitkilerin üçüncü büyük familyasını oluşturmaktadır (Lewis vd., 2005).

Ekonomik olarak baklagiller, Poaceae familyasından sonra ikinci en önemli yenilebilen ve ekilen bitki grubunu temsil eder ve dünyadaki bitkisel üretimin yaklaşık %27'sini oluşturmaktadır (Graham ve Vance 2003).

Baklagiller, iklim değişikliğini tersine çevirebilecek yeni çeşitleri elde etmek için genetik hazinelerdir. Birçok topluluk, yalnızca bir avuç ürün ve yiyeceği ön plana çıkaran, diğerlerini küçümseyen küresel homojenleşme nedeniyle eski çeşitleri kaybetmektedir. Uluslararası Bakliyat Yılı ve ilerleyen yıllarda ülkeler, bölgelerindeki baklagilleri yüzlerce yıldır geliştiren yerli halkların kültür ve bilgileriyle ilişkili genetiği koruyarak bu fenomeni tersine çevirmek için büyük çaba sarf etmelidir. Baklagil yetiştiriciliği ve tüketimi, son zamanlarda tüm dünyada azalmasına rağmen, bu bitkilerin yerel çeşitlerine olan ilgi hayret verecek derecede artmıştır. Bu ilgi, sürdürülebilir tarımdaki artışın yanısıra genetik erozyondan kaçınma, tüketiciler için sağlıklı, çevreye dost yerel gıda talebini (yerel olarak üretildiği için azaltılmış fizyolojik karbon ayak iziyle) karşılama ihtiyacından ileri gelmektedir.

Türkiye bitki genetik kaynakları yönünden çok özel bir konumdadır (Demir, 1990). Vavilov (1994)'un açıklamış olduğu çeşitlilik ve orijin merkezlerinden Akdeniz ve Yakın Doğu Merkezleri Türkiye'de örtüşmektedir. Harlan'a göre

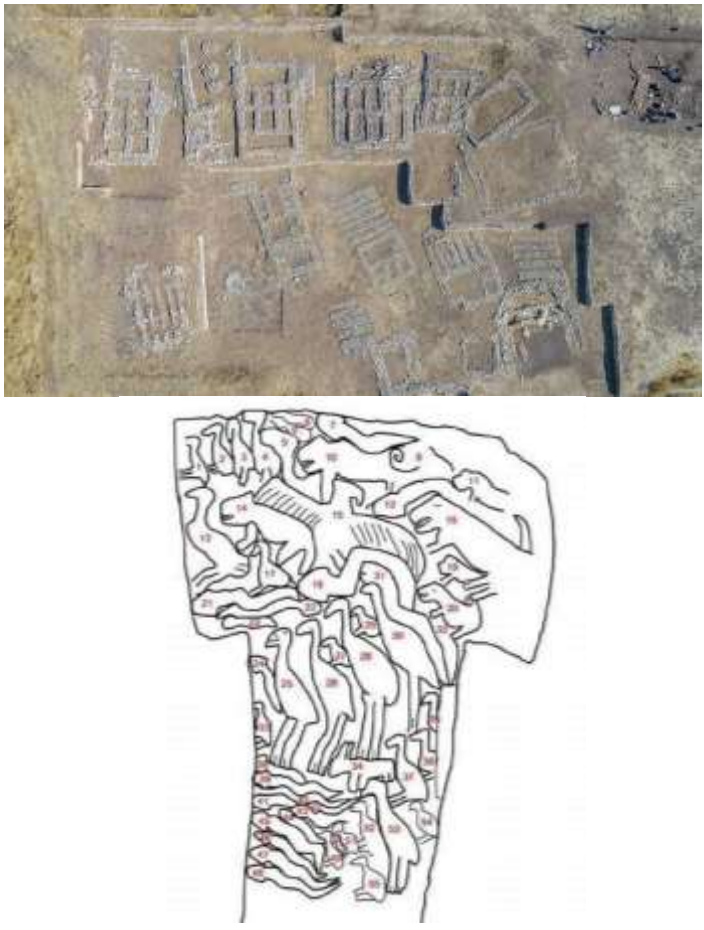
ülkemizde 100'den fazla türün geniş değişim gösterdiği 5 mikro-gen merkezi bulunmaktadır (Harlan, 1951).

Göbekli tepe MÖ 10 000 örneğinde gen materyali; toprak kalıntılarında; yabani badem (*Prunus amygdalus*), yaprak döken meşe (*Quercus brantii*), yabani fıstık (*Pistacia atlantica*) ve Rosaceae familyasına ait birçok tür tespit edilmiştir. T sütunlarda; aslan, boğa, domuz, tilki, ceylan eşek, yılan, böcek, turna ve akbaba vs. o dönemdeki hem vahşi yaşamın zenginliğini hem de bölge sakinlerinin engin bilgilerini ve görsel yaratıcılıklarını da göstermektedir (Şekil 1; Özkan, 2016). Çayönü MÖ 7200-6500 örneğinde; 1963 yılında keşfedilen bu alanda bezelye, nohut, mercimek, fiğ, Yabani siyez, gernik, arpa ve keten gibi bitkilere rastlanmaktadır (Abbo vd., 2003, Ladizinsky ve Adler, 1976).

Tablo 1: Türkiye mikrogen merkezlerine ait bilgiler

Zaman/Yıl	**Lokasyon**	**Bitki çeşidi**
M.Ö. 7200-6500	Çayönü/Ergani	bezelye, nohut, mercimek, fiğ, Yabani siyez, gernik ve arpa; kültüre alınmış siyez, gernik, keten
M.Ö. 6750	Hacılar /Kayseri	Yabani siyez; kültüre alınmış gernik
M.Ö. 6500	Can Hasan/Karaman	mercimek, fiğ, Yabani siyez; kültüre alınmış siyez, gernik, buğday, arpa (2 sıralı)
M.Ö. 6000-5000	Çatal Höyük/Konya	bezelye, fiğ, Kültüre alınmış siyez, gernik, buğday, arpa (çıplak),
M.Ö. 6000-5000	Erbaa/tokat	bezelye, mercimek, fiğ, Kültüre alınmış siyez, gernik, buğday, arpa (2 sıralı ve çıplak),
Demir Çağı	Van bölgesi	mercimek (*Lens culinaris*), nohut (*Cicer arietinum*) ve burçak (*Vicia ervilia*), *Triticum aestivum*/T. Durum/compactum, *Hordeum vulgare*)
Demir Çağı/Geç Tunç Çağı	Tatarlı Höyü/Adana	Mercimek, bezelye, Triticum, Hordeum, asma, zeytin, keten, çörek otu
MÖ 3. binyıl Erken Tunç Çağı	Mercimektepe / Yozgat	Mercimek
Orta Tunç Çağı	Kütahya Seyitömer Höyüğü	4 bin yıllık mercimek tohumu bulunmuştur
Erken Neolitik Çağ köyü	Hallan Çemi Tepesi Batman/Kozluk/Sahoka	Yoğunluk fazla olsa da bulunan baklagil tohumlarının çoğu parçalanmış halde olup tanımlanabilen tohumlar; mercimek (*Lens*) ve fiğ (V. *ervilia*)

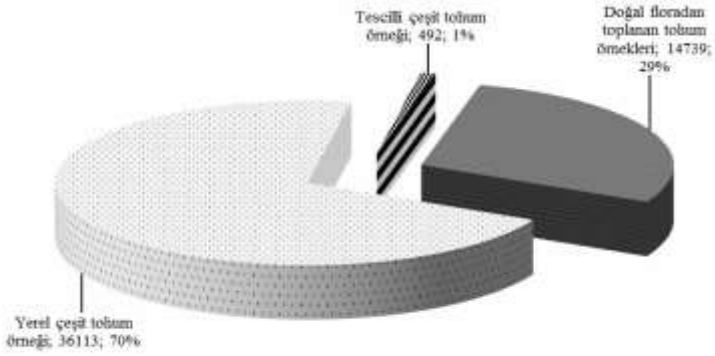
M.Ö. I. bin	Patnos /Ağrı	*Vicia ervilia*, mercimek ve mürdümük *Triticum aestivum*, T. *durum* ve *Triticum dicoccum*, Hordeum çok az miktarda yabani meyve tohumları
Aseramik Neolitik Dönem	Nevali Çori /Urfa	mercimek, bezelye, mürdümük ve fiğ (*Vicia ervilia*) *Hordeum distichon*, H. *spontaneum* hepsi kültür formu
Erken (M.Ö. 3000-2000), Orta (M.Ö. 2000-1500) Tunç Çağı	Mezraa Höyük ve Gre Virike /Gaziantep	üzüm ve kabuklu arpa çok buğday ve bakliyat daha az



Şekil 1. Göbekli tepe kazılarında bulunan T sütunları ve Çayönü kalıntılarına ait görünüm (D. Özkan, 2016)

Tane baklagil germplazmı, dünyada muhafaza edilen 7.4 milyon örneğin % 15'ini oluşturmaktadır. Türkiye mercimek (4), nohut (10), korunga (42), üçgül (104), yonca (34) ve fiğ (60) gibi birçok baklagil türünün orijin merkezidir. Ayrıca birçok sebze, endüstri bitkileri ve yem bitkisi ülkemizin yerel çeşit koleksiyonlarından elde edilmiştir (Tan, 1996).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi tahıllar ve tane baklagillerin birincil gen merkezi olarak kabul edilmekte ve Bereketli Hilal bölgesinin kuzey ucunda yer almaktadır. Bu bölge yabani buğday (*Triticum* ve *Aegilops*), nohut (*Cicer*), mercimek (*Lens*), bazı bezelye (Pisum), mürdümük (*Lathyrus*) ve fiğ (*Vicia*) gibi yem bitkisi türleri bakımından oldukça zengindir (Harlan, 1951; Van Der Maesen, 1987; Demir, 1990; Açıkgöz, 1998; Dönmez, 2010). Ayrıca fıstık, Fırat kavağı, meşe, kızılçam ve yalankoz da bu bölgeye özgü bitkilerdir.



Şekil 2. Ulusal tohum gen bankası koleksiyonları biyolojik durumu

Türkiye'de bitki genetik kaynaklarının toplanması ve değerlendirilmesi konusunda çalışmalar XX. yüzyılın ilk çeyreğinde başlamıştır. Türk bilim insanı Mirza Gökgöl, Türkiye'nin her yanından topladığı binlerce buğday

örneklerini karakterize ederek 18.000'in üzerinde farklı tip ve bunlar arasından da 256 adet yeni buğday varyetesi belirlemiştir.

Tablo 2: Türkiye'de toplanan bitki genetik kaynaklarının türü ve sayıları

Bitki Grubu	Bitki Türleri	Materyal Sayısı
Endüstri bitkileri	Ayçiçeği, Keten, Haşhaş, Susam, Tütün	5420
Sebze Bitkileri	Biber, Domates, Kavun, Bamya, Karpuz, lahana, patlıcan, hıyar, sakız kabağı, marul, kestane, bal kabağı, ıspanak, su kabağı, turp, soğan, maydanoz, havuç, pırasa, tere, acur, dereotu, kereviz	7978
Tahıllar	Buğday, Mısır, Arpa, Çavdar, Yulaf, Çeltik	11224
Yemeklik Baklagiller	Fasulye, Nohut, Mercimek, Bakla, Börülce ve Bezelye	7996
Tıbbi ve Aromatik Bitkiler	Çörek otu	41
Yem Bitkileri	Yonca, Koca Darı, Korunga	462

*Kaynak: Tan (2010)

Yemeklik tane baklagiller konusunda ilk kez Dr. Ali Satı EKİNCİ tarafından 'Türkiye Fasulye Soy ve Çeşitlerinin Sistematik ve Morfolojik Tetkiki ve Standardizasyona Başlamak İçin İlk Mesai' isimli yayını ile 1939 yılında karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada Türkiye'nin 36 ilinden 232 numune alınarak karakterler bakımından fasulyeler 25 ayrı grupta kategorize edilmiştir.

Tablo 3: Türkiye'de toplanan yemeklik tane baklagil türleri ve örnek sayıları

Tür	Örnek sayısı
Phaseolus vulgaris L.	3812
Cicer arietinum L.	2186
Lens culinaris L.	1113
Pisum sativum L.	107
Vicia faba L.	458
Vigna unguiculata L.	318
Vigna radiata L.	13
Yabani türler	340
	Toplam: 8347

Tablo 4: Türkiye'de toplanan yabani baklagil türleri ve örnek sayıları

Tür	**Örnek sayısı**
C. *reticulatum*	224
C. *echinospermum*	67
L. *orientalis*	11
L. *nigricans*	10
L. *ervodies*	8
L. *montbretti*	5
Cicer montbretti	2
C. *anatolicum*	1
C. bijigum	5
C. *isauricum*	1
C. *pinnatifidum*	6
	Toplam: 340

*****Kaynak: Karagül (2017)

Dünyada ve Türkiye'de Önemli Yemeklik Tane Baklagiller ve Stok Durumları

Mercimek (*Lens culinaris* L.)

İlk kez Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kültüre alınan mercimeğin *Lens* genusuna ait olduğu bilinmektedir (Ladizinsky vd., 1984). Türkiye, mercimek çeşitleri bakımından doğal gen merkezi konumundadır. Ancak kültür mercimeğinin gen merkezi olarak Filistin, Suriye ve Türkiye olarak işaret edilmektedir (Cubero, 1984).

Lens genusunun (L. *culinaris* Medik L. *orientalis* (Boiss), L. *nigricans* (Bieb) Godr, L. *ervoides* (Brign.) Grande ve L. *odomensis* Ladiz.) gibi türleri ülkemiz sınırlarında yer almaktadır (Davis 1970; Ladizinsky 1986; Ferguson vd., 1996). Agromorfolojik özellikler bakımından ikiye ayrılan mercimek; küçük tohumlu (microsperma) ve iri tohumlu (macrosperma) olarak

sınıflandırılabilmektedir. Ancak L. *culinaris* ssp. *orientalis* (Boiss.) Ponert mercimeğin yabani atasıdır ve ortalama tohum büyüklüğüne sahiptir. L. *culinaris* ssp. *tomentosus* (Ladiz.), L. *culinaris* ssp. *odemensis* (Ladz.), L. *ervoides* (Brign.), L. nigricans (Bieb.) ve L. *lamottei* Czefr ise diğer alt tür ve türleri oluşturmaktadır (Singh vd., 2014).

Dünyada 58.407'den fazla mercimek ex-situ koleksiyonu vardır. Bu koleksiyon 40 gen bankası arasında paylaşılmaktadır. Akdeniz bölgesi mercimek bakımından zengin bir kültür ve yetiştirme geçmişine sahiptir. Bu bölgenin yerel çeşitler arasında değişkenlik Türkiye koleksiyonunda % 77, Fas'ta %46 ve İtalya'da %38'dir. Türkiye'nin yerel çeşitlerinin yüksek genetik çeşitliliğe sahip olması, ilk olarak burada kültüre alındığını ve orijin merkezinin Bereketli Hilal'in bir parçasını oluşturduğunu kanıtlamaktadır. Yerel çeşitlerdeki varyasyon teksel bitkilerde dâhil olmak üzere ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir. Önemli bir genetik çeşitlilik barındıran Türkiye mercimek yerli çeşitleri, bireyler arasında yüksek değişkenlik gösteren Yunan, Fas ve İtalyan kökenlerine kıyasla daha yüksek homojeniteye sahiptir (yerel çeşitler içindeki bireyler arasındaki düşük genetik varyasyonla kanıtlandığı üzere).

Tablo 5'te Türkiye'de mercimek yerel materyallerinde agronomik, fizyolojik, morfolojik ve moleküler düzeyde yapılmış akademik çalışmalar verilmiştir.

Tablo 5: Mercimek yerel çeşitleri ile yapılmış akademik çalışmalar

Yıl	Yazar	Tez/Makale	İncelenen Özellik	Materyal Yeri	Örnek Sayısı
1994-	Küsmenoğlu	Araştırma	Agronomik	Güneydoğu-Doğu Anadolu Bölgesi	-
1997	Şakar ve Biçer	Makale	Agronomik	Güneydoğu-Doğu Anadolu Bölgesi	56
2004	Biçer ve Şakar	Makale	Agronomik	Güneydoğu-Doğu Anadolu Bölgesi	20
2007	Toklu vd.	Makale	Moleküler	Güneydoğu-Doğu Anadolu Bölgesi	38
2009	Toklu vd.	Makale	Kalite	Güneydoğu-Doğu Anadolu Bölgesi	23
2011	Biçer ve Şakar	Makale	Agronomik	Güneydoğu-Doğu Anadolu Bölgesi	19
2012	Erdem vd.	Makale	Besin elementi	Türkiye	28
2005-2015	Karagül	Makale	Agronomik	Gen bankası Türkiye	872 yerel, 16 yabani
2018	Karadavut ve Sözen	Makale	Agronomik	Kırşehir	31

Güneydoğu Anadolu bölgemizde birçok çiftçi mercimek yetiştiriciliği yapmakta ve köylüler, bir sonraki üretim sezonu için kendi ürettikleri tohumlardan bir kısmını muhafaza etmektedir. Bu şekilde, farklı tohum türlerinin seçilmesi ve kalan kısmının ise muhafaza edilmesi zamanla yerel populasyonların saflığını artırmıştır. Bu durum yerel populasyonlar arası ve içi varyasyon zenginliğini etkilemiştir.

Tablo 6: Türkiye mercimek tescilli çeşitleri

Yerel çeşitlerden geliştirilen tescilli mercimek çeşitleri			
Kayı-91	Özbek	Çiftçi	Şakar
Meyveci 2001	Sazak-91	Sultan 1	
Kafkas	Kışlık kırmızı 51	Yerli kırmızı	
İntrodüksiyon ve diğer yollarla geliştirilen çeşitler			
Ahsen	Çağıl	İpek	Şanlıbey
Altıntoprak	Gümrah	İlke	Tigris
Ankarayeşili	Emre 20	Karagül	Veysel
Atacan	Eva 2017	Mansur	Yusufhan
Bozok	Evirgen	Seyran 96	Yürekli
Ceren	Fırat-87	Şahan	Toplam :33

Genetik kaynaklar hem ıslah çalışmaları hem de gen bankaları için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle toplanan gen kaynaklarının bitkisel özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu konuda ülkemizde üniversite ve araştırma enstitüleri tarafından baklagil genetik materyalleri üzerinde çok sayıda tez, proje, makale olarak akademik düzeyde araştırma mevcuttur.

Nohut (*Cicer arietinum* L.)

Nohut, Türkiye'nin Güneydoğu ile Suriye arasında kalan bölgeden köken almış ve burada kültüre alınmıştır (Van Der Maesen, 1987). Orta Doğu'daki çeşitli arkeolojik alanlarda ortaya çıkarılan karbonize nohut tohumları, nohudun Neolitik dönemin ilk günlerinde buğday, arpa, bezelye ve mercimek ile birlikte kullanıldığını göstermektedir (Ladizinsky ve Adler, 1976). Kökeni ile ilgili diğer kanıtlar, Türkiye'de Burdur yakınlarındaki Hacılar'da yapılan arkeolojik kazılarda ortaya çıkarılan MÖ 5450 yıllarına tarihlenen tohumlardan gelmektedir (Helbaek, 1970). Toplam 42 tür içeren *Cicer* genusunun 9 genusu tek yıllık iken 33 genusu ise çok yıllıktır. *Cicer arietinum, Cicer* genus içerisinde kültüre alınan tek tür olma özelliğini taşımaktadır. Vavilov nohut için Güney Batı Asya ve Akdeniz olmak üzere iki ayrı birincil orijin merkezine dikkatleri çekmiştir. İri taneli nohut çeşitleri

Akdeniz havzası çevresinde zenginleşirken küçük taneli çeşitler doğu bölgesinde daha fazla yaygınlık göstermiştir. İri taneli ve krem renkli nohut Afganistan'dan Hindistan'a kadar ulaşmıştır. Küçük taneli ve koyu renkli nohut, desi (yerel) olarak adlandırılmıştır. Bu isimlendirme bugün de iki ana grubu ayırmada kullanılmaktadır. Kabuli ismi; Afganistan'ın Kabil şehrinden, desi ise sanskritçe "yerel" anlamında Hindistan'a özgü isimlerdir (Van Der Maesen, 1987). Dünya nohut üretiminin genel olarak %20'si kabuli %80'i ise desi çeşidine aittir. Desi çeşidi çoğunlukla Hindistan ve diğer Asya ülkelerinde tüketilmektedir. Ülkemizde üretilen ve daha çok tercih edilen nohut kabuli cinsidir.

Ülkemizde *Cicer* cinsine ait 10 yabani nohut türü (C. *anatolicum*, C. *bijigum*, *C. echinocpermum, C. floribundum, C. heterophyllum, C. insicum, C. isauricum, C. montbretii, C. pinnatifidum, C. reticulataum*) bulunmaktadır. Harlan (1951) yaptığı araştırmada Trakya-Ege, Güney-Güneydoğu Anadolu ile Kayseri ve civarını nohutun mikro gen merkezleri olarak tanımlamıştır. Güneydoğu-Doğu Anadolu mikro gen merkezinde; C. *reticulatum;* nohutun progenitörü veya olası en yakın atası, ilk kez Ladizinsky tarafından Mardin ilinin Savur ilçesine bağlı Dereiçi civarında görülmüş ve bilime kazandırılmıştır. *Cicer uludereensis* Dönmez sp. Nova, son zamanlarda yeni bir tür olarak bulunmuştur (Dönmez 2010). Doğu ve güneydoğu Anadolu Bölgemizde 2021 yılında *C. turcicum* Toker, Berger ve Göktürk adı verilen yeni bir *Cicer* türü daha keşfedilmiştir (Toker vd., 2021).

Yerel nohut çeşitleri ve yabani türlerin ex-situ koleksiyonları, dünyadaki 44 gen bankasında muhafaza edilmektedir. Toplamda 98.313 assesiyon bulunan bu koleksiyonlarda en büyük koleksiyonları ICRISAT ve ICARDA oluşturmaktadır. Yabani nohut türlerinde gözlemlenen 6.7 milyon genomik varyantın 179.000'i modern ıslah hatlarında kaydedilirken geriye kalan kısmı

ise yok olmuştur. Bankalardaki germplazm nohut ıslah çalışmalarında çok kısıtlı kullanıldığından nohutun genetik çeşitliliğinde çok şiddetli bir daralma meydana gelmiştir. Ayrıca biyotik ve abiyotik stresler için adaptif çeşit eksikliğinden dolayı ticari nohut çeşitlerinin genetik çeşitliliği de dardır. Nohut gen kaynağı konumunda olan ülkemizin yerel zenginliğini ortaya çıkarmak amacıyla gen kaynaklarının kullanımı ve kendi ekolojisinde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Tablo 7: Nohut yerel çeşit assesiyonlarında önemli kaynak ülkeler

Ülke	**Sayıları**
Hindistan	10.526
İran	8.912
Türkiye	4.927
Suriye	2.517
Afganistan	1.949
İspanya	1.494
Pakistan	1.272
Etiyopya	1.175

ICARDA'da İspanyol, Etiyopya, Afgan ve Türk nohutları incelenmiştir. Türk nohutlarında; desi ve kabuli oranı: 43:57, beyaz tohumluluk: baskın, diğer renkler de (pembe, kırmızı, açık-kahverengi ve kahverengi) orta ve düşük düzey gözlenmiştir. Vejetasyon sürelerinde yüksek varyasyon bulunmuş ve bunlar küresel kuraklıkta kullanılmaktadır. Türkiye'de yerel nohut çeşitleri oldukça fazladır (Karagül, 2017). Güneydoğu Anadolu bölgesi: yabani nohutlara yakın olan kirli beyaz renginde (fildişi beyazı) ve siğilli kabuli tipler, dağlık köylerde siyah taneli renkli çiçekli desi tipleri içermektedir. İç Anadolu: krem, küçük ya da orta iri yuvarlak tiplere sahiptir. Geçit bölgeleri ve Batı kesimler: iri, koçbaşı tipler ile ayırt edilirken, Uşak, A.karahisar, Kütahya'da kırmızı taneli, Balıkesir ve Çanakkale'de beyaz taneli nohutlar sıralanmaktadır.

Tablo 8'de Türkiye'de nohut yerel materyallerinde agronomik, fizyolojik morfolojik ve moleküler düzeyde yapılmış akademik çalışmalar verilmiştir.

Tablo 8: Nohut yerel çeşitlerinde yapılan akademik çalışmalar (20 adet).

Yıl Nohut	Yazar	Tez/Makale	Özellik	Materyal Yeri	Örnek Sayısı
1956-1958	Gençkan	Makale	Agronomik	Türkiye: 52 il, 165	319: 34
1975	Tosun ve Eser	Makale	Agronomik	Türkiye	14
1978	Kayıtmazbatır	Makale	Agronomik	Konya	
1989	Eser vd.	Makale	Agronomik	Osman Tosun Gen Bankası	160
1997	Cinsoy vd.	Makale	Morfolojik	Ç.kale, Balıkesir, Manisa, İzmir, Aydın Muğla	117
2001	Biçer	Tez	Agronomik	Diyarbakır	43
2003	Mart vd.	Makale	Morfolojik	Adana, Hatay, Osmaniye, K.maraş, Mersin, Karaman	170
2004	Biçer ve Anlarsal	Makale	Agronomik	Diyarbakır	43
2005	Biçer	Makale	Agronomik	Diyarbakır	94
2007	Karaköy vd.	Makale	Morf/Agrono	Türkiye	91
2007	Mart ve ark.	Makale	Morf/Agron	Adana, Hatay, Osmaniye, K.Maraş, Mersin, Karaman	170
2008	Karaköy	Tez	Agronomik	Çukurova ve Orta Anadolu	43
2010	Özer vd.	Makale	Kalite	Türkiye	91
2005-2015	Karagül	Makale	Agronomik	Gen bankası	116
2015	Jaafar	Tez	Agronomik	Türkiye	Yabani
2015	Çiftçi ve Saadoon	Tez	Agronomik	Güneydoğu Anadolu Bölgesi	164
2017	Bayrak ve Önder	Tez/ Makale	Agro./Kalite	Konya	21
2017	Bozoğlu vd.	Tubitak	Agronomik	Batı Karadeniz Bölgesi	
2015-2020	Kahraman	Tez-proje-makale		Güney-Doğu Anadolu	Yabani

Yerel çeşit yetiştiriciliği yapan nohut üreticileri antraknoz (*Ascochyta blight*) hastalığına yakalanmamak ve verimi garantilemek için tohum ekimini ertelemekte ve Nisan ayının ikinci yarısına ya da sonuna kaydırmaktadırlar. Ancak sıcaklığın yüksek yağışın ise yetersiz seyretmesi tane veriminin azalmasına, bitki boyunun kısalmasına, düşük verim ve kısa boydan dolayı makinalı hasatta tercih edilmemesine neden olmaktadır. Bu durum büyük

alanlardan marjinal alanlara ürünü kaydırmaktadır. Son yıllarda yerli nohut adıyla tescil ettirilen nohut, Mardin ve Diyarbakır çevrelerinde bazı yıllarda önemli miktarda ekim alanına ulaşmıştır. Hatta fıstık ve badem ağaçları plantasyonları arasında ara ürün olarak yetiştirilmeye de başlanmıştır. Bu yerel çeşitlerde varyasyon sınırlıdır çünkü yerli çeşit homojenleştirilmiş ve populasyon özelliği taşımamaktadır (Teksel saf hat seleksiyonu ile geliştirilmiştir).

Tablo 9: Türkiye nohut tescilli çeşitleri

Yerel çeşitlerden geliştirilen tescilli nohut çeşitleri				
Akça	Yerli			
Diğer kaynaklardan geliştirilen tescilli nohut çeşitleri				
Ağsakallı	Dikbaş	Nihatbey	Menemen-92	İnci
Akçin - 91	Gökçe	Onur	Çağatay	ILC-482
Aksu	Göksu	Sarı 98	Caner	İzmir-92
Aras	Göktürk	Seçkin	Çakır	Katran
Arda	Gülümser	Sevda	Diyar 95	Tunç
Aslanbey	Gürdal	Sezenbey	Yaşa-05	Ubet
Atabay	Hasanbey	Sezgin	Yazıcı	Uzunlu 99
Aydın-92	Herdem	TAEK-Sağel	Zuhal	Işık-05
Azkan	Hisar	Botan	Ilgaz	Bahadır

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)

Orta ve güney Amerika orjinlidir. Mezoamerikan ve Andean gen havuzu vardır. Türler tropik yaylalarda kültüre alındığı için yerel olarak çok farklı tipler barındırmıştır. Başlangıçta dar genetik tabana sahip olup ilerleyen zamanları köylü ve üretici tercihleri ve farklı biyotik ve fizyolojik-abiyotik koşullar genetik havuzu genişletmiştir. Dünyaya yayılma sürecinde birbirinden uzak farklı gen havuzları oluşmuştur. İki gen havuzu yedi parçaya bölünmüştür. 1. Gen havuzu; Mezoamerikan gen havuzunu oluşturanlar; Durango, Jalisco, Orta Amerika ve Guatemala'dır. 2. Gen havuzu; Andean gen havuzunu oluşturanlar: Şili, Yeni Granda, ve Peru'dur. XVI. yüzyılın başlarında Avrupa'ya, XVI. ve XVII. yüzyıllar da ise Avrupa yoluyla Orta Doğu, Batı Asya ve diğer üretim bölgelerine yayılmıştır. Fasulyenin son gen

merkezleri olarak Avrupa, Brezilya, Güney Afrika ve Çin gibi ülkeler tanınmıştır. Ülkemizin fasulye ile tanıştığı tarih ve yer hakkında net bir kanıt yoktur. Anadolu'nun fasulye ile tanışmasının 250 ila 400 yıl öncesinde olduğu bilinmektedir. Muğla ilinin Bodrum ilçesindeki kazılarda 2010 yılında 1.600 sene öncesine ait bir mezarda olduğu tahmin edilen kuru fasulye tohumuna rastlanıldığı ve bu kalıntının M.S. IV. yüzyıla ait olduğu bildirilmiştir.

Tablo 10'da Türkiye'de fasulye yerel materyallerinde agronomik, fizyolojik morfolojik ve moleküler düzeyde yapılmış çalışmalar verilmiştir.

Tablo 10: Fasulye yerel genotiplerinde akademik çalışmalar

Yıl	Yazar	Tez/ Makale	Kuru /Taze	İncelenen Özellik	Materyal Yeri	Örnek Sayısı
1939	Ekinci	Tez	Karışık	Morfolojik, Fenolojik	Türkiye 36 şehir	232
1951	Zhukosky			Morfolojik, Fenolojık	Karadeniz	
1971	Şehirali		Kuru		Türkiye	48
1984	Şehirali vd.			Genetik	Türkiye	105
1988	Zeytun	Tez	Karışık	Morfolojik, Fenolojık	Çarşamba Ovası	35
1995	Yorgancılar	Tez	Sırık	Morfolojik	Türkiye	133
1995	Yorgancılar	Tez	Bodur	Morfolojik	Türkiye	42
1998	Yaman vd.	Tez	Kuru	Morfolojik	Ege	
1999	Balkaya	Tez	Taze	Morfolojik, Fenolojik	Karadeniz	200
1999	Dursun	Tez	Kuru	Morfolojik	Erzincan	250
2003	Balkaya-Yanmaz	Makale	Taze	Morfolojik+ Moleküler	Karadeniz	15
2005	Ergün	Tez	Taze	Morfolojik	Samsun	44
2006	Sözen	Tez	Karışık	Morfolojik	Artvin	400
2007	Madakbaş vd.	Makale	Taze	Morfolojik	Çarşamba Ovası Ladik	155
2007	Balkaya ve Ergün	Makale	Taze	Morfolojik	Samsun	44
2007	Kantar ve Elkoca	Makale	Kuru	Morfolojik	KuzeydoğuAnadolu-Çoruh	408
2009	Sarıkamış ve ark	Makale	Taze	Moleküler	Van	28
2009	Dumlu	Tez	Kuru	Morfolojik, Fenolojik	Erzur, Bayburt, Erzincan	28
2011	Madakbaş - Ergin	Makale	Karışık	Morfolojik, Fenolojik	Türkiye	51
2011	Akbulut	Tez	Taze	Morfolojik+ Moleküler	Burdur	12
2011	Varankaya	Tez	Karışık	Morfolojik	Yozgat	22

2011	Demir	Tez	Taze	Morfolojik, Fenolojik	Ordu	37
2012	Çirka	Tez	Taze	Morfolojik, Fenolojik	Dogu Anadolu	382
2012	Khaidizar vd.	Makale	Kuru	Moleküler	Erzurum, Bayburt, Erzincan	38
2012	Erdinç	Tez	Karışık	Morfolojik+ Moleküler	Türkiye	125
2012	Işık	Tez	Taze	Morfolojik	Türkiye	33
2013	Erdinç vd.	Makale	Karışık	Morfolojik	Türkiye	125
2013	Sözen-Bozoğlu	Tez/Makale	Karışık	Morfolojik	Artvin	400
2013	Ekincialp-Şensoy	Makale	Taze	Morfolojik	Van Gölü Havzası	95
2013	Akbulut vd.	Makale	Taze	Moleküler	Burdur	12
2013	Atıcı	Tez	Kuru	Morfolojik	Giresun	28
2014	Sözen vd.	Makale	Kuru	Morfolojik	Orta Karadeniz	72
2016	Çirka ve Çiftçi	Makale	Taze	Morfolojik	Dogu Anadolu	382
2016	Sarı vd.	Makale	Taze	Morfolojik	Trabzon	31
2016	Ulutaş	Makale	Taze	Moleküler	Türkiye	34
2016	Madakbaş-vd.	Makale	Taze	Moleküler	Kırşehir	50
2016	Hasancaoğlu	Tez	Taze	Morfolojik+ Moleküler	Ordu	33

*Kaynak: Karataş ve ark., (2017)

Ülkemizde en fazla Karadeniz ve Trakya'da fasulye, en az Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da fasulye yerel çeşitlerinin ekotipleri bulunmaktadır. Hatta bazı yörelerde bu ürüne çok fazla farklı isim de rastlamak mümkündür. Aşağıdaki tabloda ülkemize sonradan gelen ancak milli bir ürün gibi kültürümüze yerleşen fasulye yerel çeşitlerinin şehirlere göre isimlerinin çokluğu dikkat çekmektedir.

Tablo 11: Fasulye çeşitlerinin şehirlere göre isimleri

Şehir	**İsim**	**Şehir**	**İsim**
Ankara	Çil, kılçıklı, kılçıksız, sefa	**Kütahya**	Saksağan fasulyesi
Bilecik	Loka, manastır, Osmanlı, boncuk ayşe	Rize	Kaptan fasulyesi
Bitlis	tespih	Sakarya	Selamlı fasulye
Çanakkale	küplü	Sivas	Komşu çatlatan
Edirne	Çotak fasulyesi, Eğri fasulye, Espit fasulye, Horoz fasulye, İzmir fasulye, kırmızı köpek fasulye, kuş fasulyesi, su fasulyesi, yağlı fasulye, yerli sarmaşık, yunan fasulyesi	Muğla	Endeze ayşe kadın, koca fasulye, sarı barsık, tatlı fasulye
Eskişehir	Çerkez fasulye, kaymak fasulye, topak	Tekirdağ	Macar boncuk

Erzurum	Savi fasulye, Narhan	Tokat	Evlek fasulyesi, sarıka, kırmızı saksağan, yer karası, balak fasulyesi
Giresun	Dınga fasulyesi	Trabzon	Eşek bakla, mercan, sarı anaba, yer lobiyası, yer sarısı, yer siyahı
Hatay	Kara çekirdek	Zonguldak	Erkenci
Isparta	Badem fasulyesi, çatlak fasulye, lobiye fasulyesi, sırıkıran, yenidünya	Konya	Çiçek fasulyesi, Yörük Ayşe, çit fasulye
Kastamonu	Arap güzeli sırık fasulye, beyaz kötürük, çil oturak, çomak, çomaksız ekincik, er, kuş böbreği, kuş yüreği, nohut fasulye, sarkız fasulye, sırık esmer, çıtır fasulye, siyah naylon, üçkırım oturak,yumru çomalak	K. maraş	Ala bakla
		Kırklareli	Adakız fasulyesi

Ülkemizde bugüne kadar genetik kaynaklardan faydalanarak çok sayıda fasulye çeşitleri geliştirilmiştir. 1965 yılından önce fasulye ıslah çalışmaları taze fasulye ıslahına yoğunlaşmıştır. Seleksiyon ıslahı ile: Boncuk Ayşe 5.663, Şeker 5.809, Barbunya 5.702 sırık fasulyeleri ile Kara Ayşe 5.822 ve yer Ayşe 5.636 bodur fasulye çeşitleri geliştirilerek 1964 yılında tescil ettirilmiştir (Akgün ve ark.). 1975 yılında horoz x şeker: Yalova-5 (Akgün, Türkeş, Sürmeli). 1976-1980 yılları, Bursa horozu: 4F-855/1-5 hattı: Eskişehir-855 (Canıtez, Önceler, Işık). Saf hat seleksiyon veya melezleme ile yerel çeşitlerden geliştirilmiş fasulye çeşitleri; 62 adet çeşitten 30 adedi yerel çeşitten geliştirilmiştir.

Tablo 12: Türkiye tescilli fasulye çeşitleri

Yerel çeşitlerden geliştirilen tescilli fasulye çeşitleri				
Kara Ayşe 5822 (1964)	Yer Ayşe 5636 (1964)	Boncuk Ayşe 5663 (1964)	Barbunya 5702 (1964)	Şeker 5809 (1964)
Eskişehir 855 (Bursa4F-855/1-5) (1976-1980)	Yalova-5 (Bursa) (horoz yerli x şeker yerli)	Kantar-05 (Erzurum)	Güngör (K.Maraş)	Erzincan Dermasonu
İtaş-KF12-2	Erzincan şeker	Kavak (Samsun)	Zirve (ASA 23)	Emet Fasulyesi
İtaş-KF12-3	Önceler (Bursa)	Noyanbey 98	Canitez (Bursa)	Elkoca-05(Erzurum)
Yozgat Barbunyası (Genitor)	Konya Dermasonu (Genitor)	Niğde-Dermansonu	İspir (Erzurum)	Sururbey
Ergan	Zirve	Kaymaz	Giresun şekeri	Balıkesir barbunyası

Diğer kaynaklardan geliştirilen tescilli fasulye çeşitleri				
Adayakut	Borsa	Mecidiye	Batallı	Karaman 2016
Akbulut	Bulduk	Nirvana	Berrak	Koray
Akdağ	Canipek	Özdemir	Karacaşehir 90	Yunus 90
Akın	Cihan	Özmen	Atmaca	Zülbiye
Akman 98	Doruk	Sururbey	Hamidiye	Üstün42
Akşeker	Göksun	Şehirali 90	Arslan	Topçu
Altın	Göynük98			

Bakla (*Vicia faba* L.)

Bakla (*Vicia faba* L.), Güneybatı Asya'da günümüzden 6.000 veya 9.000 yıl önce kültüre alınmış ve kültürlenme sıralamasında nohut ve bezelyeden sonra gelen bir baklagil olarak kabul edilmiştir. *Vicia faba*, Vicia cinsi içinde doğal meleze izole bir durumda olup türler arasında melez bariyeri bulunmaktadır. Diğer baklagil bitkilerinin aksine yabancı döllenme oranının üçte bir olduğu bildirilmektedir (Van Der Maesen ve Somaatmadja 1992).

Baklanın yabani atası tanımlanamamıştır. Doğu Akdeniz'de kültüre alındığı, Akdeniz ülkeleri aracılığıyla Anadolu'ya daha sonra Avrupa'ya ve Mezopotamya üzerinden Hindistan ve Çin'e kadar ilerlediği bildirilmiştir. En son olarak gemici İspanyollar tarafından Latin Amerika'ya kadar ulaştırılmıştır. Suriye'nin kuzeybatısı ve Türkiye'de bakla kalıntılarına rastlanmış ve bölgenin çok çeşitli tipleri barındırdığı belirlenmiştir. Baklanın büyük taneli (grex majör) türleri Türkiye'nin batı bölgelerini de içine alan Akdeniz bölgesinden köken aldığı saptanmıştır. Türkiye'deki bu yerel kaynağın tanımlanması ve değerlendirilmesi ve de bunların bakla ıslahında genetik materyal zenginliği oluşturması açısından önemli olduğu bildirilmiştir (Şehirali, 1988). Bakla tüm dünyada yayılırken farklı ekolojiler ve değişik kullanım şekillerine göre geniş alanlara uyum sağlamıştır. Bu uyum bitki şekline (mimarisine), tane iriliği, ağırlığı ve yüzey şekline yansımıştır. Damak-tat tercihi ve tarımsal uygulamalardaki farklılıklardan dolayı zamanla oldukça önemli sayılacak sayıda yerel bakla çeşitleri ortaya çıkmıştır. Bakla

günümüzde birçok çeşit ve ürünün yerel çeşitlerinin yok olduğu ve yerlerine birkaç tek tip çeşidin kaldığı bitki türlerinin aksine hala değiştirilmemiş büyük bir genetik tabanı barındırmaktadır. Dünya çapındaki koleksiyonlarda 43.500'den fazla bakla asessiyonu 37 global koleksiyonda muhafaza edilmektedir.

Baklanın en büyük koleksiyonları ICARDA (9.000 asessiyon) ve Çin (5.200 asessiyon) gen bankalarında yer almaktadır. Ekonomik açıdan baklagiller arasında bezelye ve fasulye kadar önemli bir ürün olmadığı için ıslah çalışmalarının odağında olamamıştır. Yine diğer kendine döllenen bitkilerin aksine az miktarda yabancı tozlaştığından kendine tozlaşmadan daha yüksek varyasyon ve geniş genetik taban oluşturmaktadır. Bunun yanında, açık tozlanmadan kaynaklanan yabancı tozlaşmayı önleyerek yerel çeşitlerin saf genetik yapısının muhafazasını sağlamak da önemlidir (Kaur vd., 2014).

Baklanın besin değeri ve adaptasyonunun yüksek olması çok yönlü bir kullanım alanı sunmaktadır. Bakla koleksiyonunda belirlenen bazı özellikler; Çin kış baklaları; dünyanın geri kalanındaki kış gen havuzundakinden farklıdır. Akdeniz koleksiyonunda kuraklık toleransı vardır. Alman yerel çeşitlerinde dona tolerans vardır. Yerel bakla çeşitlerinin tanen içermemesi nedeniyle, vicine ve convicine bakımından düşük içeriğe sahip olan bakla çeşitlerinin ıslahında yaygın olarak kullanılmıştır. Favizme yol açan içerikler yerel çeşitler kullanılarak genetik (kalıtsal) olarak uzaklaştırılmıştır (Upadhyaya vd., 2010).

Tablo 13'te Türkiye'de bakla yerel materyallerinde agronomik, fizyolojik morfolojik ve moleküler düzeyde yapılmış çalışmalar verilmiştir.

Tablo 13: Yerel baklada yapılan akademik çalışmalar

Yıl	Yazar	Tez/Makale	İncelenen Özellik	Materyal Yeri	Örnek Sayısı
2006	Pekşen ve Artık	Makale	Agronomik	Samsun, Amasya, Sinop ve Tokat	5
2006	Pekşen vd.	Makale	Fizyolojik	Karadeniz	10
2007	Pekşen ve Gülümser	Makale	Agronomik	Karadeniz	15
2013	Karaköy vd.	Makale	Moleküler	Türkiye	178
2014	Baloch ve ark.	Makale	Fizyolojik	Türkiye	129
2005-2015	Karagül	Makale	Agronomik	Gen bankası - Türkiye	872 yerel, 16 yabani
2016	Türkeri	Tez	Agronomik	Türkiye	
2017-2019	Karaköy vd.	Makale/proje	Agronomik Moleküler	Türkiye	396
2018	Nadeem vd.	Makale	Moleküler	Türkiye	183
2019	Kadıoğlu	Makale	Agronomik	Adapazarı, Trabzon, Muğla, Samsun, Antalya, Çanakkale, Balıkesir	15
2019	Karaköy vd.	TUBİTAK		Türkiye	396

Türkiye'de çok fazla bakla çeşidi geliştirilememiştir. Var olan ve kullanılan çeşitler ise ICARDA'dan getirilen ıslah materyallerinden seleksiyon veya direk kullanımla elde edilmiştir. Sosyal ve ekonomik değişmeler, tarımsal üretimdeki alternatif ürünler ve yeme-içme alışkanlıklarındaki farklılaşmalar bakla yerel çeşit üretimini azaltmış ve bunun sonucu yerel popülasyonların yok olmasına sebep olmuştur. Türkiye'de ıslah veya yetiştirilme yoluyla henüz gen havuzu daraltılmamıştır. Bununla birlikte, baklanın çok büyük bir genoma sahip olduğunu ve Türkiye yerel baklalarının sayısı az olmasına rağmen popülasyon özelliğinin oldukça zengin olduğunu da belirtmek gerekir (Torres vd., 2006).

Tablo 14: Türkiye tescilli bakla çeşitleri

Yerel çeşitlerden geliştirilen tescilli bakla çeşitleri	
Eresen 87	
Diğer kaynaklardan geliştirilen tescilli bakla çeşitleri	
Salkım	Filiz 99
Kıtık 2003	

Bezelye (*Pisum sativum* L.)

Bezelye (*Pisum sativum* L.) dünyanın en eski kültüre alınmış ürünlerinden biridir ve orjini ve ilk kültüre alınma alanı Akdeniz'de, özellikle Orta Doğu'dadır. Kültüre alınmadan önce bezelye fiğ, fiğ ve nohut ile birlikte Orta Doğu ve Avrupa'da son Buzul Çağı'nın sonunda avcı-toplayıcıların günlük diyetinin bir parçası olmuştur. Bu baklagillerin kalıntıları, MÖ 10. ve 9. bin yıllarındaki yerleşim alanlarında yüksek sıklıkta ortaya çıkmaktadır. Bu da, tane baklagillerinin kültüre alınmasının tahıllardan bile önce olabileceğini düşündürmektedir. Kalıcı yerleşimlerin kurulmasını kolaylaştıran tarım devriminin başlangıcında tane baklagiller temel ürünler olmuştur. Daha sonra, yüzyıllar boyunca seleksiyon ve ıslah sırasında binlerce bezelye çeşidi geliştirilmiş ve bunlar dünya çapında sayısız germplazm koleksiyonlarında muhafaza edilmektedir (Zohary ve Hopf, 2000).

Bezelyenin genetik çeşitliliğinin kaynağı Türkiye'de Mezopotamya, Suriye, Irak, İsrail ve Lübnan ülkeleri ile Orta Asya ve Akdeniz bölgelerinden kaynaklanmaktadır. Bu alanlar bezelyenin yayılma alanlarını da kapsamaktadır. ICARDA 2000'li yılların başlarında bezelyeden vazgeçmiştir. Şu an bezelye için uluslararası bir genetik kaynak merkezi yoktur. Bununla birlikte, ICARDA bezelye koleksiyonunun aktif olarak yöneticiliğini yapmamasına rağmen hâla korunmaktadır.

Dünya üzerinde önemli bezelye ulusal koleksiyonları vardır. Bunlar 28 gen bankasında 98.947 asessiyon olup, %38 yerel çeşitleri, %34 ticari çeşitleri, %5 mutant/genetik stokları, %2.6 yabani akrabaları ve %13 ıslah hatlarını içermektedir.

Gen bankaları arasındaki stokların dublikasyonundan kaynaklı bazı bankalarda koleksiyonların gerçek sayıları aslında daha düşüktür. 8.500 yerel çeşit, 1.876 (% 2) yabani akraba, 24.000 (1/4) ticari çeşit, 600 ıslah hattı ve 6.000 civarında da rekombinant ıslah hatları/mutant stokların var olduğu bildirilmiştir.

Bezelye genetik stokunun bölgelere göre oranı değerlendirildiğinde; % 17'lik bir oranın Batı ve Orta Avrupa'ya, % 2.5'lik oranın Akdeniz bölgesine, % 2'lik bir kısmın Balkanlara, % 0.8'lik oranın Kafkasya'ya, % 2'sinin ise Orta Asya'ya ait olduğu belirlenmiştir. Batı ve Orta Avrupa dışında kalan yerlerde stok azlığı belirgin şekilde düşüktür.

Tablo 15' te Türkiye'de bezelye yerel materyallerinde agronomik, fizyolojik morfolojik ve moleküler düzeyde yapılmış çalışmalar verilmiştir.

Tablo 15: Bezelye yerel çeşitlerinde yapılan akademik çalışmalar

Yıl	Yazar	Tez/ Makale	İncelenen Özellik	Kuru /Taze	Materyal Yeri	Örnek Sayısı
1999	Fidan	Tez	Morfolojik	Konservelik	Tokat, Niksar, Çamlıbel	
2001	Anlarsal, vd.	Makale	Agronomik	Kuru/Yem		
2005	Ceyhan vd.	Makale	Agronomik	Kuru	Konya	6 Yerli, 20 Egzotik
2006	Karayel	Tez	Agronomik	Kuru	Karadeniz Bölgesi	
2006	Toğay vd.	Makale	Agronomik	Kuru	Van	2 Hat (Doğal Melez)
2008	Karayel ve Bozoğlu	Makale	Agronomik	Kuru	Gen Bankası Ve Samsun	40
2011	Tan vd.	Makale	Morfolojik /Kalite	Yem	Erzurum, Bayburt, Kars, Ardahan	61 Köy
2012	Karayel ve Bozoğlu	Makale	Agronomik	Yem	Gen Bankası ve Samsun	18/40
2015	Baloch vd.	Makale	Moleküler	Kuru	Türkiye	104
2016	Karaköy vd.	Makale	Soğuk Stresi	Kuru/Yem	Türkiye	130
2017	Yılmaz ve Kılınç	Tez/ Makale	Morfolojik	Kuru	Giresun	24

2017	Karayel ve Bozoğlu	Makale	Fiziko/ Kimyasal	Kuru	Karadeniz Bölgesi	44
2017	Karaköy ve Demirbaş	Makale	Kalite	Kuru	Türkiye	81
2017	Bozoğlu, vd.	Tubitak/ Makale	Moleküler		Türkiye	38
2018	Girgel vd.	Makale	Agronomik	Kuru, Yem	Yabani Doğal	3

Ülkemiz, bezelyenin orijin merkezi konumunda olmasına rağmen, bu bitkiye ilgi istenilen seviyeye ulaşamamıştır. Bu ilgi yetersizliği çeşit sayısının az olması, yerli çeşitten geliştirilmiş tescilli bir çeşidin bulunmaması, yerel/yöresel bezelye isimlerinin olmayışı ya da bu isimlerin Ege bölgesi köylerinde saklı ve az olması, üretim alanının ve miktarının düşük oluşu, geleneksel Türk mutfak kültürüne ait yemek çeşidinin sayısının az ve niteliklerinin yabancı kaynaklı olmasından ileri gelmektedir.

Tablo 16: Türkiye kuru bezelye tescilli çeşitleri

Çeşit
Irmak 01
Deren
Elena
Ulubatlı
Kirazlı
İmren

Börülce (*Vigna unguiculata* L.)

Anavatanı konusunda kesinlik bulunmayan börülcenin (*Vigna unguiculata*) yabani türlerinin büyük bir genetik çeşitliliğinin meydana geldiği, Güney Afrika'dır. Madagaskar ve diğer Hint Okyanusu adalarına getirilmiştir. Kültür börülcesinin en büyük genetik çeşitliliği Batı Afrika'da, Burkina Faso, Gana, Togo, Benin, Nijer, Nijerya ve Kamerun'un savan bölgesinde bulunmaktadır. Börülce muhtemelen M.Ö 300 civarında Avrupa'ya ve MÖ 200'de Hindistan'a getirilmiştir. Börülce, muhtemelen 17. yüzyılda İspanyollar tarafından

tropikal Amerika'ya getirilmiş ve Amerika, Karayipler bölgesi ve Brezilya'da yaygın olarak yetiştirilmiştir. Çin, Hindistan ve Güneydoğu Asya'daki yapay seleksiyonunun bir sonucu olarak, börülce iki çeşit grupta çeşitlendirilmiştir. Sebze olarak kullanılan uzun baklalı Sesquipedalis Grubu ve bakla, kuru tohum ve yem için yetiştirilen Biflora Grubu olarak ayrılmıştır.

Batı Afrika'da börülce germplazmasının % 75'ini oluşturan ve yaklaşık 90 ülkeden 15.000'den fazla genotip toplanmıştır. Bu rakamlar Sahra altı Afrika'nın börülce yönünden büyük çeşitliliğinin ve gen merkezi olduğu iddiasını desteklemektedir. Amerika Birleşik Devletlerinde farklı enstitülerde börülcenin 7.737 + 6.000 asessiyonu vardır.

Börülce, 7.000 ila 3.000 yıl önce kültüre alınmış, zaman içerisinde göç ve diğer taşınma yollarıyla ülkemize girmiştir. Ege, Akdeniz ve az da olsa Güney Doğu Anadolu'nun sınırlı alanlarında yetiştiriciliği yapılmaktadır. Sinop, Kastamonu ve Samsun'un Çarşamba ve Tekkeköy ilçelerinde küçük alanlarda yetiştirilmekte, semt pazarlarında çiftçiler tarafından doğrudan pazarlanmaktadır. Börülcede genetik varyasyon; tane iriliği ve rengi, hilum çevresindeki renge bağlı olarak değişir hatta halk dilinde börülce hilum rengine göre isimlendirilir. Endiz, endeze, siyah, sarı, beyaz, ak, kırmızı köy börülcesi, karnıkara, karagöz, sarıgöz, çim börülcesi, kara börülce, eski köylü karı börülcesi Aydın, Muğla ve Denizli illerinde börülceye verilen isimlerdir.

Tablo 17'de Türkiye'de börülce yerel materyallerinde agronomik, fizyolojik morfolojik ve moleküler düzeyde yapılmış çalışmalar verilmiştir.

Tablo 17: Börülce yerel çeşitlerinde yapılan akademik çalışmalar

Yıl	Yazar	Tez/Makale	İncelenen Özellik	Materyal Yeri	Örnek Sayısı
2019	Deveci ve ark.	Kitap	Morfolojik	Türkiye Gen Bankası	22
2015	Kır ve ark.	Makale	Agro-Morfolojik	Gen Bankası, Ege, Güney Marmara	102
2011	Doğan ve ark.	Makale	Kalite	Van	3
2012	Sert ve Ceyhan	Makale	Agro-Morfolojik	Samandağ	1
2005-2015	Karagül	Makale	Agronomik	Gen bankası Türkiye	872 yerel, 16 yabani
2016	Göl ve ark.	Makale	Moleküler	Türkiye Gen bankası	101

Birçok alanda halen ekilen tohumlar saflaştırılmamış karışık olarak yetiştirilmektedir. Sarımsı, krem, kızıl ve siyah taneler börülce çeşitliliği açısından önemli bir zenginliğe işaret etmektedir (Çiftçi, 2006).

Tablo 18: Türkiye börülce tescilli çeşitleri

Çeşitler
Akkız 86
Amazon
Sırma
Karagöz 86
Karnıkara

2. SONUÇ

Türkiye'de çok sayıda yabani ve yerel tür yenilebilir olarak kayıtlara geçmiştir. Bu sayede bu türlerin nesiller boyunca devamı sağlanmış ve günümüze kadar ulaşmıştır. Bu nedenle, günümüzde yabani bitkiler Anadolu insanı tarafından refah ve kültürel farklılıkların önemli bir parçası olarak görülmektedir. Beslenme amacıyla kullanılan yabani bitkilerin besin değerlerinin yanında tat bakımından yöresel mutfaklarda kullanılan geleneksel tarifleri de mevcuttur. Yabani bitkilerin toplanması ve paylaşılması

sosyolojik olarak önemli olup günümüzde de sürdürülmekte olan bitki materyali toplama alışkanlıklarının temel güdüleri arasında yer almaktadır.

Bu konuda neler yapılmalı?

Genetik çeşitlilik, küresel kıtlıkla aramızdaki tek engeldir sloganıyla; - Organik tarım için yerel – geleneksel tohum kullanımı şartı getirmelidir. - Sürdürülebilir tarım projeleri desteklenirken yerel çeşit vurgusu yapılmalı ve ön plana çıkartılmalıdır. - Yabaniler dâhil tüm bitkileri teşhis ettirmeli, tüm isimleri öğrenilmeli, kullanılma şekilleri, üretilme şekilleri, iklim ve toprak koşulları hakkında derinden bilgi edinilmelidir. - Günümüzde yabani, baharat, tıbbi amaçlı satılan bitkiler de dâhil tanımlanmış/tanımlanmamış tohumların üretim ve çoğaltımlarını sağlayarak kaybolmaları önlenmelidir. - Yerel ve yabani bitkilerin tohumlarını elde etmeli, saklamalı ve sürdürülebilir kılmak için gönüllü grup/lar (= gönüllü-ekonomisi ve bilgi düzeyi belirli bir seviyede) kurulmalıdır.- köylerde yaşlı kadın ve erkekler (bu iş için geç kalınmış olsa da) bilgi kaynağı olarak kullanılmalıdır.

3. KAYNAKÇA

Abbo, S., Berger, J., Turner, N.C. (2003). Evolution of cultivated chickpea: four bottlenecks limit diversity and constrain adaptation. *Functional Plant Biology***,** 30(10), 1081-1087.

Acıkgöz, N., Sabanci, C. O., Cinsoy, A. S. (1998). Ecogeography and distribution of wild legumes in Turkey. In International Symposium on in situ Conservation of Plant Genetic Diversity, Antalya (Turkey), 1997. Central Field Crops Research Institute.

Çiftçi, C. Y. (2006). Yemeklik Tane Baklagiller, Araştırma Makaleleri ve Özetleri (1939-2005). T.C Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, 248.

Cubero, J. I. (1984). The wild relatives It has been remarked many times that we really know very little about the. Genetic Resources, Their Exploitation-Chickpeas, *Faba beans*, and Lentils, 6, 73.

Davis, P.H., (1970). Flora of Turkey and East Aegean Islands. Vol. 3. University Press, Edinburg.

Demir, İ. (1990). Genel Bitki Islahı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No 496: 366 s. E.Ü.Z. F. Ofset Atölyesi İzmir.

Donmez, A. (2010). *Cicer uludereensis* Donmez: A new species of Cicer (Chickpea) (Fabaceae) from around the Fertile Crescent, SE Turkey. *Turk J Bot.*, 35 (2011), 71- 76.

Ferguson, M., Açıkgöz, N., Ismail, A., Cinsoy. A. S. (1996). An ecogeographic survey of wild lens species in Aegean and Southwest Turkey. *Anatolia Journal of AARI* 6 (2), 159-166.

Harlan, J. R. (1951). Anatomy of gene centres. Am. Nat. 85, 97-103.

Helbaek, H., (1970). The plant husbandry at Hacilar. A study of cultivation ve domestication. Edinburgh University Press, 189.

Graham, P.H., Vance, C.P. (2003). Legumes: Importance and constraints to greater use. Plant Physiol, 131, 872-877.

Karagül, E. T. (2017). Türkiye yemeklik tane baklagil genetik kaynakları. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, *27*(1), 56-70.

Karataş, A., Büyükdinç, D. T., İpek, A., Yağcıoğlu, M., Sönmez, K., Ellialtıoğlu, Ş. Ş. (2017). Türkiye'de fasulyede yapılan morfolojik ve moleküler karakterizasyon çalışmaları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 10(1), 16-27.

Kaur, S., Cogan N.O.I., Forster, J.W and Paull, J.G. (2014). Assessment of genetic diversity in faba bean based on single nucleotide polymorphism. *Diversity*, 6, 88-101.

Ladizinsky, G. (1986). A New Lens from the Middle East. Notes Roy. *Bot. Gard. Edinburg*, 43 (4), 489-492.

Ladizinsky, G., Adler, A. (1976). The origin of chickpea *Cicer arietinum* L. *Euphytica*, 25(1), 211-217.

Ladizinsky, G., Braun, D., Goshen, D., Muehlbauer, F. J (1984). The biological species of the genus lens. *Bot. Gaz.* 145, 253-261.

Lewis, G., Schrirer, B., Mackinder, B. Lock, M. (2005). Legumes of the World; Royal Botanical Gardens: Kew, UK.

Özkan, D. (2016). "Göbekli tepe" örneğinde insani eşgüdümlü eylem, din ve iletişim. *Tüba-ar Türkiye Bilimler Akademisi Arkeoloji Dergisi*, (15), 9-20.

Şehirali, S. (1988).Yemeklik Tane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089. Ders Kitabı: 314.

Tan, A. (2010). Türkiye bitki genetik kaynakları ve muhafazası. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 7-25.

Tan, A. (1996). Turkey: Country report to the FAO ınternational technical conferance on plant genetic resource. http://www.fao.org/ag/AGP/AGPS/ Pgrfa/pdf/turkey.pdf.

Toker, C., Berger, J., Eker, T., Sari, D., Sari, H., Gokturk, R. S., Von Wettberg, E. J. (2021). *Cicer turcicum*: A new Cicer species and its potential to improve chickpea. *Frontiers in Plant Science*, 12, 662-891.

Torres, A. M., Roman, B., Avila, C. M., Satovic, Z., Rubiales, D., Sillero, J. C., Cubero, J.I., Moreno, M. T. (2006). Faba bean breeding for resistance against

biotic stresses: towards application of marker technology. *Euphytica*, 147 (1-2), 67-80.

Upadhyaya, H. D.; Sarma, N. D. R. K.; Ravishankar, C. R.; Albrecht, T.; Narasimhudu, Y.; Singh, S. K.; Varshney, S. K.; Reddy, V. G.; Singh, S.; Dwivedi, S. L.; Wanyera, N.; Oduori, C. O. A.; Mgonja, M. A.; Kisandu, D. B.; Parzies, H. K.; Gowda, C. L. L. (2010). Developing a Mini-Core Collection in Finger Millet Using Multilocation Data. *Crop Sci*., 50 (5), 1924-1931.

Van Der Maesen, L. J. G. (1987). Origin, History and Taxonomy of Chickpea. The Chickpea. M.C. Saxena and K.B. Singh (Eds.) CAB International, Wallingford, UK, pp. 11-34.

Van Der Maesen,. L. J. G., Somaatmadja, S. (Eds.). (1992). Plant Resources of Southeast. Asia No: 1, Pulses. pp. 18.

Vavilov, N. (1994). Origin and Geography of Cultivated Crops. Cambridge Univ. Press. U. K.

Zohary, D., Hopf, M. (2000). Domestication of Plants in the Old World; Oxford University Press: Oxford, UK.

BÖLÜM 2

EKMEKLİK BUĞDAY (*Triticum aestivum* L.) GENOTİPLERİNDE VERİM VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Levent YORULMAZ (PhD. Candidate)[1]
Öğr. Gör. Muhammet ÖNER[2]
Dr. Öğr. Üyesi. Önder ALBAYRAK[3]
Prof. Dr. Cuma AKINCI[4]

[1]Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır/Türkiye, Orcıd:0000-0002-2880-1462, leventyorulmaz95@gmail.com,
[2]Dicle Üniversitesi, Diyarbakır Tarım MYO, Tohumculuk Teknolojisi Bölümü, Diyarbakır/Türkiye, Orcıd:0000-0002-5863-8061, muhammet.oner@dicle.edu.tr,
[3]Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır/Türkiye, Orcıd:0000-0003-2440-7748, ondera@dicle.edu.tr,
[4]Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır/Türkiye, Orcıd:0000-0002-3514-1052, akinci@dicle.edu.tr.

1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde en önemli tahıl bitkisi olan buğday, stratejik (Kılıç ve ark., 2008) ve ekonomik öneminden dolayı en çok üretilen tahıllardan biridir. Gerek ülkemizde gerekse dünyada buğday ekim alanlarının maksimuma ulaşması (Yıldırım ve ark., 2021), talep edilen ihtiyacın karşılanması için yeterli ürünün teminini zorlaştırmaktadır. Bu durum şüphesiz birim alandan alınacak ürün miktarının artırılmasıyla çözüme kavuşacaktır. Özellikle son yıllarda dünya genelinde meydana gelen iklim değişikliğinin bir sonucu olarak tarımsal üretimde düşüşler meydana gelmiştir. Bu nedenle çevresel faktörlere dayanıklı çeşitler geliştirip tarımsal üretime katkıda bulunmak önem arz etmektedir (Mut ve ark., 2017).

Yerel çeşitler çiftçilerin yıllar süren geleneksel yöntemleri ve doğal seleksiyonun etkisiyle ıslah edilerek bulunduğu bölgenin ekolojisine uyum göstermiştir. Tan (2009), yerel çeşitlerin sahip oldukları geniş varyasyon sayesinde üstün özellikli yeni çeşitlerin geliştirilmesinde yerel çeşitlerin büyük önem taşıdığını bildirmiştir.

Bu çalışmada, bazı CIMMYT hatları ve yerel ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilerek Diyarbakır ekolojik koşullarına uygun yeni genotiplerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma, 2021-2022 yetiştirme sezonunda Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Alanı'nda yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak CIMMYT' ten temin edilen hatlar, yerel genotipler, bazı ticari buğday çeşitleri ve dört adet tescilli çeşit (Empire, Dinç, Ceyhan-99, Wafia) olmak üzere 68 ekmeklik buğday kullanılmıştır. Araştırma, Augmented Deneme Desenine göre kurulmuş olup toplamda dört bloktan oluşmuştur. Deneme alanı toprak özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları.

Saturasyon %	Tuzluluk dS/m	pH %	Organik Madde %	N %	P ppm	K ppm	Ca ppm	Fe ppm
63,20	1,03	8,1	0,77	0,04	6,00	493,2	10693	8,86

Killi-tınlı bünyeye sahip olan deneme alanı toprağının hafif alkali yapıda, potasyum, kalsiyum ve demir bakımından zengin, ancak organik madde, azot ve fosfor bakımından fakir olduğu görülmektedir.

Denemede, ekim 07.12.2021 tarihinde yapılmış olup, gübrelemede ekimle birlikte saf madde hesabıyla 6 kg/da N ve 6 kg/da P2O5, sapa kalkma döneminde ise 6 kg/da N verilmiştir. Geniş yapraklı yabancı otlara karşı 2,4-D Ethylhexyl ester Florasulam etken maddeli ilaç kullanılmıştır. Damla sulama boruları ile üç dönemde sulama yapılmıştır. Hasat işlemi 26.06.2022 tarihinde parsel biçerdöveriyle yapılmıştır. Araştırmada, tane verimi (TV), bin tane ağırlığı (BTA), yaş glüten oranı (YG), protein oranı (P), m2'de başak sayısı (MBS), başaklanma gün sayısı (BGS), bitki boyu (BB), başak uzunluğu (BU), başakta başakçık sayısı (BBS), başakta tane sayısı (BTS), başakta tane ağırlığı (BSKTA) ve ana sap çapı (ASC) özellikleri incelenmiştir.

Şekil 1. Deneme alanına ait görseller.

Araştırmada incelenen özelliklere ait elde edilen verilerin varyans analizi Augmented Analysis GATAE 2005 (Petersen, 1985) istatistik paket programında yapılmış olup, Python 3.8 programı ile Pearson's korelasyon analizi ve frekans dağılımları grafiği oluşturularak, Genstat 12th (Copyright 2011, VSN International Ltd) istatistik analiz programında biplot analizi yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada elde edilen sonuçlar ile özelliklerin değişim sınırlarına ait değerler Tablo 2'de verilmiştir. Araştırma sonucunda; incelenen özellikler arasında önemli farkların olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Tane veriminde en düşük ve en yüksek değerler 155,65-684,73 kg da^{-1}, bin tane ağırlığı 24,7-51,61 g, protein oranı % 12,43-18,98, yaş gluten oranı % 27,76-42,37, metrekaredeki başak sayısı 65,63-501,25, başaklanma gün sayısı 112,5-161,75 gün, bitki boyu 45,58-85,85 cm, başak uzunluğu 6,41-12,21 cm, başakta başakçık sayısı 12,84-20,39, başakta tane sayısı

8,14-53,19, başakta tane ağırlığı 0,47-1,94 g ve ana sap çapı 1,7-3,18 cm arasında değişim göstermiştir.

Tablo 2. Araştırmada elde edilen sonuçlar ile özelliklerin değişim sınırları.

	Verim (kg da^{-1})	**Bin Tane Ağırlığı (g)**	**Protein (%)**	**Yaş Gluten (%)**	**Başaklanma Gün Sayısı**	**m^2 Başak Sayısı**
En Yüksek Değer	684,73	51,61	18,98	42,37	161,75	501,2
En Düşük Değer	155,65	24,7	12,43	27,76	112,5	65,6
Ortalama	411,15	33,11	15,20	34,17	148,07	268,4
Standart Sapma	103,51	4,73	0,97	2,15	8,06	90,5
Standart Hata	12,55	0,57	0,11	0,26	0,97	10,9

Tablo 2. (devamı)

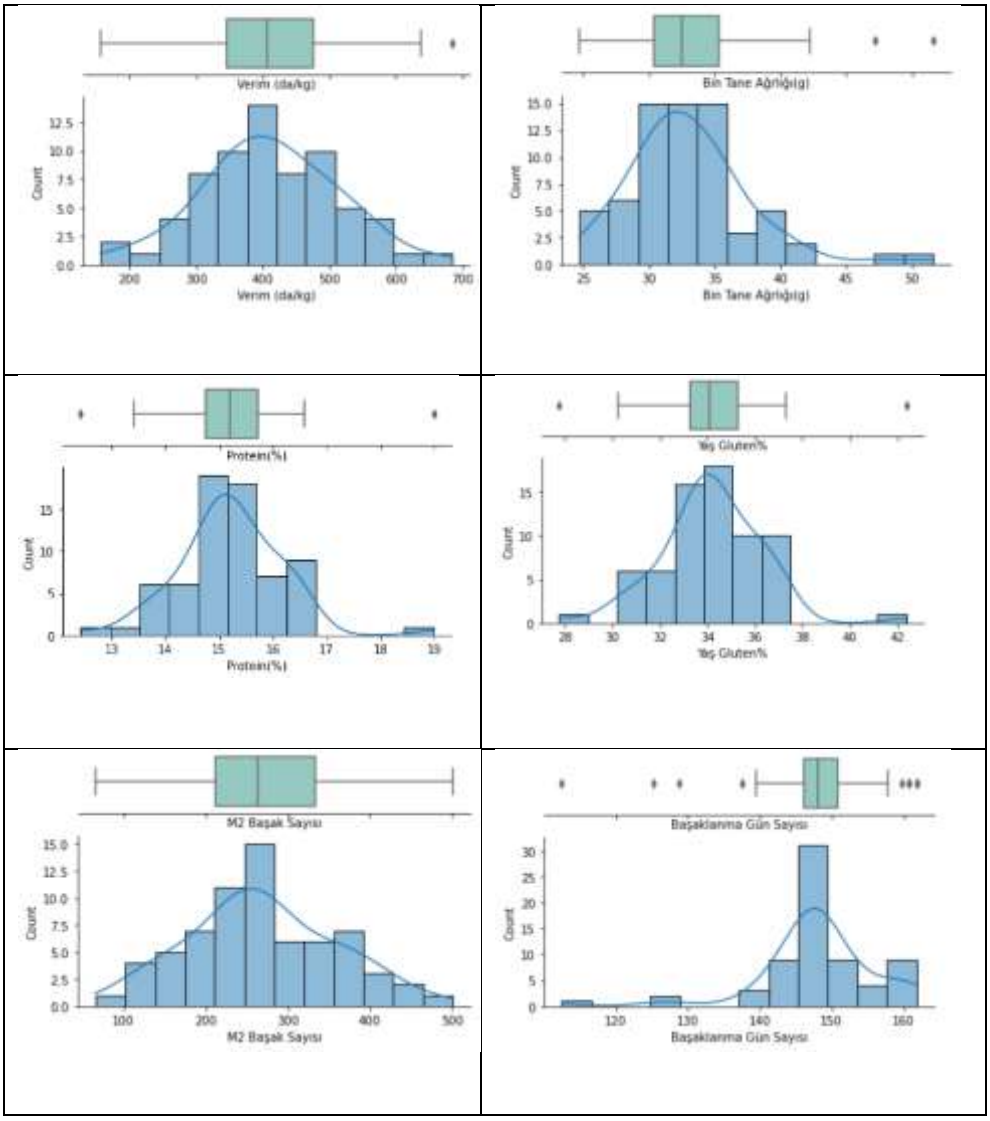
	Bitki Boyu (cm)	**Başak Uzunluğu (cm)**	**Başakta Başakçık Sayısı**	**Başakta Tane Sayısı**	**Başakta Tane Ağırlığı (g)**	**Ana Sap Çapı (cm)**
En Yüksek Değer	85,85	12,21	20,39	53,19	1,94	3,18
En Düşük Değer	45,58	6,41	12,84	8,14	0,47	1,7
Ortalama	63,55	8,74	16,31	35,81	1,18	2,57
Standart Sapma	8,32	1,21	1,60	8,41	0,27	0,28
Standart Hata	1,00	0,14	0,19	1,02	0,03	0,03

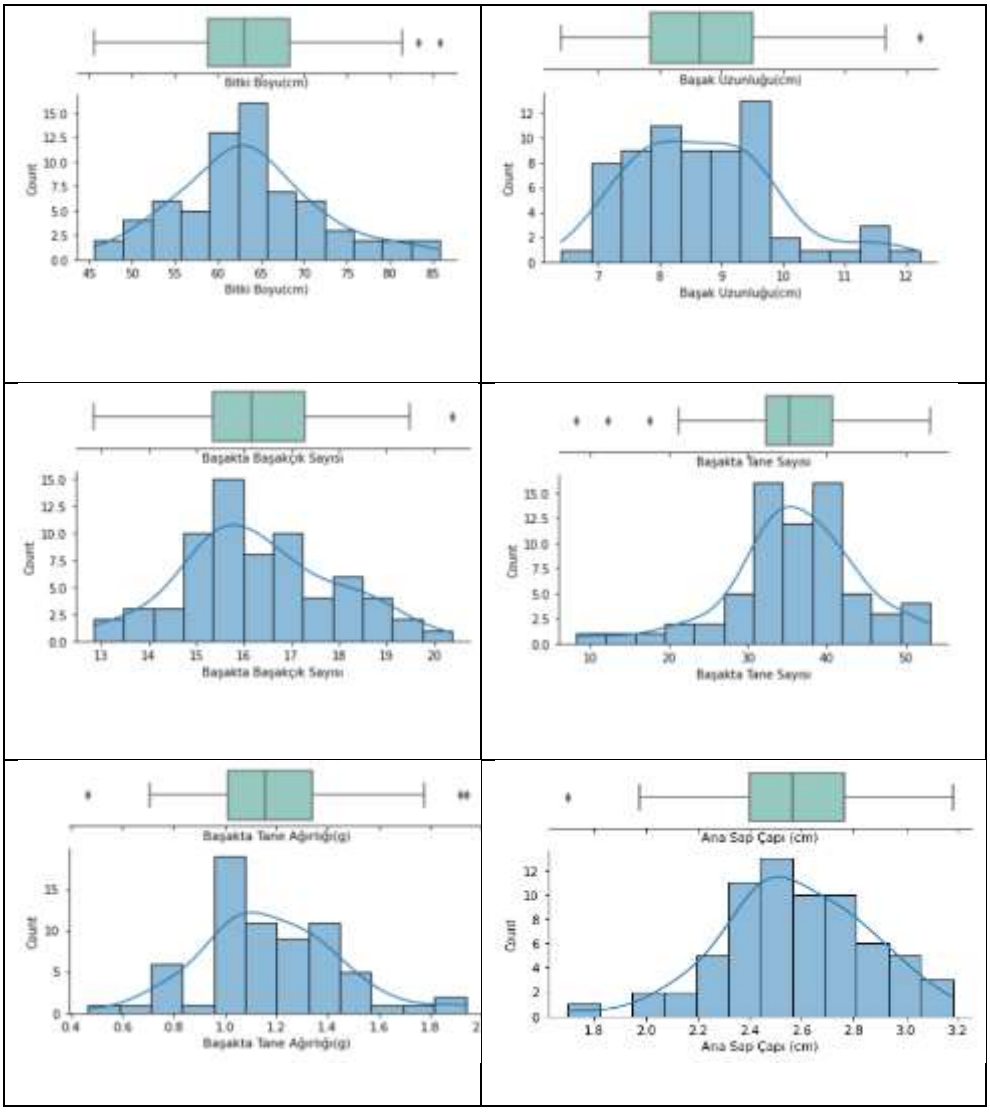
Genotipler arasında geniş varyasyonun olduğu ve seleksiyon ıslahı yapıldığında Diyarbakır ekolojik koşullarına uygun yeni çeşit adaylarının seçilebileceği belirlenmiştir. Ayrıca verim, verim unsurları ve kalite özellikleri üstün olan genotiplerin, melezleme ıslahı ile mevcut çeşitleri iyileştirme potansiyeline sahip olduğu gözlemlenmiştir.

İncelenen özeliklerden tane veriminin ortalama değeri 411,15 kg da^{-1} olarak belirlenmiştir. Ayrıca ilgili özellikte ortalama değerin üstünde değer veren genotiplerin toplam genotip sayısının % 47' sini temsil ettiğini ve ilgili özellikte

ekstrem değerlerin oldukça fazla olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 2). Yapılan benzer çalışmalarda tane veriminin genotipler arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Yıldırım ve ark., (2021), yürüttükleri çalışmada tane veriminin 90,08 ile 509,58 kg da^{-1} arasında değiştiğini bildirirken, Yorulmaz ve ark., (2022) ise 89,43 ile 375,74 kg da^{-1} arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmada ortalama protein içeriğinin % 15,20 olduğu ve ortalamanın üstünde değere sahip olan genotiplerin toplam popülasyonun % 48,5'ini temsil ettiği görülmektedir. Bazı araştırıcılar tarafından ise protein oranının % 13.73 ile 18.43 aralığında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir (Bayhan ve ark., 2020). Işık (2011), yapmış olduğu araştırmada protein oranının çeşit, tür, üretim teknikleri ve çevre koşullarına bağlı olarak farklılık gösterebildiğini bildirmiştir. Bonfil ve ark., (2004) ise kalite özelliklerinin büyük oranda protein oranıyla ilişkili olduğunu ve bu oranın ekolojik koşullar ve genotip etkisinde olduğunu belirlemişlerdir. Birçok araştırıcı, genotiplerin verim, tarımsal özellikler ve kalite özelliklerinin genotip ve çevreye göre değişiklik gösterdiğini bildirmiştir (Iravani ve ark., 2008; Fotokian ve ark., 2014; Ahmadi ve ark., 2016; Karaman, 2019; Kızılgeçi ve ark., 2019). İncelenen özelliklerden bin tane ağırlığı ortalaması 33,11 g olarak belirlenmiştir ve ortalama değerin üzerinde değere sahip genotipler, toplam popülasyonun % 41,17' sini temsil etmiştir. Albayrak ve ark., (2022) yaptıkları bir çalışmada ekmeklik buğdayda bin tane ağırlığının 30,02 ile 42,88 g aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada incelenen diğer bir özellik olan bitki boyu ortalaması 63,55 cm olarak belirlenmiştir. Özkan ve ark., (2021) ekmeklik buğdayda bitki boyu ortalamasının 71,06 cm olduğunu bildirmişlerdir.

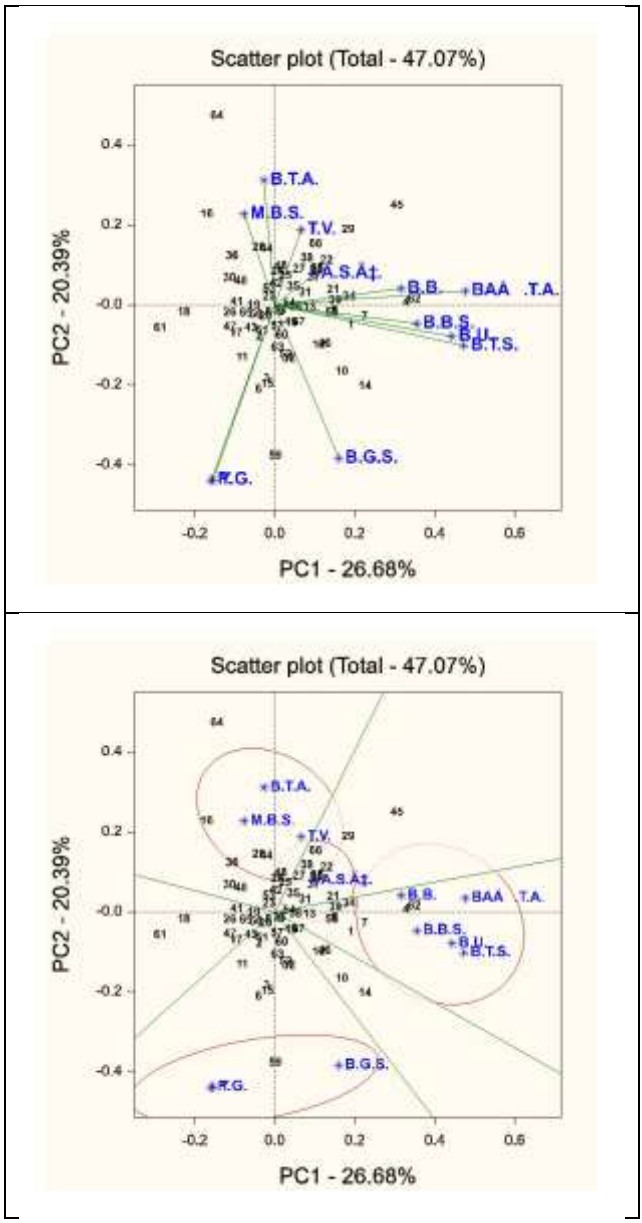
Şekil 2' de verilen genotiplerin frekans tabloları incelendiğinde, metrekarede başak sayısı özelliği dışındaki özelliklerde, normal dağılıma uymayan genotipler tespit edilmiştir. Ayrıca genotipler arasında ekstrem değerlerin oldukça fazla olması yüksek varyasyon olduğunu göstermektedir.


Verim (da/kg)
Count
Bin Tane Ağırlığı(g)
Protein(%)
Yaş Gluten%
M2 Başak Sayısı
Başaklanma Gün Sayısı



Şekil 2. Genotiplere ait frekans tabloları

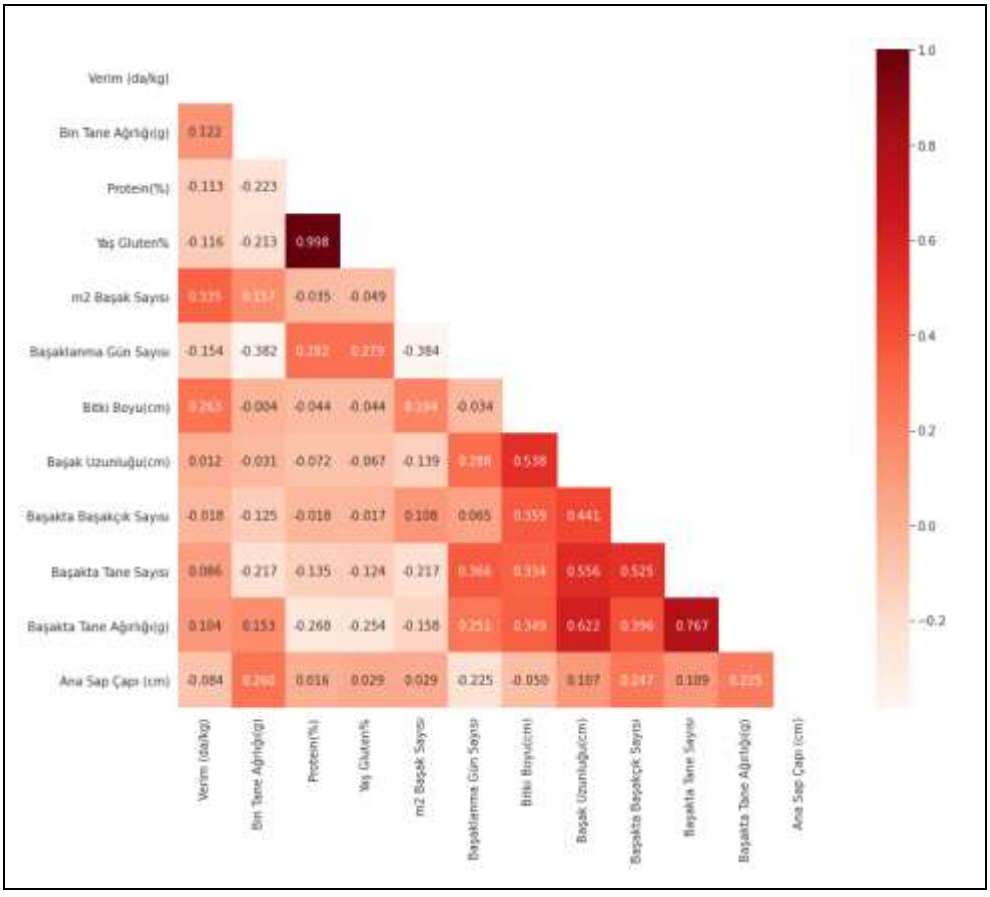
Scatter plot grafiğine göre özellikleri gösteren iki vektör arasındaki açı azaldıkça ($<90^o$) aralarındaki ilişki pozitif, açı değeri 90^o olduğunda ilişki yok ve açı değeri ($>90^o$) arttıkça negatif bir ilişki söz konusudur (Karaman, 2021).



Şekil 3. Vektörler ve oluşan gruplar vasıtasıyla genotip-özellik ilişkisinin gösterimi

Şekil 3' te verilen özellikler arası ilişkiyi gösteren scatter plot grafiği incelendiğinde, bitki boyu, başakta başakçık sayısı ve başak uzunluğu, özelliklerinin tane verimiyle yaklaşık olarak eşit seviyede ilişkili olduğu bulunmuştur. Bitki boyu ve başak

özelliklerinin daha fazla ölçüm gerektirmeden görsel seleksiyonda kullanılması ıslah etkinliğinin artmasına ve daha fazla bitki ölçümü alınmadan değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır. Protein oranı ile tane verimi değerlerinin negatif yönde ilişkili olduğu saptanmıştır. Albayrak ve ark., (2020) ülkemizdeki ıslah çalışmalarının yakın zamana kadar tane verimini artırmaya yönelik olduğunu fakat elde edilecek üründeki kaliteyi artırmanında ekonomik kullanım açısından önemli olduğunu birdirmişlerdir. Başer (2010), yaptığı bir çalışmada verim ve kalitenin aralarında ters bir ilişki bulunduğunu ve var olan genotipler arasında her iki özelliği bir arada taşıyan genotiplerin tespit edilip üreticilere tavsiye edilmesini bildirmiştir.



Şekil 4. İncelenen özelliklerin korelasyon analizi,

(+- 0 / 0,24: Öd), (+-0,25 / 0,29=*), (+-0,30 / 0,49=**), (+-0,50 / 1=***)

Şekil 4'te verilen Pearson's korelasyon analizi incelendiğinde; incelenen özelliklerden tane verimi ile bitki boyu ve metrekarede başak sayısı özellikleri arasında pozitif yönde önemli ilişki bulunmuştur. Protein içeriği ile başakta tane ağırlığı arasında negatif yönde önemli ilişki bulunmuştur. Ayrıca başaklanma gün sayısı ile protein oranı arasında pozitif yönde önemli ilişki bulunmuştur, buna bağlı olarak geç başaklanan genotiplerde protein oranı artmıştır. Erken başaklanan genotiplerin bin tane ağırlığının arttığı, başaklanma gün sayısı ile bin tane ağırlığı arasında negatif yönde önemli ilişkili olduğu bulunmuştur. Diğer özelliklere ait ikili ilişkiler ve sonuçları Şekil 4'te verilmiştir.

4. SONUÇ

Çalışma sonucunda, genotipler arasında yüksek varyasyon tespit edilmiştir. Ayrıca, elde edilen sonuçlar doğrultusunda, standart çeşitlerden üstün olan 20 adet genotipin melezleme ve seleksiyon ıslahında kullanılması amacıyla tohumları muhafaza edilmiştir.

5. KAYNAKÇA

Ahmadi, J., Vaeziand, B., Pour-Aboughadareh, A. (2016). Analysis of variability, heritability, and interrelationships among grain yield and related characters in barley advanced lines, Genetika, vol. 48, no. 1, pp. 73-85, 2016.

Albayrak, Ö., Bayhan, M., Özkan, R., Akıncı, C. (2022). Ekmeklik buğday ileri hatlarının verim ve verim kriterlerinin incelenmesi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11 (1): 173-182.

Albayrak, Ö., Kızılgeçi, F., Yıldırım, M. ve Akıncı, C. (2020). Farklı çevrelerde yetiştirilen yazlık ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ve kalite özellikleri yönünden incelenmesi, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, vol. 35, no.2, s. 167-174.

Başer İ. (2010). Buğdayda Kalite ve Kaliteyi Etkileyen Faktörler. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Tekirdağ.

Bayhan, M., Albayrak, Ö., Yıldırım M., Akıncı, C. (2020). Evaluation of physiological and quality characteristics of some bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines in Diyarbakır conditions. Eurasia 6th International Congress of Applied Science. 7-8 Fabuary, Diyarbakır, 93-94.

Bonfil, D.J., Karnieli, A., Raz, M., Mufradi, I., Asido, S., Egozi, H., Hoffman, Schmilovitch, A. Z. (2004). Decision Support System for Improving Wheat Grain Qualıty in The Mediterranean Area of Israel. Field Crops Research. 89:153-163.

Fotokian, M. H., Agahi, K., Ahmedi, J., Vaezi, B. (2014). Selection of barley advanced lines atrainfed conditions using regression and cluster analyses, Int. J. Biosci, vol. 4, no. 6, pp.80-88.

Iravani, M., Solouki, M., Rezai, A. M., Siasar, B. A., Kohkan, S. A. (2008). Investigating thediversity and relationship between agronomical traits and seed yield in barley advancedlines using factor analysis, JWSS-Isfahan University of Techology, val. 12, no. 45, pp. 137-145.

Işık A. (2011). Trakya bölgesine uygun verimli ve kaliteli ekmeklik buğday genotiplerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Karaman M. (2019). Sulu koşullarda bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin tarımsal özellikler bakımından değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6:2 296-304.

Karaman, M., Başaran, M., Erdemci, İ., Okan M. (2021). Augmented deneme desenine dayalı ekmeklik buğday genotiplerinin (*Triticum aestivum* L.) Diyarbakır yağışa dayalı şartlarında bazı tarımsal özellikler yönünden değerlendirilmesi. MSU Fen Bilimleri Dergisi. 9(1): 833-842.

Kılıç, H., Yazar, S., Erdemci, İ., Dönmez, E. (2008). Elazığ ve Malatya şartlarına uygun ekmeklik buğday çeşitlerinin belirlenmesi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu. (2-5 Haziran 2008 Konya), 78-86.

Kızılgeçi, F., Yıldırım, M., Hossain, A. (2019). Evaluation of growth, yield, quality and physiological parameters of eleven Australian bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars grown under the ecological condition of Diyarbakir, Turkey, Int. J. Agric. Environ. Food Sci., vol. 3, no. 1, pp. 34-40.

Mut, Z., Erbaş Köse, Ö. D., Akay, H. (2017). Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin tane verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 32:85-95.

Özkan, R., Bayhan, M., Yorulmaz, L., Öner, M., Yıldırım, M. (2021). Effect of different organic fertilizers on bread weat (*Triticum aestivum* L.) productivity, International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences, 5 (3): 433-442.

Petersen R. G. (1985). Corvallis, USA Augmented Designs for preliminary Yield Trials (Revised) RACHIS, Oregon Statw University, Vol. 4, No:1 p:27-32.

Tan, A. 2009. Türkiye geçit bölgesi genetik çeşitliliğin in situ muhafaza olanakları. Anadolu. J. of AARI dergisi. 19(1): 1-13.

Yıldırım, M., Kızılgeçi, F., Öztürk, F. (2021). Evaluation of winter/facultative wheat germplasm for the Diyarbakir wheat growing region on the basis of yield, quality, and agronomical traits. 3. International Baku Scientific Research Congress. October 15-16,2021, Baku, AZERBAIJAN / Baku Eurasia University. p:1017-1023.

Yorulmaz, L., Akıncı, C. (2022). Investigation of some bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes in terms of morphological, physiological, yield and quality in bed planting system. MAS Journal of Applied Sciences. 7(2): 326–336.

BÖLÜM 3

HİDROPONİK SİSTEMDE BAZI TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLER

Öğr. Gör. Esra OKUDUR[1]

[1]Batman Üniversitesi, Sason Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Batman/Türkiye, Orcıd:0000-0002-8658-016X, esra.okudur@batman.edu.tr

1. GİRİŞ

Geleneksel tarım, büyük miktarlarda su ve arazi alanı gerektirmesi nedeniyle sürdürülebilir gıda üretimi için yeni tarım yöntemlerini ortaya çıkarmıştır. Mevcut araştırmalar, 21. yüzyılın sürdürülebilir gıda üretim sistemlerinin geliştirilmesine odaklanmıştır. 2050 yılına kadar dünya nüfusunun yaklaşık 10 milyar olacağı tahmin edildiği için gıda ve beslenme güvenliğini garanti etme zorunluluğu ortaya çıkmaktadır (León-Cañedo ve ark., 2022). Bu bağlamda çevreye duyarlı tarım yöntemleri; organik tarım, iyi tarım uygulamaları, biyodinamik tarım, permakültür tarım ve topraksız tarım olarak sıralanmaktadır (Varoğlu, 2022).

Topraksız tarım; durgun veya akan besin solüsyonlarında, besin solüsyonu sisinde veya besin solüsyonlarıyla sulanan katı ortamlarda gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu sistem su kültürü ve katı ortam kültürü olarak ikiye ayrılmaktadır. Katı ortam kültürü perlit, kum, çakıl, kaya yünü, talaş, hindistan cevizi kabuğu gibi ortamların besin solüsyonu ile sulanması olarak gerçekleştirilmektedir. Su kültüründe (hidroponik) ise yapılan yetiştiricilik doğrudan bitki kökleri besin solüsyonlarında gerçekleştirilir (Çimen, 2021).

Sürdürülebilir olmayan tarım uygulamaları ile sıcaklık değişimleri, yağış, CO_2 seviyeleri, artan gübre maliyetleri, toprak verimliliğinin kaybı, tuzluluk, vb. gibi abiyotik faktörlerin etkileri ile birleştiğinde tarımda sorunlar daha da güçlenmektedir (Montoya-García ve ark., 2023). Sürdürülebilirlik açısından hidroponik sistemler, çevre dostu teknikler kullanıldığı için şehirlerde gıda üretimi için önemli bir teknoloji olarak kabul edilmektedir. Basitleştirilmiş hidroponik teknolojisi, dünyadaki açlığı azaltmanın bir yolu olarak önerilmiştir. Ayrıca geleneksel tarıma göre su kullanımını %90 oranında azaltır. Bu sistemlerde genellikle herbisit ve pestisit gerekli olmamaktadır (Cifuentes-Torres ve ark., 2021).

Hidroponik (su kültürü) sisteminin geleceği çok parlak gözükmektedir. Çünkü dünya nüfusu arttıkça, tarım arazileri koloniler altına girmekte, bu durumu aşmak için sınırlı girdilerle gıda üreten bir sisteme ihtiyaç duyulmaktadır. Hidroponik sistem gıda ihtiyacını karşılayabilecek bir sistemdir. Örneğin, açık tarla tarımında çeltik bitkisinde tek hasat yerine, hidroponik sistemde yılda dört kez hasat edilmektedir. Hidroponik sistemin kurulum maliyeti yüksek olmasına rağmen, uzun vadede tüm maliyetler düşecek, bu da bu teknolojiyi daha uygulanabilir ve kullanışlı hale getirecektir. NASA bu teknoloji üzerinde çalışmaya başladı ve bu sistemlerin uzayda da geleceği vardır (Khan, 2018).

Çevre dostu olması söz konusu olduğunda hidroponik sistemler avantaj sağlamaktadır. Doğadan toplanan bitkileri kültüre alma çalışmaları yapılmaktadır. Özellikle bitkisel ilaç tüketimi yaygınlaşmakta ve artmaktadır. Ancak ana hammadde kaynağı olan bitkilerin doğadan hasat edilmesi genetik çeşitliliğin kaybolmasına ve habitat tahribatına neden olmaktadır. Bu bitkilerin hidroponik sistemlerde yetiştiriciliği ile doğa tahrip edilmeden sağlıklı, temiz ürünler, pestisit ve herbisit kullanımı olmadan üretim yapılabilmektedir. Geleneksel tarımda kullanılan pestisitlerin ve diğer kimyasalların çevreye etkisi olumsuzdur; bu kimyasalların etkisine bağlı olarak yeraltı suları kirlenmektedir. Hidroponik sistemler, bu toksik kimyasalları ortadan kaldırır ve yeraltı suyunun kirlenmeden korunmasına önemli ölçüde katkıda bulunur (Gupta, 2017).

Günümüzde tüketicilerin tercihi, yüksek kaliteli gıdalara giderek daha fazla yönelmektedir (Ciriello ve ark., 2021). Temiz ve minimum işlenmiş gıdaya olan ilginin artması yanında değişen yaşam tarzı ile kadınların iş hayatına girmesi nedeniyle insanlar taze tüketilebilen hazır, pratik ve sağlıklı ürünler tercih etmektedirler. Bu ürünler özellikle yaprakları tüketilen sebzeler (marul, ıspanak, roka, dereotu, maydanoz, semizotu, kuzukulağı, nane, fesleğen vs.) olup hidroponik sistemlerde temiz sağlıklı ürünler üretilmektedir (Uludağ, 2017).

Hidroponik sistemlerde yapraklı sebzelerin yetiştirilmesi çevresel faktörlere göre değişmekle birlikte 3-6 hafta erkencilik sağlaması bu sistemin avantajlarındandır. Roka, ıspanak, semizotu ve kuzukulağı için geleneksel tarımda tohumdan hasada ortalama 40-60 gün vejatasyon süresi verilmekteyken, yüzen su kültüründe tohum ekiminden 4 hafta sonra hasatların gerçekleştirildiği yürüten bir çalışmada bildirilmiştir (Uludağ, 2017).

Hidroponik sistemde bitki yetiştirmenin en güzel yanı, bunu herkesin yapabilmesidir. Bilgiye ve doğru ekipmana sahipseniz, bunu evinizde kendiniz yapabilirsiniz (Şekil 1.). Bu, şehir merkezlerinde yaşayan ve bahçesi olmayan bireylerin, her gün markete gitmek zorunda kalmadan sebze, meyve ve aromatik bitkileri yetiştirebileceği anlamına gelmektedir. Hidroponik sistemi kullanarak bitki yetiştirme ekipmanlarını elde etmek kolaydır. Bu malzemeler bir mağazadan veya internet üzerinden kolayca alınabilir. Pek çok insan, gelecekte en çok bitkilerin yetiştirilebileceği yol olarak hidroponiği görmektedir (Gupta, 2017). Birçok tıbbi ve aromatik bitki türünün taze tüketildiğinde katma değer sağladığı bildirilmiştir. Bu perspektifte, korunan ortamlarda su ve besin kullanım verimliliğini artırmak için topraksız tarım kullanılabilir (Neocleous ve Ntatsi 2018).

Şekil 1. Hobi olarak kurulan hidroponik sistem (E. Okudur)

Başarılı bir hidroponik sistemin temel taşı besin solüsyonunun yönetimidir. Bitkilerin düzgün büyümesi için gerekli olan on yedi element vardır. Bitkilerin büyümesi için bunlardan dokuzu; Karbon (C), Hidrojen (H), Oksijen (O), Kükürt (S), Fosfor (P), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Potasyum(K) ve Azot (N) büyük miktarlarda gereklidir ve bu nedenle makro besin elementleri olarak adlandırılır. Demir (Fe), Çinko (Zn), Bakır (Cu), Mangan (Mn), Bor (B), Klor (Cl), Kobalt (Co) ve Molibden (Mo) gibi mikro besin elementleri olarak bilinen (kalan sekiz element) elementlere küçük miktarlarda ihtiyaç duyulur (Khan ve ark., 2020). Hidroponik sistemlerde en yaygın kullanılan besin solüsyonu Hoagland besin solüsyonudur (Türkmen ve ark., 2016). Hidroponik sistemlerle ilgili birçok çalışmada Hoagland besin solüsyonun farklı konsantrasyonları denenmiştir. Bu besin solüsyonu dışında Cooper (1979), Resh (1991) Hewitt (1966) Steiner (1984) gibi besin solüsyonları da kullanılmaktadır (Tablo1.) (Carrasco Silva ve Izquierdo 1996).

Tablo1: Hidroponik sistemlerde kullanılan besin solüsyonları (mg L^{-1})

Besin Elementler	**Hoagland ve Arnon (1938)**	**Cooper (1979)**	**Resh (1991)**	**Hewitt (1966)**	**Steiner (1984)**
N	210	200-236	150	168	167
P	31	60	50	41	31
K	234	300	150	156	277
Ca	160	170-185	150	160	183
Mg	34	50	50	36	49
S	64	68	-	48	-
Fe	2,5	12	5	2,8	2-4
Cu	0,02	0,1	0,03	0,064	0,02
Zn	0,05	0,1	0,05	0,065	0,11
Mn	0,5	2,0	0,5	0,54	0,62
B	0,5	0,3	0,5	0,54	0,44
Mo	0,01	0,2	0,02	0,04	-

Hidroponik sistemde bitki besin elementlerinin kullanımı ve optimizasyonu, tek besin solüsyonunda birden fazla ürün yetiştirmek mümkün ve geleneksel tarıma göre daha az su gereksinimine ihtiyaç vardır (Agarwal ve ark., 2019).

Geleneksel tarıma kıyasla hidroponik sistemler, aromatik türlerin hem büyümesini hem de kimyasal bileşimini etkileyebilir. Aromatik bitkiler, ayırt edici aromaları nedeniyle gıda hazırlama ve işlemede bir bileşen olarak dünya çapında yaygın olarak kullanılmaktadır. Aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların antibakteriyel, antifungal, antiviral, antiinflamatuar ve sitotoksik aktivitelere sahip olduğu gösterilmiştir (Ronga ve ark., 2018, Giurgiu ve ark., 2014).

Hidroponik sistemde yetiştiriciliği etkileyen ışık, sıcaklık, hava nemi ve CO_2 konsantrasyonu gibi önemli çevresel faktörler vardır. Genellikle bu faktörlerin seviyesi (çok düşük veya çok yüksek) hidroponik sistemde bitki yetiştirilmesini olumsuz etkilemektedir. Çevresel faktörler sadece ürünlerin dış ile iç kalitesini ve fizyolojik süreçleri etkilemekle kalmaz, aynı zamanda ürünlerin görünümünde de değişikliklere yol açar. Tıbbi bitkilerde aşırı ışık, uçucu yağların ve diğer bileşiklerin içeriğini arttırır. Farklı sıcaklık düzeylerinde bitkinin kimyasal reaksiyonu ve fiziksel özellikleri etkilenir. Genel olarak, artan hava sıcaklığı ile farklı sebze ve meyvelerin büyüme hızı artmıştır. Hidroponik sistemde hava neminden bitkilerin su durumu ve terlemesi etkilenir. Yüksek nem seviyelerinde patojenleri yayarak hastalıkların artmasına neden olur. CO_2 konsantrasyonunun artmasıyla; bitkinin kuru ağırlığı, bitki boyu, bitki yaprak sayısı ve bitkinin yan dallarının arttığı bildirilmektedir (Khan, 2018).

Hidroponik bitkilere besin solüsyonu temini esas olarak pH ve elektriksel iletkenlik (EC) olarak adlandırılan iki parametreye bağlıdır. Besin solüsyonun optimum pH aralığı 5,8 - 6,5 ve EC aralığı 1,5- 2,5 dSm^{-1} arasındadır (Khan, 2018). pH, hidrojen potansiyeli anlamına gelir. Belirli bir ortamdaki (su, toprak vb.) hidrojen iyonu

aktivitesinin bir ölçüsüdür. Tüm elementlerin belirli bir çözünürlükte pH aralığı vardır. Yani belirli pH aralıklarında mineral elementlerin bitki alımı için uygun hale gelir. pH ölçeği 0 ile 14'tür. 14 en yüksek bazlık, 7 nötr ve 0 en yüksek asitliktir. Çok düşük pH (pH 4.5'in altında) ve çok yüksek pH (pH 9'un üstünde) bitki köklerine zarar verebilir veya öldürebilir (Khan, 2018). pH'ı ölçmek için kalibre edilmesi gereken portatif bir ölçüm cihazı kullanılır (Şekil 2.). pH düzenlemek genellikle solüsyonun yukarıda belirtilen optimal aralığa optimize etmek için yapılır. pH'ı istenen değere düşürmek için, nitrik asit (HNO_3) ve fosforik asit (H_3PO_4) kullanılır. Asit solüsyonu hazırlanırken asit yanıklarını önlemek için koruyucu gözlük ve eldiven takılmalı dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Konsantre asit veya asit çözeltisinin dökülmemesine dikkat edilmelidir. Unutulmamalıdır ki, hazırlanırken asit her zaman solüsyon üzerine ilave edilmelidir. Aksi takdirde asidin üzerine su dökülürse patlama meydana gelebilir. Kullanılan asit türlerinin saf ürün olmasına gerek yoktur, aksine tercihen %85 saflıkta ticari kullanıma sunulan asitler kullanılır ayrıca daha düşük maliyetlidir. Besin solüsyonunu alkalize etmek, yani pH'ı optimum aralığa çıkarmak gerekiyorsa, potasyum hidroksit (KOH) kullanılmalıdır (Carrasco Silva ve Izquierdo 1996).

Şekil 2. Taşınabilir pH ve EC metre (E. Okudur)

EC ise [microsiemens (µS) veya micromhos (µM) olarak gösterilir] besin solüsyonlarının bir elektrik akımı iletme yeteneğinin ölçümüdür. EC ölçüldüğünde besin solüsyon konsantrasyonun ne kadar güçlü veya zayıf olduğu belirlenebilir (Anonim, 2021). Solüsyondaki besin elementlerinin her birinin konsantrasyonu kimyasal analiz yoluyla belirlemek mümkündür. Alternatif olarak besin öğelerinin konsantrasyonun günlük kontrolleri gereklidir. Numuneleri analiz için bir laboratuvara götürmek külfetli ve pahalı bir iş haline gelmektedir. Genellikle çok pahalı olmayan taşınabilir bir iletkenlik ölçer kullanılarak solüsyonda çözünen besin elementlerin toplam konsantrasyonu tahmin edilir (Şekil 3.) (Carrasco Silva ve Izquierdo 1996).

Şekil 3. Taşınabilir EC metre (E. Okudur)

Kök gelişimi ve besin elementlerinin alınımı için gerekli enerji, oksijen gerektiren solunum işleminden sağlanmaktadır. Bitkinin kök bölgesinde yeterli oksijen yoksa bitki ölür. Hidroponik sistemde besin solüsyonundaki oksijen miktarı en önemli faktörlerden biridir. Solüsyondaki oksijen içeriğinin 3 ppm'in altına düşürülmemesi gerekir. Solüsyonda alg gelişimi oksijeni tükettiği için engellenmelidir (Gül, 2019). Taşınabilir oksijen metre ile düzenli ölçümler yapılmalıdır (Şekil 4.).

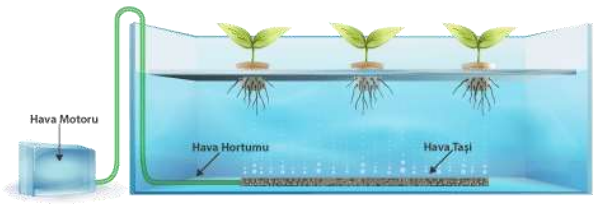
Şekil 4. Taşınabilir Oksijenmetre (E. Okudur)

Hidroponik sistemlerin genel olarak avantajına bakacak olursak, toprağın bitkisel üretime uygun olmadığı yerlerde üretim yapmak, su ve gübre kullanım etkinliği, kontrollü bir şekilde bitki besleme, sulama kolaylığı, verimi ve kaliteyi artırması olarak sıralanabilir. Dezavantajı da ilk kurulum maliyeti yüksek ve teknik bilgi gereklidir (Gül, 2019). Teknoloji ilerledikçe maliyetler düşecektir. Bunun yanında küçük işletmeler ya da hobi amaçlı yapılan yetiştiriciliklerde, düşük maliyetli özellikle yüzen su kültürü sistemi kurmaktadırlar. Ülkemizde hidroponik sistemlerde yapılan yetiştiriciliğin yaklaşık 15 yıllık bir geçmişi bulunmaktadır. Bilimsel olarak birçok üniversitede hidroponik sistemlerle ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Böylece sektöre bu sistemler hakkında deneyimli öğrenciler kazandırılmış olmaktadır. Her geçen gün bilgi birikiminin daha da artacağı şüphesiz bir gerçektir.

Hidroponik Sistemde Kullanılan Yetiştirme Yöntemleri

1. Derin su kültürü (DWC)

Derin su kültürü sisteminin tekniği, şu anda kullanılan sistemlerin çoğunun öncüsüdür (Cifuentes-Torres ve ark., 2021). Besin solüsyonu ile doldurulmuş, üzeri ağ ile kapatılmış bir kova ve bitkileri desteklemek için üzerine ince bir kum tabakası (1 cm) yerleştirilmiş bir bezden oluşur; kökler besin çözeltisi içinde süspanse edilir (Şekil 5.). Alternatif olarak, kova bir kapakla kapatılabilir ve kaplarında bulunan bitkiler kapağın ortasından asılır (Savvas ve ark., 2013).



Şekil 5. Derin su kültürü (DWC) (https://toprakvesu.com)

Günümüzde bitki besleme ile ilgili çalışmalarda kullanılmaktadır. Hobi amaçlı iş yerlerinde ve evlerde bitki yetiştiriciliğine uygun bir yöntemdir. En basit olarak kavanozlar alüminyum folyo ile kaplanarak kullanılabilir. 15 cm derinlikte olan kaplar kullanılır. Besin solüsyonu bitki büyüklüğüne göre belli zamanlarda değiştirilmesi gerekmektedir. Bitki büyüdükçe solüsyonun değiştirilme sıklığı artmaktadır. İyi bir bitki yetiştiriciliği için solüsyonun havalandırılması gereklidir (Gül, 2019). Sürekli havalandırma, köklerin besin solüsyonun içinde tutunmasını sağlar. Bitki büyümesini optimize etmek için oksijen konsantrasyonu, iletkenlik ve pH kontrol edilmelidir (Cifuentes-Torres ve ark., 2021). Derin su kültüründe havalanma ile ilgili problemlerden dolayı farklılıklar yapılmıştır. Bu farklılıklar

sonucunda yüzen su kültürü, gelgit sistemi, derin veya yarı derin akan su kültürü geliştirilmiştir (Gül, 2019).

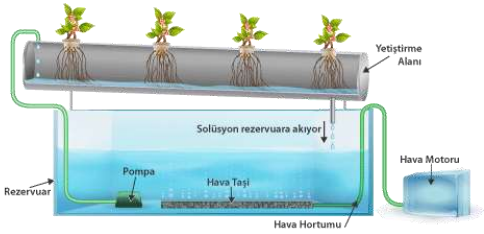
2. Yüzen su kültürü

Bitkiler, besin solüsyonu ile doldurulmuş tanklarda ya da yüzen tepsilerde yetiştirilir. Bu yöntemin uzun bir geçmişi vardır. Günümüzde teknik esas olarak taze kesilmiş yapraklı sebzelerin (marul, hindiba, roka, kuzu marulu vb.) ve aromatiklerin (fesleğen, nane, kekik vb.) yetiştirilmesi için kullanılmıştır. Düşük kurulum maliyetleri ve besin solüsyonun izlenmesi ve ayarlanması için gereken küçük otomasyon nedeniyle sistem özellikle ilgi çekici görünmektedir. Yüzen su kültürü 20-30 cm derinliğinde, düşük maliyetli malzemeden (beton, tuğla, ahşap plakalar) yapılmış veya doğrudan seranın zeminine oturtulmuş tanklarda yapılmaktadır (Şekil 6.). Tanklar solüsyonu sızdırmaz hale getirilmelidir. Kullanılan tanklar 150–250 L m^{-2} hacme sahip besin solüsyonu ile doldurulmaktadır (Savvas ve ark., 2013). İzmir (Çeşme ilçesi)'de kurulan modern bir işletmede yüzen su kültürü sisteminin besin solüsyonu derinliği 8 cm dir. Bu işletmede maydanoz, roka, adaçayı, tarhun, kişniş, fesleğen, kekik gibi tıbbi ve aromatik ile sebze (marul ve tipleri) yetiştiriciliği yapılmaktadır (Gül, 2019). Büyüme mevsimi boyunca, besin solüsyonundaki O_2 konsantrasyonu 5 - 6 mg L^{-1} arasında değişmelidir. Serada tek tanklı veya çok tanklı sistem kullanılabilir (Savvas ve ark., 2013).

Şekil 6. Yüzen su kültürü (E. Okudur)

3. Besin film tekniği (NFT)

NFT, orijinal adı Nutrient Film Techniquedir. Türkçeye besleyici film tekniği olarak çevrilmiş hidroponik sistemdir. İngiltere de geliştirilmiştir (Gül, 2019). Bu sistemde çok ince bir besin solüsyonu tabakasının su geçirmez kanallardan (oluklar) aktığı, bitkilerin çıplak köklerinin bulunduğu yöntemdir. Kanallara yüzde 1,2–3,0'lık bir eğim verilmelidir. Çünkü besin solüsyonun akışı sağlanmalı ve kökleri tamamen ıslak tutulmalıdır. İnce bir besin solüsyon akışıyla (1-2 mm derinlik), kanalın dibinde gelişen kök kısmının üst yüzeyi sürekli olarak havada olduğu için köklerin yeterli oksijen almasını sağlamaktadır. Kanalların alt ucunda, besin solüsyonunu büyük bir toplama tankına boşaltılır. Daha sonra besin solüsyonu yeniden sirküle edilmek üzere geri iletilir (Şekil 7.). Kanal tabanındaki solüsyon birikmesinden kaçınılmalıdır. Çünkü hareketsiz solüsyon oksijen tükenmesine ve bitkinin büyümesine engel olacaktır (Savvas ve ark., 2013). Bu sistemdeki kanal uzunluğu 20-30 m geçmemesi gerekmektedir. Besin solüsyonun akış hızı 2-4 L dk^{-1} olması gerekmektedir (Gül, 2019).



Şekil 7. Besin film tekniği (NFT) (https://toprakvesu.com)

Besin solüsyonun verilmesi 24 saatlik bir döngüde sürekli veya aralıklı olabilir. NFT sistemlerinde kullanılacak bitkiler, küçük saksılarda veya taşyünü küplerinde yetiştirilir ve kök sistemi oluştuğunda kanallara yerleştirilir. NFT'nin diğer sistemlere göre ana avantajları, substratın olmaması ve gereken besin solüsyonu hacminin azalmasıdır. Bundan dolayı su ve gübrelerde önemli tasarruflar sağlar.

Ancak düşük su hacmi nedeniyle, besin solüsyonu kanal ve büyüme mevsimleri boyunca büyük sıcaklık değişimine maruz kalmaktadır. Teknik olarak çoğu ürün NFT sisteminde yetiştirilebilir, ancak marul gibi kısa vadeli ürünler (30-50 gün) için en iyi sonucu vermektedir. Bitkilerin kökleri kanalı doldurmadan hasat edilmesi gerekmektedir (Şekil 8.) (Savvas ve ark., 2013). NFT sistemler açık veya kapalı sirkülasyon ile kullanılabilir, ancak ikincisi daha yaygındır (Cifuentes-Torres ve ark., 2021).

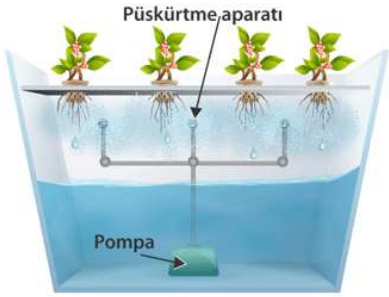
Şekil 8. Besin film tekniği (NFT) (E. Okudur)

4. Derin veya yarı derin akan su kültürü

Bu sistem köklerin sürekli olarak hareketli solüsyona maruz kaldığı bir başka yöntemdir. NFT'de solüsyon akışı mümkün olduğu kadar inceyken, bu sistemde akan besin solüsyon derinliği 5-15 cm'dir. Büyük su hacmi, besin solüsyonun kontrolünü kolaylaştırır ve sıcaklığı tamponlar, bu da sistemin besin solüsyonunda sıcaklık dalgalanmasının sorun olabileceği bölgeler için uygun hale getirir. Sistemdeki kanalların genişliği genellikle yaklaşık 1 m'dir. (Savvas ve ark., 2013). Japonya da geliştirilmiş olan Kyowa sistemi olarak bilinen yarı derin sistemde temel prensibi besin solüsyonun kuvvetli bir şekilde havalandırılmasıdır (Gül, 2019).

5. Aeroponik

Aeroponik, askıda kalan kök sistemine sürekli veya aralıklı olarak uygulanan ince bir besin solüsyonunu sis şeklinde verilerek uygulanan su kültürü yöntemidir. Püskürtücülerin akış hızı saatte 35-70 litre arasında değişebilmektedir. Genel olarak aeroponik sistemde ünite boyunca homojenliği sağlamak için yaklaşık 50 cm aralıklarla püskürtücüler yerleştirilmelidirler (Şekil 9.). Püskürtme genellikle 30-60 saniye sürmektedir. Bu süre türe, bitki büyüme aşamasına, mevsime ve günün saatine göre değişir (Savvas ve ark., 2013). Aeroponik, su ve gübre tüketiminde etkin kullanım mümkündür. Bu sistemde köklerin yeterli oksijeni alması sağlanır. Elektrik kesintileri bu sistemin dezavantajıdır. Aeroponik sistem tıbbi ve aromatik bitkiler için kullanılabilir (Savvas ve ark., 2013).



Şekil 9. Aeroponik (https://toprakvesu.com)

Hidroponik Sistemlerde Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

Hidroponik sistemde kuzukulağı yetiştiriciliği

Kuzukulağı (*Rumex acetosa* L.), Akdeniz bölgesinde antik çağlardan beri bilinen Polygonaceae familyasına ait, çok yıllık, yabani, yenilebilir bir bitkidir (Ceccanti ve ark., 2020). Kuzukulağı, halk arasında ekşiotu, ekşimelek, ekşilik, ekşikara, ekşimen, turşu otu gibi isimlerle bilinmektedir. Kuzukulağı 15-40 cm boyunda ve

nemli ortamlarda doğal olarak yetişir. Tüysüz yaprakları ve pembemsi renkli çiçekleri vardır. Kuzukulağı türlerinin bazıları ülkemizde doğadan toplanmaktadır. Bazı türler kültüre alınmış, birden fazla hasat edilebilmektedir (Demirtaş, 2019).

Okudur ve Ercan (2018) hidroponik sistemde besin solüsyonunu değiştirilmeden iki kez hasat yaptıkları kuzukulağı yetiştiriciliğinde verimi 1930 gm^{-2} bulduklarını bildirmişlerdir. Sezer 2015 yılında topraksız tarımda yürüttüğü kuzukulağı yetiştiriciliğinde en yüksek sonucu 1682 gm^{-2} bildirmiştir. Uludağ, 2017 yılında hidroponik sistemde üç kez hasat ettiği kuzukulağı bitkisinin en yüksek verimi 2338.6 gm^{-2} bildirmiştir. Kuzukulağı yetiştiriciliği hidroponik sistemler için uygun olup ürün, toprak ile bulaşık olmadan birkaç kez hasat edilebilir.

Şekil 10. Hidroponik sistemde yetiştirilmiş kuzukulağı bitkisi (E. Okudur)

Hidroponik sistemde dereotu yetiştiriciliği

Dereotu (*Anethum graveolens* L.) tek yıllık bitkiler grubunda yer alır. Maydanozgiller (Apiaceae) familyasından olup her ülkede tarımının yapılması mümkündür. Dereotunun boyu 120 cm'ye kadar uzayabilmektedir. Gerçek yapraklar 3-4 parçadan oluşmaktadır. Alt kısmında saplı yapraklar, üst kısmında sapsız yapraklar vardır. Bitkinin yapraklarında aromatik maddeler bulunur. Hem gövde

hem de yaprak saplarının kokusu aynıdır. Dereotunun anavatanı Asya olup, Akdeniz havzasında da doğal olarak yetiştiğinden, en önemli üreticileri Hindistan ve Pakistan'dır. (Bezli, 2020). Ülkemizde dereotu üretimi 10432 tondur (TÜİK, 2021). Topraksız sistemlerde dereotunun yetiştirilmesi, son yıllarda taze kesilmiş hazır ürünlere yönelik artan pazar talebiyle tüm yıl boyunca piyasada bulunabilirliğini artırarak rahatlıkla kullanılabilir (Fontana ve ark., 2009).

Şekil 11. Hidroponik sistemde yetiştirilmiş dereotu bitkisi (E. Okudur)

Hidroponik sistemde maydanoz yetiştiriciliği

Maydanoz, *Petroselinum crispum*, dünya ticaretinde uçucu yağı ile tanınan, ticari açıdan önemli bir mutfak bitkisidir. Maydanozun uçucu yağı, tıbbi, kozmetik, çeşni ve koruyucu özellikleri nedeniyle büyük ölçüde popüler hale gelmiştir. Yapılan çalışmada, maydanoz bitkisinin içeriğindeki uçucu yağları arttırmak için hidroponik sistemlerde iyileştirmeler (besin türü, besleme yaklaşımı, elektriksel iletkenlik ve yönetim stratejisi) yapılarak uçucu yağ oranının arttırılabileceği bildirilmiştir (Rattan, ve ark., 2022). Maydanoz yıl boyu tercih edilen, hoş kokulu, iştah açıcı, görselliği güzel ve besleyici öğeleri yüksek bir sebzedir. Yayılış gösterdiği alanlar Akdeniz iklim kuşaklarıdır. Maydanoz kazık kök şekline sahiptir. Kökler duruma göre 80 cm kadar derine inebilirler. Maydanozda gövde toprak seviyesinde rozet

şeklinde, bir sonraki yılda ise gelişerek yuvarlak boyuna oluklu ve ince yapılı olarak dallanır. Boyları çiçeklenmede 150 cm'ye kadar ulaşabilir (Can, 2022). Ülkemizde maydanoz üretim miktarı 108604 tondur (TÜİK, 2021). Maydanozun hidroponik sistemde en verimli şekilde yetiştirildiği pH aralığı 6.0-6.5 ve EC 1.8-2.2 dSm^{-1} arasında kabul edilir (Kannan ve ark., 2022).

Şekil 12. Hidroponik sistemde yetiştirilmiş maydanoz bitkisi (E. Okudur)

Hidroponik sistemde nane yetiştiriciliği

Çok yıllık sürünücü gövdeye sahip otsu bitki olan nane, Lamiaceae familyasına ait Mentha türlerine verilen bir isimdir. Anavatanı Orta Avrupa ve Asya'dır. Nane türlerinin kültüre alınmasında iklim seçiciliği bulunmadığından dünya genelinde kültürü yapılmaktadır. Pipermint ve spearmint olarak ticari nane türleri gruplandırılmaktadır (Yasak, 2019). Nane yaprakları baharat olarak yaygın olarak kullanılmaktadır ve uçucu yağları özellikleri nedeniyle gıda, ilaç, kozmetik ve endüstriler için en popüler yağlardan biridir (El Hassani ve ark., 2022). Günümüzde dünyada en çok ticareti yapılan 10 yağ arasında yer alan uçucu yağının ticari önemi nedeniyle Mentha büyük ilgi görmektedir (Chrysargyris ve ark., 2017). Ülkemizde nane üretim miktarı 26438 tondur (TÜİK, 2021). Shanmugabhavatharani ve ark. (2021)'nın yaptığı çalışmada, hidroponik sistemde nane yetiştiriciliğinde aldıkları verimin 0,35 kg $bitki^{-1}$ olduğu bildirilmiştir. Topraksız bir yetiştirme sistemi olan hidroponiğin, ürün yetiştirmenin en hızlı yolu olduğu bildiriliyor. Ayrıca bitkiler asla

su stresi altında değildir. Hidroponik, üretim sürecinin standardizasyonu ve bitkilerin endüstriyel ölçekte işlenme kolaylığı gibi birçok avantaj sağlar. Bu nedenle, hidroponik yoluyla nane üretiminde kaliteli uçucu yağlar elde edilmektedir (Vimolmangkang ve ark., 2010).

Şekil 13. Hidroponik sistemde yetiştirilmiş nane bitkisi (E. Okudur)

Hidroponik sistemde fesleğen yetiştiriciliği

Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.), Akdeniz'in en popüler aromatik ve yenilebilir bitkileri arasında kabul edilen Lamiaceae familyasının yıllık otsu bir türüdür. Fesleğenin boyu 20–60 cm'dir. Beyaz-mor çiçekli bir bitkidir. Anavatanı Asya, Afrika ve Güney Amerika'nın tropik ve subtropik bölgelerine özgü bir bitki olan fesleğenin dünya çapında yetiştiriciliği yapılmaktadır (Güler, 2019). Günümüzde *O. basilicum* kendine özgü aroması için gıda işleme, kozmetik ve ilaç endüstrisinde kullanılmaktadır. Dünya çapında pesto olarak bilinen yeşil sosun ana bileşenidir. Aromatik bitkiler için yıldan yıla değişkenliğin güçlü etkisi göz önüne alındığında, üreticiler için bir zorluk teşkil etmektedir. Bu zorluk, bilim camiasını hidroponik gibi kontrollü çevresel ve besin koşullarına sahip alternatif yetiştirme yöntemlerine odaklanmaya yönlendirmiştir. Bu sistemler daha yüksek verimi garanti edebilen,

beslenme kalitesini iyileştirebilen, zararlı ve patojenlerin görülme sıklığını azaltabilen, üretimin mevsimsel ayarlanmasına izin veren ve üretim döngüsünü kısaltan sistemlerdir. Hidroponik sistemler fesleğen gibi nispeten küçük tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştiriciliği için çok uygundur. Hidroponik ayrıca, besin solüsyonun sürekli izlenmesi nedeniyle düşük nitrat içeriğine sahip yapraklı sebzeler üretmek için ideal bir yöntemi temsil eder. Nitratın azaltılması, yapraklı sebzelerin üretimi ve pazarlanabilirliği için önemli bir kalite ayrıcalığı haline gelmiştir (Ciriello ve ark., 2021). Fesleğen yetiştiriciliği için temel ekolojik gereksinimlerin sıcaklık, ışık ve nem olduğu güneşli koşullar altında iç ve dış mekanlarda iyi yetişir. Fesleğenin geleneksel sistemlere kıyasla topraksız sistemler altında daha iyi bir verime sahip olduğunu bildirilmektedir (León-Cañedo ve ark., 2022). Fesleğenin hidroponik sistemde en verimli şekilde yetiştirildiği pH aralığı: 5.5-6.0 ve EC: 1.0-1.6 dSm^{-1} arasında kabul edilir (Kannan ve ark., 2022). Hem taze hem de kurutulmuş yaprakları mutfak ve tıbbi amaçlar için kullanıldığından ticari olarak önemli bir bitkidir. Olfati ve ark., (2012)'nın hidroponik sistemde farklı konsantrasyonlarda fesleğen bitkisi ile ilgili yaptıkları çalışmada verim değerinin en yüksek 258.60 gm^{-2} olduğunu tespit etmişlerdir.

Şekil 14. Hidroponik sistemde yetiştirilmiş fesleğen bitkisi (E. Okudur)

6. SONUÇ

Son zamanlarda, hidroponik sistemler toprağa olan bağımlılığı ortadan kaldırdığı için popülerlik kazanmıştır. Fakat, bu sistemlere yatırım yapılmasına birçok insan da karşı gelmektedir. Özellikle ülkemiz topraklarının verimliliği savunulmaktadır. Bilim insanları bu sistemlerin; kayalıklı, taşlı, tuzluluğu yüksek… gibi bitki yetiştiriciliğine uygun olmayan arazilerde kurulmasını önermektedir. Tıbbi ve aromatik bitki yetiştirmek için hidroponik sistemin avantajları, bu yetiştirme sistemlerinin tıbbi ürün endüstrisi için güçlü bir araç olabilecektir. Bitkilerin üretimi ve kalitesini yıl boyunca önemli ölçüde artırma potansiyeline sahip olduğu ve sayısız faydaları olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çevre kirliliğine neden olmayabilir. Tarımsal girdilerin (su, gübre ve zirai ilaçlar) etkin kullanımı sağlanmaktadır. Sektörün gelecekte de katlanarak büyümesi beklenmektedir. Dünyamızın ve ülkemizin gıda güvenliğini sağlamak için ürünün verimini ve kalitesini artırmak için hidroponik sistemleri benimsemek gerekmektedir.

7. KAYNAKÇA

Agarwal, A., Prakash, O., Sahay, D., Kumar, P., Bala, M. (2019). Hydroponics (soil-less cultivation): A space effective and water efficient technology for sustainable agriculture. *International Journal of Agriculture, Environment and Sustainability*, *1*(1), 4-9.

Anonim. (2021). Myron L company, Application bulletin Hydroponics, https://www.myronl.com/wp-content/themes/myron_l_theme/dl/hp_ab.pdf (Erişim tarihi: 10.10.2022)

Bezli S. (2020). Dereotu (Anethum graveolens L.) ekim yöntemlerini iyileştirme olanakları, (Yüksek lisans tezi) Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Ana Bilim Dalı, 77s.

Carrasco Silva, G., Izquierdo, J. (1996). La empresa hidropónica de mediana escala: la técnica de la solución nutritiva recirculante (" NFT").

Can, G. (2022). Su kültüründe maydanoz yetiştiriciliğinde biyo-stimulantların kullanımı. (Yüksek lisans tezi) Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 70s.

Chrysargyris, A., Nikolaidou, E., Stamatakis, A., Tzortzakis, N. (2017). Vegetative, physiological, nutritional and antioxidant behavior of spearmint (Mentha spicata L.) in response to different nitrogen supply in hydroponics. *Journal of applied research on medicinal and aromatic plants*, *6*, 52-61.

Ceccanti, C., Landi, M., Incrocci, L., Pardossi, A., Guidi, L. (2020). Suitability of Hydroponically-Grown Rumex acetosa L. as Fresh-Cut Produce. *Horticulturae*, *6*(1), 4.

Cifuentes-Torres, L., Mendoza-Espinosa, L. G., Correa-Reyes, G., Daesslé, L. W. (2021). Hydroponics with wastewater: a review of trends and opportunities. *Water and Environment Journal*, *35*(1), 166-180.

Ciriello, M., Formisano, L., El-Nakhel, C., Corrado, G., Pannico, A., De Pascale, S., Rouphael, Y. (2021). Morpho-physiological responses and secondary metabolites modulation by preharvest factors of three hydroponically grown genovese basil cultivars. *Frontiers in Plant Science*, *12*, 671026.

Çimen, Z. A. (2021) Örtü Altı Sebzecilik. İksad yayın evi.

Demirtaş, B. (2019). Kuzukulağı (Rumex acetosella L.) bitkilerinde azot ve potasyum uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi. (Yüksek lisans tezi). Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Ordu 77s.

El Hassani, F. Z., Errachidi, F., Aissam, H., Merzouki, M., Benlemlih, M. (2022). Effect of Olive Mill Wastewater on the composition of the essential oil of bergamot-mint under semi-arid climate. *Industrial Crops and Products*, *177*, 114487.

Fontana, E., Tibaldi, G., Nicola, S. (2009). Effect of the nutrient solution and shelf-life conditions on the essential oil profile of minimally processed dill (Anethum graveolens L.) grown in a soilless culture system. In *VI International Postharvest Symposium 877* (pp. 135-141).

Giurgiu, R. M., Morar, G. A., Dumitraş, A., Boancă, P., Duda, B. M., Moldovan, C. (2014). Study regarding the suitability of cultivating medicinal plants in hydroponic systems in controlled environment. *Research Journal of Agricultural Science*, *46*(2).

Gupta, R. (2017). Hydroponics-A Need Of The Time. In *Proceedings of National Symposium on India Striving towards one* (Vol. 1, p. 47).

Gül, A. (2019). Topraksız Tarım. Meta Basım. İzmir.

Güler, H., D. (2019). Biberiye, fesleğen, kekik, nane ve stevyanın toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi üzerine kurutma yöntemlerinin etkisi. (Yüksek lisans tezi) Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 76 s.

Kannan, M., Elavarasan, G., Balamurugan, A., Dhanusiya, B., Freedon, D. (2022). Hydroponic farming–A state of art for the future agriculture. Materials Today: Proceedings.

Khan, F. A. (2018). A review on hydroponic greenhouse cultivation for sustainable agriculture. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, *2*(2), 59-66.

Khan, S., Purohit, A., Vadsaria, N. (2020). Hydroponics: Current and future state of the art in farming. *Journal of Plant Nutrition*, *44*(10), 1515-1538.

León-Cañedo, J. A., Alarcón-Silvas, S. G., Fierro-Sañudo, J. F., de Oca, G. A. R. M., Fregoso-López, M. G., Páez-Osuna, F. (2022). Mercury in basil (Ocimum basilicum) grown simultaneously with shrimp (Litopenaeus vannamei) by aquaponics. *Journal of Food Composition and Analysis*, 104929.

Montoya-García, C. O., García-Mateos, R., Becerra-Martínez, E., Toledo-Aguilar, R., Volke-Haller, V. H., Magdaleno-Villar, J. J. (2023). Bioactive compounds of purslane (*Portulaca oleracea* L.) according to the production system: A review. *Scientia Horticulturae*, *308*, 111584.

Neocleous, D., Ntatsi, G. (2018). Seasonal variations of antioxidants and other agronomic features in soilless production of selected fresh aromatic herbs. *Scientia Horticulturae*, *234*, 290-299.

Okudur, E. and Ercan N. (2018). The Effects of Two Different Dose Fertilizer Application on the Sorrel (*Rumex acetosella* L.) in Floating Culture. 1. Internatıonal Gap Agrıculture & Livestock Congress, Şanlıurfa 281-286 s.

Olfati, J. A., Khasmakhi-Sabet, S. A., Shabani, H. (2012). Nutrient solutions on yield and quality of basil and cress. *International journal of vegetable science*, *18*(3), 298-304.

Rattan, S., Partap, M., Kumar, S., Warghat, A. R. (2022). Nutrient feeding approach enhances the vegetative growth biomass, volatile oil composition, and myristicin content in hydroponically cultivated Petroselinum crispum (Mill.) Nyman. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, *26*, 100359.

Ronga, D., Pellati, F., Brighenti, V., Laudicella, K., Laviano, L., Fedailaine, M., Francia, E. (2018). Testing the influence of digestate from biogas on growth and volatile compounds of basil (Ocimum basilicum L.) and peppermint (Mentha x piperita L.) in hydroponics. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, *11*, 18-26.

Savvas, D., Gianquinto, G., Tuzel, Y., Gruda, N. (2013). Soilless culture. *FAO plant production and protection paper*, *217*, 303-354.

Shanmugabhavatharani, R., Priya, RS, Kaleeswari, RK ve Sankari, A. (2021). Performance assessment of mint on growth and yield attributes supplied with three nutrient combinations under two modified nutrient film technique (NFT). *The Pharma Innovation Journal* 10(5): 17-22.

Sezer, M. (2015). Kuzukulağında (*Rumex acetosella* L.) Yetiştirme Ortamı ve Organik Gübrelemenin Bazı Verim Özelliklerinin Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi) Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 67s.

TÜİK (2021). Bitkisel Üretim İstatistikleri, Erişim Tarihi: 20.08.2022.

Türkmen, O. S., Özçelik, F., Nızam, Ö., Baytekin, H. (2016). Topraksız Fasulye Kültüründe Azotun Rhizobium Bakteri Nodülasyonu ve Bitki Gelişmi Üzerine Etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, *25* (ÖZEL SAYI-1), 201-206.

Uludağ, T. (2017). Yaprakları tüketilen bazı sebzelerin yüzen su kültüründe üretim olanakları. (Yüksek lisans tezi) Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, İzmir, 106s.

Varoğlu, S. T. (2022). Iğdır ili tarım üreticilerinin sürdürülebilir tarıma olan yaklaşımları. (Yayınlanmamış doktora tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Vimolmangkang, S., Sitthithaworn, W., Vannavanich, D., Keattikunpairoj, S., Chittasupho, C. (2010). Productivity and quality of volatile oil extracted from Mentha spicata and M. arvensis var. piperascens grown by a hydroponic system using the deep flow technique. *Journal of natural medicines*, *64*(1), 31-35.

Yasak, S. (2019). Isparta ekolojik koşullarında yetiştirilen spearmint grubu nane klon ve çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. (Yüksek lisans tezi). Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, 67s.

CHAPTER 4

THE USE OF VERMICOMPOST FOR YIELD IMPROVEMENT IN IMPORTANT FIELD CROPS

Dr. Flavien SHİMİRA[1]

Taofeek WAHAB (PhD. Candidate)[2]

Fildaus NYİRAHABİMANA (PhD. Candidate)[3]

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Çukurova University, 01330 Adana, Türkiye, Orcid:0000-0003-3382-4068, flavien.shimira@outlook.com
[2]Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Çukurova University, Adana, Türkiye, Orcid: 0000-0001-9192-5946, samtrek01@gmail.com
[3]Department of Biotechnology, Institute of Natural and Applied Sciences, Çukurova University, 01330 Adana, Türkiye, Orcid: 0000-0002-8964-4835, f.nyirahabimana@outlook.com

1. INTRODUCTION

Vermicomposting is a cost-effective method of dealing with residue. Nowadays, this method is often used in organic farming (Ferraz Ramos et al., 2022; Makkar et al., 2022). At the beginning of the vermicomposting process, intense earthworm activity combined with actions by the microbial community induces organic substrate degradation along with material volume reduction. During the vermicomposting maturation phase, microorganisms play a dominant role in continuing the conversion of organic compounds injested by earthworms. Due to the high levels of organic matter, nutrients, and plant growth-promoting substances, the fertilizer obtained is of high quality (Ferraz Ramos et al., 2022).

The composting environment, such as temperature, water content, and aeration rate, as well as material composition, influence vermicomposting. Only when all of the optimum conditions are met can the activities of microorganisms, enzymes, and earthworms yield high quality final products (Zhou et al., 2022). Eisenia andrei is the most commonly used earthworm in this process (Ferraz Ramos et al., 2022). Earthworms, microbes, and soil all interact in a complex way during the vermicomposting process. Earthworms excrete mucus in the surrounding environment, which is a colloidal material that increases the soil's water-holding capacity. Mucus also acts as an absorbent, preserving moisture (Makkar et al., 2022).

2. VERMICOMPOSTING OUTCOMES FOR INCREASING YIELD IN KEY GRAIN LEGUMES

Grain legumes are field crops that play an important role in agricultural systems. They are known to play an important role in N fixation, pre-crop effects, and the improvement of soil organic matter and structure (Preissel et al., 2015). Vermicompost, a bio-fertilizer with a high water-holding capacity,

has been employed as a safe substitute for chemical fertilizer in recent years (Amiri et al., 2017; Hosseinzadeh et al., 2016). It was stated that attaining high grain yields requires adequate and balanced nutrition (Singh et al., 2012). Under water stress, vermicompost encourages a greater uptake of mineral nutrients like K and Ca from soils (Hosseinzadeh et al., 2017). This section reviews various studies that have been published and examines the advantages of using vermicomposting in key grain legume and cereal crops such as soybean, chickpea, and cowpea.

Soybean

According to Alkobaisy et al. (2020), individual treatment of vermicompost in soybean (Glycine max L.) cultivation increases the proportion of organic matter and the concentration of available nutrients in the soil via several mechanisms (Figure 1). Furthermore, vermicompost increases organic matter and essential nutrients.

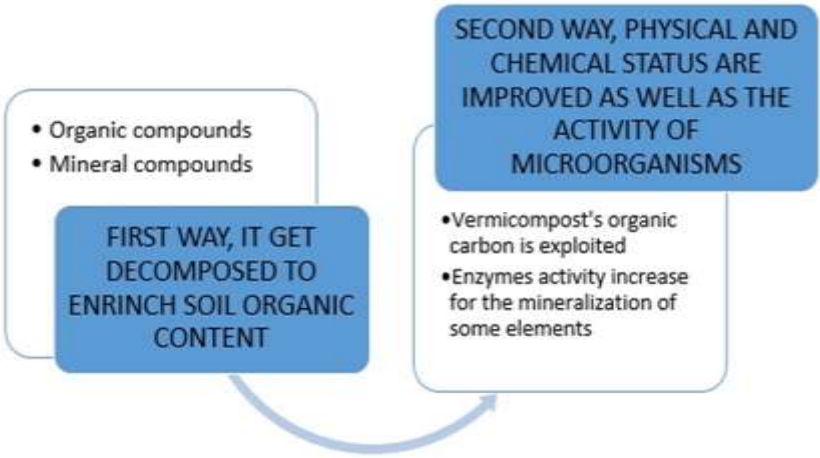


Figure 1. The impacts of vermicomposting on the soil

Mathenge et al. (2019) evaluated the response of soybean to rhizobial inoculation in soil amended with vermicompost and other organic fertilizers. They reported that adding vermicompost to the soil increased soybean grain yield. These findings were characterized by an increase in nodule effectiveness, fresh weight, and occupancy, as well as an increase in shoot dry biomass. In brief, vermicompost amendment increased soybean response to inoculation up to the highest and tested vermicompost threshold of 48 kg N ha^{-1}. Azarpoor et al. (2012) also confirmed the importance of vermicompost application in improving soybean growth and yield, which were characterized by increased seed weight and yield, high plant height, the number of pods per plant, and the number of seeds per plant. The use of vermicompost fertilizer, according to Aritonang (2020), can enhance the development and production of soybean plants by increasing the number of branches and pods.

Bajracharya et al. (2007) assessed the effect of vermicompost and other soil treatments, such as Rhizobium and mineral fertilizers, on soybean yield. They concluded that, when compared to other treatments, vermicompost significantly increased grain yield. The combination of vermicompost and lime has been found to be effective in improving the physicochemical properties of acidic soils as well as the yield of soybean crops grown on acidic soils. The combined soil treatment of 3.26 tons lime and 3 tons vermicompost per hectare was reported to be substantial, with a maximum grain yield of 1.95 t ha^{-1} (Adisu et al., 2019). Similarly, it was demonstrated that combining vermicompost (5 t ha^{-1}) with other fertilizers such as farmyard manure (10 t ha^{-1}) and vermiwash (10%) results in a considerably higher number of soybean nodules and, eventually, higher grain yields (Mahendra and Narendra, 2012). Paliwal et al. (2011) investigate the effect of vermicompost (5 tons per ha) in combination with other fertilizers (NPK) on nodulation, growth and yield of soybean (*Glycine max*) in soybean-wheat cropping system. They reported a

higher yield, as well as significantly higher dry matter accumulation and root nodulation. This treatment also increased nutrient uptake.

(Wathira et al. (2016) demonstrated the benefit of vermicompost treatment on the arbuscular mycorrhizal fungi colonization of soybean roots. A positive colonization by the highest number of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) spores was detected in soybean roots. Jahangiri Nia et al. (2016) tested the same combination of vermicompost (5 t ha^{-1}) and mycorrhiza fertilizer (10 t ha^{-1}) on soybean crops grown under water deficit stress conditions to measure the effects on yield quantity and quality. In comparison to the untreated area, this combined treatment increased grain yield. Similarly, combining vermicompost (1 t ha^{-1}) with phosphate solubilizing bacteria and 75% of the recommended dose of fertilizer is reported to result in significantly higher yield features in soybean, such as plant height, number of nodules per plant, dry weight of nodules per plant, and pods per plant (Devi et al., 2013).

Cowpea

Kumari and Ushakumari (2006) confirmed the importance of vermicompost treatment and rock phosphate-enriched vermicompost on cowpea yield and crop micronutrient uptake. In a pot experiment, the effect of biodigested slurry (BDS) and vermicompost (VMC) on cowpea growth and yield was investigated. Cowpea fresh and dry weight and yield were particularly high in soil amended with vermicompost (Karmegam and Daniel, 2000). Kumar and Pandita (2016) observed that vermicompost treatment (2.5 t ha^{-1}) outperformed other treatments in terms of seed yield and quality of cowpea (*Vigna unguiculata*), such as inorganic fertilizers, vesicular arbuscular mycorrhizae (VAM), and biofertilizers (Rhizobium and phosphate solubilizing bacteria). Furthermore, Joshi et al. (2015) conducted a field experiment on loamy sand soil in the Indian Gujarat region to assess the effect

of vermicompost (2 t ha^{-1}) and other treatments such as RDF (20-40-0 kg NPK ha^{-1}) and FYM (2.5 t ha^{-1}) on cowpea yield. When compared to other treatments, the treatment with vermicompost was found to be equally effective in achieving a high yield in cowpea.

Chickpea

Amiri et al. (2017) investigated the effect of vermicompost treatment on the morpho-physiological characteristics of chickpea crops grown under water stress. Under moderate and severe water deficit stress, they discovered that vermicompost improved the morphological features and quality of the chickpea (number of pods, pod dry weight, plant height, leaf area, stem, and leaf dry weight), as well as soil biological activity, but did not improve the physiological features (chlorophyll a, carotenoid, total chlorophyll content, CO_2 assimilation rate, internal CO_2 concentration, and water-use efficiency). Bajracharya and Rai (2014) tested the effect of vermicompost in combination with or without soil and mineral fertilizers on chickpea yield and quality traits in a pot experiment. They confirmed that vermicomposts treatment increased chickpea yield and quality traits (biomass dry weight, plant height, root length, and grain yield) at an equal ratio of soil (5 kg/pot) and 10:20:15 kg $N:P_2O_5:K_2O$ kg ha^{-1}. In field experiments, Guriqbal et al. (2012) confirmed that using vermicompost at its optimum dose of 2 t ha^{-1} resulted in a high grain yield of chickpea when compared to lower and higher doses. According to Kumar et al. (2014), different combinations of vermicompost, biofertilizers, and chemical fertilizers have a positive impact on chickpea growth and yield attributes, especially at the following levels: 20 kg N & 46 kg P2O5 ha^{-1} of recommended doses of chemical fertilizers + 5.0 ton/ha of vermicompost + Rhizobium + PSB.

Sepehri (2019) investigated the effect of vermicompost, nitrogen, and phosphorus fertilizers on yield and yield attributes of chickpea under drought stress at the podding stage. They reported that the application of 50% chemical fertilizer and 50% vermicompost increased the number of pods per plant, grain weight, and seed yield. According to Hosseinzadeh et al. (2017), the use of vermicompost and soil mixtures can be recommended to mitigate the negative effects of water stress. Thus, application of vermicompost can improve chickpea growth under optimum irrigation conditions and slight water stress (75% of field capacity). Several yield attributes, such as plant height, number of leaves, and pod size, significantly increased. Under severe moisture stress (25% of field capacity), a 30% vermicompost amendment to the soil resulted in a significant increase in the number of leaves and pods.

Hosseinzadeh et al. (2016) investigated the effect of vermicompost treatment on chickpea photosynthetic characteristics under drought stress. Under normal conditions without stress, different vermicompost ratios improved photosynthetic parameters (total chlorophyll content, net photosynthetic rate, intercellular CO_2 concentration, transpiration rate, and maximal quantum yield of Photosystem II) in chickpea at all three growing stages (seedling, flowering, and podding). Even though the use of vermicompost had no effect on photosynthetic response under moderate and severe drought conditions during the seedling and podding stages. Additionally, Hosseinzadeh et al. (2018) evaluated the impact of vermicompost amendment and water stress in greenhouse conditions on the physiological, biochemical, and photosynthetic responses of the chickpea crops. Under conditions of moderate water deficit, a 30 weight percent (wt %) vermicompost amendment significantly increased the levels of photosynthetic pigments, internal leaf CO_2 concentration, CO_2 assimilation rate, transpiration, PSII photochemistry (Fv/Fm), and

concentrations of Ca and K in root and leaf tissues, along with proline and soluble protein contents in root tissues.

According to Gholipoor et al. (2014), the use of vermicompost can lessen the negative impacts of drought stress on chickpea grain yield. The allocation of biomass to leaves rather than stems and the availability of important nutrients in the soil were both found to be enhanced by vermicompost, according to the results. a 9 t ha^{-1} vermicompost amendment was found to be effective in reducing the suppressive effects of low-intensity drought stress on grain yield. According to Yadav and Garg (2015), vermicompost treatment greatly facilitated the growth of the chickpea plant. Plant height, number of pods, biomass in plant shoots, and photosynthetic pigments all improved considerably as growth parameters. When compared to controls, the vermicompost treatment had higher total chlorophyll and carotenoid contents. Yadav et al. (2017) conducted a field experiment to evaluate the impact of vermicompost and other organic manures (FYM and compost) on chickpea growth and yield. In their findings, only vermicompost (2 t ha^{-1}) significantly outperforms other treatments in terms of yield attributes such as plant height, number of root nodules, effective root nodules, dry matter accumulation, pods per plant, and seed yield. Lastly, Sreevidya et al. (2016) reported that two actinomycete isolates obtained from *Annona squamosa* and *Jatropha curcas* herbal vermicomposts were promising promoters of chickpea yield. There were also factors involved in the increase in nodule number and shoot weight.

The Re-Cycling of Grain Legume Husks in Vermicomposting

Lim et al. (2011) proposed recycling soybean husk as feedstock for *Eudrilus eugeniae* in vermicomposting to alleviate the disposal problem of soy husks engendered during food processing. They achieved substantial results by mixing soy husk (SH) with market-rejected papaya (RP) in an equal amount

(1SH:1RP). As a result, they generated high-quality, nutrient-rich vermicompost. The relevance of soybean meal waste in earthworm-based vermicomposting has been highlighted by Cai et al. (2022). For instance, combining soybean meal waste with sugarcane bagasse (V/V 1:1) promoted Eisenia fetida growth and abundance while also generating high-quality vermicompost.

3. MAIZE AN IMPORTANT FIELD CROP

Maize is one of the most important grown field crops in the world after wheat and rice in terms of land area and total output (He et al., 2020) a major indicator of its wide range of use such as household food, source of industrial raw material, an emerging source of biofuels (Bmanoly and Sanou, 2022) and a major source of animal feed. Maize crop requires fertilizer and irrigation for optimum yield to be obtained.

Chemical Fertilizers Use in Maize and Its Implications

The major source of fertilizers used in maize crop production is majorly inorganic fertilizers. The adoption of chemical fertilizer use in maize production greatly increased its production and land productivity. However, there are many problems associated with sourcing chemical fertilizers, especially with surging chemical fertilizers prices making it beyond reach of average farmers. Aside from the cost of procuring chemical fertilizers, chemical fertilizer usage give rise to many environmental problems due to improper use and overdose. Some of the problems caused by the improper use of chemical fertilizers include, eutrophication of water bodies, leaching of excess fertilizers into the ground water, reduction in the biodiversity of soil organisms and soil pollution in general. Despite that chemical fertilizers can easily boost maize and land productivity the problems caused by its side

effects necessitate an alternative source of fertilizers in maize production in general.

Organic fertilizers as a substitutes to chemical fertilizers in maize production.

Organic fertilizers as been tested as an alternative to chemical fertilizers in maize production and yield similar to chemical fertilizers has been obtained. The major organic fertilizers used in maize production include compost, farm yard manure, green manure, biochar, vermicompost and their various combinations. The use of organic fertilizers has greatly reduced the negative impact chemical fertilizers have on the environment while boosting eco-functions (Ji et al., 2021). While most organic fertilizers have the same effect on maize yield and soil properties, various research indicates that vermicompost gave a better yield and land productivity than other organic fertilizers in maize crop production (Das and Ghosh, 2022). Therefore, it is more imperative to take a more wholesome look at vermicompost as an alternative to chemical fertilizers.

Vermicompost can serve as an alternative to chemical fertilizers and the trials carried out towards this efforts suggest that it can be adopted in the field to boost maize productivity. Raza et al. (2021) and Naikwade (2019) tried to increase maize productivity through the application of different organic fertilizers with chemical fertilizer. They reported that vermicompost applied at 10 t ha^{-1} and 20 t ha^{-1} overall performed better than NPK fertilizers and generally recommended vermicompost over NPK in maize production and further suggested that vermicompost with chemical fertilizers may be a better combination for maize production rather than sole application of either chemical fertilizers and vermicompost.

The use of rock phosphate (apatite) is an alternative means of supplying nutrients to plant without accruing too much expenses. Rock phosphate is

insoluble and may not meet the P requirement required by plants applying vermicompost principle makes the P available in the rocks more accessible to maize plants. However, the rock phosphate can also have high amounts of heavy metals which can be toxic maize growth, application of vermicompost enriched rock phosphate was able to reduce the toxic levels of heavy metals in plants making them more suitable for general application (Paula de Souza et al., 2019)

There are some soil nutrients that is not accessible to plant uptake, this is closely related to the soil properties of the planting medium. These may pose as additional cost to farmers. Al-Tawel and Al-Budairy (2021) on their findings on the effect of L Asparatase Enzyme on the decompositing effect reported that vermicompost aided the decompostion of organic matter that which are the store house of most plant nutrients thereby making them to be available for plant uptake. Application of herbal vermicompost can also boost the microbial make up of soils enabling maize plants to have better access to plant nutrients that are inaccessible. Application of herbal based vermicompost increased soil urease and alkaline phosphatase activities, enhanced aeration and microbial biomass carbon under different application rates (Lv et al., 2020).

Use of Vermicompost to Mitigate Stress on Maize Plant

Stress is a limiting factor for obtaining optimum yield in maize, stress in maize plants come in different form but the most important stress in maize production is soil moisture and plant nutrient. Soil moisture can be limiting in two ways in low amount, plants die due to inability to carry out their basic functions and while also in excess (water-logging) maize plant growth is also greatly limited. Plant nutrient also affect plants in several ways, most importantly in certain stages when necessary concentrations are not in the soil,

apart from few macro nutrients, high concentrations of plant nutrients does not limit plant growth. This does not apply to some microelements in plants and once their concentrations exceeds the limits tolerable by maize plants major plant functions shutdown, and growth is impeded.

To solve the problems of toxic metals in the soil many researches have been carried out towards this effort. Antuens Santos et al. (2022) in their study on the effect of vermicompost extracts on toxic levels of Arsenic concentrations on maize plants reported that vermicompost extract greatly alleviated the stress caused by Arsenic on maize plants. Also their was recovery in the physiology of maize plants inform of photosynthetic rate and internal CO_2 concentrations and reductions in stress indicators such as catalase, ascorbate peroxidase superoxide dismutase and general antioxidant levels in maize plants. These suggests that use of vermicopost extracts can possibly alleviate the stress that may be due soil toxicity thereby opening contaminated arable land to agriculture with cheaper and bio-friendly methods that would have required additional toxic chemicals. Vermicompost can also aid maize in areas with high chromium concentrations, this was exemplified by Estaves et al. (2020) in their use of iron mine tailings to grow maize. Maize grown under the toxic metal conditions did not show shows signs of toxicity. Vermicompost having high organic carbon content makes it possible to adsorb excessive Fe to its sites making it possible to remove heavy metals from adsorbing sites in the soil, plant nutrients are made to replace the heavy metals making their them to be more accessible for plants uptake.

Sewage usage in agricultural fields can reduce the need to invest in expensive fertilizer cost, however due to heavy metals it's use is highly limited in agricultural applications. Vermicomposts made from sewage can be applied to maize without severe accumulation of heavy metals in the maize tissue

making the sewage use in field applications more viable. The major source of concern of using sewage made from human waste is the bio-hazard risks attached to it. Moya et al. (2019) in their field trial and interactions with farmers on the vermicompost made from human waste received positive report and from field trials obtained yield that is almost at par with commercial fertilizers when applied to maize plants.

Salinity stress is also a major problem in most irrigated maize fields. Salinity reduces the ability of maize crops to take up nutrients and moisture from the soil, thereby greatly limiting their growth and yield. Although there are several methods that can be used to reduce the effect of soil salinity, the use of vermicompost has proven to be effective in reducing the effect of soil salinity and boosting plant growth. Oo et al. (2015) in a field trials used compost and vermicompost to reduce the effect of salinity on maize growth. Vermicompost and other organic amendments improved cation exchange capacity, a major buffer zone for most macro elements and micro elements, in addition total nitrogen and available phosphorus concentrations were greatly boosted in the soil. Addition of vermicompost increased other cations in the soil, and Na^+ was replaced by Ca^{2+} which greatly reduced the salinity of the soils. The cumulative effect of reducing soil salinity invariably reflected on maize crop growth. Vermicompost can also enhance macro nutrient uptake in different maize growth stages with maize grown in saline soils, especially nitrogen at the vegetative stage and phosphorus and potassium post tasseling stage (Liu et al., 2019) bringing an overall performance increase to maize yield.

Soil moisture stress alleviation is also possible and was demonstrated by Sisouvanh et al. (2021) in their field work on the effect of vermicompost and other organic sources on maize plants subjected to drought stress. Their result suggest that the use of vermicompost applied at 20 t ha^{-1} is a viable method of

alleviating the stress that may result from reduced soil moisture levels while been able to obtain similar levels of yields that is obtainable under full irrigation.

4. WHEAT AS AN IMPORTANT FIELD CROP

Wheat is one of the most important grown field crop in the world and is a source of raw materials for industries, staples food for households and source of feed to farm animals. Improving wheat yield through different agronomic applications will reduce agricultural inputs and enhance wheat quality. Like other plants the yield and quality of wheat yield can be improved through soil amendment applications such as fertilizers and irrigation, pest and disease control. Fertilizer application stands out as one of the most important factors affecting wheat yield and quality. Despite that there are several means of supplying the required nutrients required by plants, there still lacks a sustainable means of effectively carrying out this important wheat requirement. While mineral fertilizers can effectively supply the nutrients required by wheat plants no additional benefits are added to the soil therefore putting sustainability of such practices into question.

Vermicompost and Chemical Fertilizers in Wheat Plants

The short term effect of chemical fertilizer application is apparent in most plants especially wheat, however the chemical fertilizer application should not be applied only at once but during the plant developmental stages. Application of fertilizer at important developmental stages ensure that plants can make effective use of supplied nutrient. However, this increase production cost and due to the additional cost farmers may not be willing to apply chemical fertilizers at important growth stages. Vermicompost can be applied at a single dose without the need for additional input due to release of plant nutrients over a long period of time. The initial release nutrient in vermicompost to wheat

plant is sufficient to meet their developmental needs and the subsequent nutrient release is enough to obtain wheat yields that are similar to chemical fertilizer application. Vermicompost had a higher wheat grain yield of 3915 kg ha^{-1} compared to 3416 kg ha^{-1} for mineral fertilizer, combination of vermicompost with mineral fertilizer and crop rotation with leguminous plants can boost maize yield to 5324 kg ha^{-1} compared to either sole application of chemical fertilizer or mineral fertilizers (Bezabeh et al., 2022). While sole vermicompost application can be give similar yields as chemical fertilizers the general consensus is to combine both chemical fertilizers and vermicompost for great yield output and quality (Kumar et al., 2021).

Additional Benefits of Using Vermicompost on Soil Physical Properties

Organic based fertilizers are known to greatly improve the water holding capacity of soils, increase water stable aggregate stability and and enhance the formation of new aggregate. The application of vermicompost contributes positively towards structure formation and stabilization resulting in higher water holding capacity and water use efficiency and reflecting on better water water use efficiency of wheat plant (Rivier et al., 2022). The better structure formation in vermicompost applied soil contributes to better water use efficiency in wheat plant, a strategy that can be used for conserving irrigation water usage in wheat plants.

The Roles of Vermicompost at Reducing Stress in Wheat

Abiotic stress such as soil salinity reduces the wheat yield and quality within a short period of time. Saline soils prevents both moisture and nutrient uptake by wheat plant leading to retarded and ineffective use of inputs. Vermicompost can reduce the stress associated with soil salinity by increasing the cation

exchange capacity of soils increasing the chances of adsorption of monovalent cations that may be detrimental to plant growth and ensuring the availability of important plant nutrients. Higher plant yields is obtainable under saline conditions with vermicompost applications (Awwad et al., 2022).

Moisture availability in soil is very important for wheat growth and development. While wheat can withstand moisture stress yield quality and output is greatly reduced. Moisture stress is more evident in sandy soils while in silt and clay soils it is greatly reduced due to higher levels of microporosity which stores soil moisture in soils. The water holding capacity of all the soils can be greatly improved by the addition of vermicompost. Vermicompost increase the percentage microporosity in sand soils and silt helps in easy accessibility of wheat plants to moisture in clay soils (clay soil have high microporsity but wheat plants may not be able to extract needed moisture from soils). Stress indicators such as proline and lipid peroxidation were lower in vermicompost applied soils compared to soils without such treatments (Anee et al., 2022) the viability of vermicompost application was also observed in higher root and shoot and root length and fresh weight with vermicompost as high as 8 ton ha^{-1} (Ahmad, Aslam, BELLİTÜRK, et al., 2022; Ahmad, Aslam, Hussain, et al., 2022). The improvement in the water holding capacity of soils through vermicompost application can also increase wheat growth and yield (Hafez et al., 2021). The effectiveness of vermicompost can also be greatly enhanced in soils with saline-sodic soils through deep ploughing of such soils with vermicompost. The use of this method was much more effective than other chemical alternative such as sulfuric acid and gypsum greatly improving wheat growth and yield (Ding et al., 2021).

Vermicompost and Heavy Metal Toxicity in Wheat Plants

Heavy metals and high concentration of micro elements in soils can greatly impede nutrient uptake by wheat plants. Heavy metals displace plant nutrients from adsorption sites making it difficult for plants to have easy access to them. Application of vermicompost to such soils can displace heavy metals from adsorption site, immobilizing and chelating the heavy metals into non harmful substances, making essential plant nutrients available to plants. Improvement in wheat yield and general productivity was observed with the vermicompost application, this is made possible by decrease in the mobile heavy metals in soils (Kheir et al., 2021). Arsenic uptake which is particularly toxic to both plants and animals can be reduced by vermicompost application at 15 t h^{-1} this enable wheat plants to have better crop growth and yield performance (Karmakar et al., 2021).

5. CONCLUSION

Vermicompost treatment has been proven to be helpful in lowering the negative effects of drought stress on various important crops as well as in reducing the stress associated with soil salinity by enhancing the cation exchange capacity of soils. The above-mentioned field crops' grain yield were also greatly boosted by vermicompost treatment, either individually or in combination with other organic fertilizers. The valuable information assembled in this chapter from various field, and greenhouse experiments clearly demonstrates that various doses of vermicompost treatments are helpful to promote crop growth and raise grain yield. Vermicompost promotes enzyme activity, enhances soil fertility, and makes essential nutrients more accessible to crops when added to the soil. Other benefits include removing heavy metals from contaminated soils by immobilizing and chelating the

heavy metals into non-harmful compounds, thereby increasing the availability of vital plant nutrients to plants.

6. REFERENCE

Adisu, T., Wogi, L., & Feyisa, T. (2019). Soybean (Glycine max L.) Response to Lime and Vermicompost Amelioration of Acidic Nitisols of Assosa, North Western Ethiopia. *International Journal of Plant & Soil Science*, 1–18. https://doi.org/10.9734/ijpss/2019/v27i230072

Ahmad, A., Aslam, Z., BELLİTÜRK, K., Hussain, S., & Bibi, I. (2022). Soil Application of Cellulolytic Microbe–Enriched Vermicompost Modulated the Morpho-physiological and Biochemical Responses of Wheat Cultivars Under Different Moisture Regimes. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. https://doi.org/10.1007/s42729-022-01014-4

Ahmad, A., Aslam, Z., Hussain, S., Javed, T., Hussain, S., Bashir, S., Hussain, I., Belliturk, K., Adamski, R., Siuta, D., Dessoky, E. S., & Hessini, K. (2022). Soil Application of Wheat Straw Vermicompost Enhances Morpho-Physiological Attributes and Antioxidant Defense in Wheat Under Drought Stress. *Frontiers in Environmental Science*, *10*. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.894517

Alkobaisy, J. S., Lafi, A. S. A., & Ghani, E. T. A. (2020). Influence of using Mycorrhizae (MH) with Vermicompost (VRF) on Soil Properties, Soybean (Glycine max L.) Growth and Yield. *Systematic Reviews in Pharmacy*, *11*(6).

Al-Taweel, L. S., & Al-Budairy, Z. J. (2021). Influence of Vermicompost, Seaweed Extract and Nitrogen Fertilisers on Maize (Zea mays L.) Soil Rhizosphere Microbes. *Asian Journal of Water Environment and Pollution*, *18*(3), 79–85. https://doi.org/10.3233/AJW210031

Amiri, H., Ismaili, A., & Hosseinzadeh, S. R. (2017). Influence of Vermicompost Fertilizer and Water Deficit Stress on Morpho-Physiological Features of Chickpea (*Cicer arietinum* L . cv. Karaj). *Compost Science & Utilization*, *25*(3), 152–165. https://doi.org/10.1080/1065657X.2016.1249313

Anee, T., Nur, M., Hassan, M., Awal, A., Alam, M., & Hasanuzzaman, M. (2022). Organic Amendments Improve Plant Morpho-Physiology and Antioxidant

Metabolism in Mitigating Drought Stress in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, *91*(9), Article 9. https://doi.org/10.32604/phyton.2022.021137

Antunes Santos, J. L., Busato, J. G., Pittarello, M., da Silva, J., Horak-Terra, I., Evaristo, A. B., & Dobbss, L. B. (2022). Alkaline extract from vermicompost reduced the stress promoted by As on maize plants and increase their phytoextraction capacity. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(14), 20864–20877. https://doi.org/10.1007/s11356-021-17255-2

Aritonang, S. P. (2020). *The Effect of Vermicompost on the Growth of Soybean (glycine Max L.)*. https://doi.org/10.32734/ijoep.v2i1.3984

Awwad, E. A., Mohamed, I. R., Abd El-Hameedb, & Zaghloul, E. A. (2022). The Co-Addition of Soil Organic Amendments and Natural Bio-Stimulants Improves the Production and Defenses of the Wheat Plant Grown under the Dual stress of Salinity and Alkalinity. *Egyptian Journal of Soil Science*, *62*(2), 137–153. https://doi.org/10.21608/ejss.2022.148406.1513

Azarpoor, E., Moradi, M., & Bozorg, H. R. (2012). Effect of Vermicompost application and seed inoculation with biological nitrogen fertilizer under different plant densities in Soybean (Glycin max L. cultivar, Williams). *African Journal of Agricultural Research*, *7*(10), 1534–1541.

Bajracharya, S. K., & Rai, S. K. (2014). Study on the Effects of Vermicompost on the Nodulation and the Yield of Chickpea. *Nepal Agriculture Research Journal*, *9*, 49–55. https://doi.org/10.3126/narj.v9i0.11641

Bajracharya, S. K., Shercahn, D. P., & Bhattarai, S. (2007). Effect of vermicompost in combination with bacterial and mineral fertilizers on the yield of vegetable soybean. *Korean Journal of Crop Science*, *52*(1), 100–103.

Bezabeh, M. W., Haile, M., Sogn, T. A., & Eich-Greatorex, S. (2022). Wheat (Triticum aestivum) production and grain quality resulting from compost application and rotation with faba bean. *Journal of Agriculture and Food Research*, *10*, 100425. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100425

Cai, A., Han, T., Ren, T., Sanderman, J., Rui, Y., Wang, B., Smith, P., Xu, M., & Li, Y. (2022). Declines in soil carbon storage under no tillage can be alleviated in the long run. *Geoderma*, *425*, 116028. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.116028

Das, S. K., & Ghosh, G. K. (2022). Soil hydro-physical properties affected by biomass-derived biochar and organic manure: A low-cost technology for managing acidic mountain sandy soils of north eastern region of India. *Biomass Conversion and Biorefinery*. https://doi.org/10.1007/s13399-022-03107-7

Devi, K. N., Singh, T. B., Athokpam, H. S., Singh, N. B., & Shamurailatpam, D. (2013). Influence of inorganic, biological and organic manures on nodulation and yield of soybean ('Glycine max Merril'L.) and soil properties. *Australian Journal of Crop Science*, *7*(9), 1407–1415.

Ding, Z., Kheir, A. M. S., Ali, O. A. M., Hafez, E. M., ElShamey, E. A., Zhou, Z., Wang, B., Lin, X., Ge, Y., Fahmy, A. E., & Seleiman, M. F. (2021). A vermicompost and deep tillage system to improve saline-sodic soil quality and wheat productivity. *Journal of Environmental Management*, *277*, 111388. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111388

Esteves, G. de F., Dazio de Souza, K. R., Bressanin, L. A., Castro Andrade, P. C., Veroneze Junior, V., dos Reis, P. E., da Silva, A. B., Mantovani, J. R., Magalhaes, P. C., Pasqual, M., & de Souza, T. C. (2020). Vermicompost improves maize, millet and sorghum growth in iron mine tailings. *Journal of Environmental Management*, *264*, 110468. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110468

Ferraz Ramos, R., Almeida Santana, N., de Andrade, N., Scheffer Romagna, I., Tirloni, B., de Oliveira Silveira, A., Domínguez, J., & Josemar Seminoti Jacques, R. (2022). Vermicomposting of cow manure: Effect of time on earthworm biomass and chemical, physical, and biological properties of vermicompost. *Bioresource Technology*, *345*, 126572. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126572

Gholipoor, M., Karamzadeh, A., & Gholami, A. (2014). Vermicompost as a Soil Supplement to Relieve the Effects of Low-Intensity Drought Stress on Chickpea Yield. *Acta Horticulturae*, *1018*, 219–226. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1018.22

Hafez, E. M., Omara, A. E. D., Alhumaydhi, F. A., & El-Esawi, M. A. (2021). Minimizing hazard impacts of soil salinity and water stress on wheat plants by soil application of vermicompost and biochar. *Physiologia Plantarum*, *172*(2), 587–602. https://doi.org/10.1111/ppl.13261

He, H., Hu, Q., Li, R., Pan, X., Huang, B., & He, Q. (2020). Regional gap in maize production, climate and resource utilization in China. *Field Crops Research*, *254*, 107830. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107830

Hosseinzadeh, S. R., Amiri, H., & Ismaili, A. (2016). Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (Cicer arietinum L.) under drought stress. *Photosynthetica*, *54*(1), 87–92. https://doi.org/10.1007/s11099-015-0162-x

Hosseinzadeh, S. R., Amiri, H., & Ismaili, A. (2017). Effect of vermicompost levels on morphologic traits and nutrient concentration of chickpea (Cicer arietinum L. cv. Pirouz) under water stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, *10*(4), 531–545.

Hosseinzadeh, S. R., Amiri, H., & Ismaili, A. (2018). Evaluation of photosynthesis, physiological, and biochemical responses of chickpea (Cicer arietinum L. cv. Pirouz) under water deficit stress and use of vermicompost fertilizer. *Journal of Integrative Agriculture*, *17*(11), 2426–2437. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61874-4

Jahangiri Nia, E., Siyadat, S. A., Koochakzadeh, A., Moradi Telavat, M., & Sayyah Far, M. (2016). Effect of the usage of vermicompost and mycorrhizal fertilizer on quantity and quality yield of soybean in water deficit stress condition. *Journal of Crops Improvement*, *18*(2), 319–331.

Ji, L., Si, H., He, J., Fan, L., & Li, L. (2021). The shifts of maize soil microbial community and networks are related to soil properties under different

organic fertilizers. *Rhizosphere*, *19*, 100388. https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2021.100388

Joshi, R., Singh, J., & Vig, A. P. (2015). Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: Effect on growth, yield and quality of plants. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, *14*(1), 137–159. https://doi.org/10.1007/s11157-014-9347-1

Karmakar, S., Prakash, P., Chattopadhyay, A., & Dutta, D. (2021). Zinc Sulphate and Vermicompost Mitigate Phytotoxic Effects of Arsenic by Altering Arsenic Uptake, Biochemical and Antioxidant Enzyme Activities in Wheat (Triticum aestivum L.). *Russian Journal of Plant Physiology*, *68*(1), S72–S81. https://doi.org/10.1134/S1021443721070062

Karmegam, N., & Daniel, T. (2000). Effect of biodigested slurry and vermicompost on the growth and yield of cowpea, Vigna unguiculata (L.) Walp. Variety Cl. *Environment and Ecology*, *18*(2), 367–370.

Kheir, A. M. S., Ali, E. F., Ahmed, M., Eissa, M. A., Majrashi, A., & Ali, O. A. M. (2021). Biochar blended humate and vermicompost enhanced immobilization of heavy metals, improved wheat productivity, and minimized human health risks in different contaminated environments. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *9*(4), 105700. https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105700

Kumar, A., & Pandita, V. K. (2016). Effect of integrated nutrient management on seed yield and quality in cowpea. *Legume Research*, *39*(3), 448–452.

Kumar, M., Singh, S. K., & Patra, A. (2021). Effect of different nutrient sources on yield and biochemical properties of soil under rice–wheat cropping sequence in middle Gangetic alluvial plain. *Journal of Plant Nutrition*, *44*(15), 2310–2330. https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1899206

Kumar, S., Singh, R., Saquib, M., Singh, D., & Kumar, A. (2014). Effect of different combinations of vermicompost, biofertilizers and chemical fertilizers on growth, productivity and profitability in chickpea (Cicer arietinum L.). *Plant Archives*, *14*(1), 267–270.

Kumari, M. S., & Ushakumari, K. (2006). Effect of vermicompost enriched with rock phosphate on the yield and uptake of nutrients in cowpea (Vigna unguiculata [L.] Walp). *Journal of Tropical Agriculture*, *40*, 27–30.

Leah Wathira, N. (2016). Enhancement of Colonisation of Soybean Roots by Arbuscular Mycorrhizal Fungi Using Vermicompost and Biochar. *Agriculture, Forestry and Fisheries*, *5*(3), 71. https://doi.org/10.11648/j.aff.20160503.17

Lim, P. N., Wu, T. Y., Shyang Sim, E. Y., & Lim, S. L. (2011). The potential reuse of soybean husk as feedstock of Eudrilus eugeniae in vermicomposting. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *91*(14), 2637–2642. https://doi.org/10.1002/jsfa.4504

Liu, M., Wang, C., Wang, F., & Xie, Y. (2019). Maize (Zea mays) growth and nutrient uptake following integrated improvement of vermicompost and humic acid fertilizer on coastal saline soil. *Applied Soil Ecology*, *142*, 147–154. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.04.024

Lv, M., Li, J., Zhang, W., Zhou, B., Dai, J., & Zhang, C. (2020). Microbial activity was greater in soils added with herb residue vermicompost than chemical fertilizer. *Soil Ecology Letters*, *2*(3), 209–219. https://doi.org/10.1007/s42832-020-0034-6

Mahendra, S., & Narendra, K. (2012). Effect of FYM, vermicompost, vermiwash and NPK on growth, microbial biomass and yield of soybean. *Soybean Research*, *10*, 60–66.

Makkar, C., Singh, J., Parkash, C., Singh, S., Vig, A. P., & Dhaliwal, S. S. (2022). Vermicompost acts as bio-modulator for plants under stress and non-stress conditions. *Environment, Development and Sustainability*. https://doi.org/10.1007/s10668-022-02132-w

Mathenge, C., Thuita, M., Masso, C., Gweyi-Onyango, J., & Vanlauwe, B. (2019). Variability of soybean response to rhizobia inoculant, vermicompost, and a legume-specific fertilizer blend in Siaya County of Kenya. *Soil and Tillage Research*, *194*, 104290. https://doi.org/10.1016/j.still.2019.06.007

Moya, B., Parker, A., Sakrabani, R., & Mesa, B. (2019). Evaluating the Efficacy of Fertilisers Derived from Human Excreta in Agriculture and Their Perception in Antananarivo, Madagascar. *Waste and Biomass Valorization*, *10*(4), 941–952. https://doi.org/10.1007/s12649-017-0113-9

Naikwade, P. V. (2019). Soil Organic Carbon Sequestration by Long-Term Application of Manures Prepared from Trianthema portulacastrurm Linn. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *50*(20), 2579–2592. https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1671442

Oo, A. N., Iwai, C. B., & Saenjan, P. (2015). Soil properties and maize growth in saline and nonsaline soils using cassava-industrial waste compost and vermicompost with or without earthworms. *Land Degradation & Development*, *26*(3), 300–310. https://doi.org/10.1002/ldr.2208

Paliwal, D. K., Kushawaha, H. S., Thakur, H. S., Tailor, R. S., & Deshwal, A. K. (2011). Effect of vermicompost in combination with fertilizers on nodulation, growth and yield of soybean (Glycine max) in soybean-wheat cropping system. *Soybean Research*, *9*, 95–102.

Paula de Souza, M. E., Cardoso, I. M., Xavier de Carvalho, A. M., Lopes, A. P., & Jucksch, I. (2019). Gneiss and steatite vermicomposted with organic residues: Release of nutrients and heavy metals. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, *8*(3), 233–240. https://doi.org/10.1007/s40093-019-0244-z

Preissel, S., Reckling, M., Schläfke, N., & Zander, P. (2015). Magnitude and farm-economic value of grain legume pre-crop benefits in Europe: A review. *Field Crops Research*, *175*, 64–79. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.01.012

Raza, S. T., Wu, J., Ali, Z., Anjum, R., Bazai, N. A., Feyissa, A., & Chen, Z. (2021). Differential Effects of Organic Amendments on Maize Biomass and Nutrient Availability in Upland Calcareous Soil. *Atmosphere*, *12*(8), 1034. https://doi.org/10.3390/atmos12081034

Rivier, P.-A., Jamniczky, D., Nemes, A., Makó, A., Barna, G., Uzinger, N., Rékási, M., & Farkas, C. (2022). Short-term effects of compost amendments to soil

on soil structure, hydraulic properties, and water regime. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, *70*(1), 74–88. https://doi.org/10.2478/johh-2022-0004

Sepehri, A. (2019). *Effect of vermicompost, nitrogen and phosphorus fertilizers on yield and yield components of chickpea (Cicer arietinum L.) cultivars under terminal drought stress*.

Singh, G., Sekhon, H. S., & Kaur, H. (2012). Effect of Farmyard Manure, Vermicompost and Chemical Nutrients on Growth and Yield of Chickpea (Cicer arietinum L.). *International Journal of Agricultural Research*, *7*(2), 93–99. https://doi.org/10.3923/ijar.2012.93.99

Sisouvanh, P., Trelo-ges, V., Isarangkool Na Ayutthaya, S., Pierret, A., Nunan, N., Silvera, N., Xayyathip, K., & Hartmann, C. (2021). Can Organic Amendments Improve Soil Physical Characteristics and Increase Maize Performances in Contrasting Soil Water Regimes? *Agriculture-Basel*, *11*(2), 132. https://doi.org/10.3390/agriculture11020132

Sreevidya, M., Gopalakrishnan, S., Kudapa, H., & Varshney, R. K. (2016). Exploring plant growth-promotion actinomycetes from vermicompost and rhizosphere soil for yield enhancement in chickpea. *Brazilian Journal of Microbiology*, *47*(1), 85–95. https://doi.org/10.1016/j.bjm.2015.11.030

Yadav, A., & Garg, V. K. (2015). Influence of vermi-fortification on chickpea (Cicer arietinum L.) growth and photosynthetic pigments. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, *4*(4), 299–305. https://doi.org/10.1007/s40093-015-0109-z

Yadav, J. K., Sharma, M., Yadav, R. N., Yadav, S. K., & Yadav, S. (2017). Effect of different organic manures on growth and yield of chickpea (Cicer arietinum L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *6*(5), 1857–1860.

Zhou, Y., Xiao, R., Klammsteiner, T., Kong, X., Yan, B., Mihai, F.-C., Liu, T., Zhang, Z., & Kumar Awasthi, M. (2022). Recent trends and advances in composting and vermicomposting technologies: A review. *Bioresource Technology*, *360*, 127591. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127591

BÖLÜM 5

TARLA BİTKİLERİNDE HIZLI ISLAH YÖNTEMİNİN KULLANILABİLİRLİĞİ VE UYGULAMA TEKNİKLERİ

Dr. Remzi ÖZKAN[1]

Dr. Merve BAYHAN[2]

[1]Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, Orcid: 0000-0002-6457-5802 rmziozkan@gmail.com
[2]Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, Orcid: 0000-0002-3220-4548 mervebayhan21@gmail.com

1. GİRİŞ

Küresel ısınma kaynaklı iklimsel dalgalanmalar, gelecekte insanlık için büyük bir endişe kaynağı oluşturmaktadır. 2050 yılında 9 milyar olacağı tahmin edilen insan nüfusu ve değişen beslenme alışkanlıkları, daha fazla gıdaya erişimi gerektirmektedir (Anonim, 2022). Değişen iklim ile birlikte tarımda kuraklığın hissedilmesi, hastalık ve zararlı popülasyonunda değişim ve artış, tarımsal üretimi ciddi oranda tehdit etmektedir (Husssain, 2015). Bu tehditler karşısında araştırmacılar arasında gıdanın tam olarak nasıl üretilmesi gerektiği konusunda çok fazla tartışma yapılmaktadır (Moose ve Mumm, 2008). Özellikle insan beslenmesinde çok önemli yere sahip olan bazı bitkilerin ıslah süreci klasik ıslah metotlarıyla uzun yıllar almaktadır. Islahtaki bu yavaş ilerleme, özellikle tarla bitkilerinin uzun generasyon sürelerinden kaynaklanmaktadır. Son yıllarda araştırmacılar tarafından generasyon süresini büyük ölçüde kısaltan, ıslah ve araştırma programlarını hızlandıran 'hızlı ıslah' adı verilen yeni bir yöntem kullanılmaya başlanmıştır (Hickey ve ark., 2017; Watson ve ark., 2017; Ghosh ve ark., 2018; Liu ve ark., 2016; Özer ve ark., 2019; Bayhan ve ark., 2022; Özkan ve ark., 2022).

Araştırmacılar hızlı ıslah tekniği ile, tarla koşullarında 1-2 ve yarı kontrollü sera koşullarında yılda 2-3 gereasyon yerine, ekmeklik buğday (*T. aestivum*), makarnalık buğday (*T. durum*), arpa (*Hordeum vulgare*), nohut (*Cicer arietinum*) ve bezelye (*Pisum sativum*) bitkileri için yılda 6 generasyon, kanola (*Brassica napus*) bitkisi için ise 4 generasyon elde edilebileceğini bildirmişlerdir (Hickey ve ark., 2017; Watson ve ark., 2018; Yang ve ark., 2017; Ghosh ve ark., 2018; Bao ve ark., 2020; Özkan ve ark., 2022). Tam kontrollü bitki yetiştirme kabinlerinde, bitkilerin fenotiplenmesi, mutasyon ve transformasyon gibi araştırma çalışmalarında bu ıslah tekniği ile bitki gelişiminin hızlandırılabileceği bildirilmiştir (Samantara ve ark., 2022).

Birçok tarla bitkisi için yeni bir çeşidin ıslah edilmesi uzun yıllar almaktadır. Seçilmiş ebeveynlerin melezlenmesinden sonra, ortaya çıkan popülasyonun agronomik özelliklerinin ve veriminin değerlendirilmesi ve genetik olarak stabil hatlar elde edilmesi için bitkilerin 4-6 generasyon yetiştirilmesi gerekmektedir. Bu durum, genellikle yılda sadece 1-2 generasyon ile sınırlı olan, tarlada yetiştirilen bitkiler için zaman alıcıdır. Araştırmacılar tam kontrollü bitki yetiştirme kabinlerinde uzun süreli fotoperiyotlar kullanarak, bitkilerin gelişimini hızlandıran ve böylece generasyon süresini kısaltan hızlı ıslah protokolleri ortaya çıkarmışlardır (Hickey ve ark., 2017; Ghosh ve ark., 2018). Farklı araştırmacılar ekmeklik buğday, makarnalık buğday ve arpa gibi bazı tahıl türlerinde uygulamalı ve temel araştırmalarda hızlı ıslah protokollerinin uygulanabilirliğini araştırmış ve çalışmalarının sonunda mevcut bu bitkilerin generesyon sürelerini başarılı bir şekilde kısalttıklarını bildirmişlerdir (Watson ve ark., 2018; Hickey ve ark., 2017; Ghosh ve ark., 2018; Özer ve ark., 2019; Liu ve ark., 2016; Bayhan ve ark., 2022; Özkan ve ark., 2022). Bu araştırmada hızlı ıslah tekniğinin ne olduğu, bitki ıslahı açısından önemi ve hızlı ıslah protokollerinin hangi bitkilerde kullanıldığı ortaya konmuştur.

2. HIZLI ISLAH NEDİR?

Hızlı ıslah sistemini, tam kontrollü bitki yetiştirme kabininde veya yarı kontrollü sera koşullarında bitkilerin uzun süre ışığa maruz bırakılmasına dayanan bir bitki yetiştirme tekniği olarak tanımlayabiliriz. Akash (2020), hızlı ıslah tekniğini şu şekilde tanımlamıştır; bitkide hızlı generasyon döngüsünü sağlamak için tek tohum soy yönteminin kullanıldığı, tam kontrollü bitki yetiştirme odasında veya sera ortamında, uzatılmış fotoperiyot ve kontrollü sıcaklık rejimlerini kullanan yeni bir ıslah tekniğidir. Diğer bir deyişle hızlı ıslah, bir sonraki generasyona mümkün olduğunca çabuk

ilerlemek için çiçeklenmeyi ve tohum oluşumunu hızlandırmayı amaçlayan, bitki genotiplerinin yetiştirildiği çevresel koşulların değiştirilmesini içeren teknikler topluluğudur. Araştırmacıların, NASA'nın uzay istasyonlarında bitki yetiştirilmesinden esinlenip geliştirdikleri bu yöntem 3 temel prensibe dayanmaktadır. Bu yöntemde, a) günlük ışıklandırma süresinin uzatılması (22 saat ışık-2 saat karanlık), b) tohumlarının olgunlaşmadan önce hasat edilmesi (çiçeklenmeden 15-20 gün sonra), c) tohum dormansisinin kırılması için soğuk uygulaması (4 °C'de 3-5 gün bekletilmesi) gibi üç temel uygulama içermektedir (Ghosh ve ark., 2018). Bu yöntem ile hızlı generasyon atlatma yoluyla bitkilerin ıslah süresi kısalır ve bitki araştırma çalışma süreleri hızlanır.

3. HIZLI ISLAH TEKNİĞİNİN ÖNEMİ VE BİTKİ ISLAHINDA KULLANIMI

Hızlı ıslah tekniği, bitki ıslahında hızlı generasyon atlatma stratejisine dayandığı için zaman ve kaynaklar açısından büyük tasarruf sağlar. Bitkilerde ıslah süresini kısaltmak için tohuma dayalı teksel seleksiyon, klonal seleksiyon ve markör destekli seleksiyon (MAS) gibi çeşitli seleksiyon yöntemleri hızlı ıslaha entegre edilebilir (Hickey ve ark., 2017; Watson ve ark., 2018; Samineni ve ark., 2020). Klasik ıslah yöntemleriyle yılda 1 veya 2 generasyon ürün alınırken, hızlı ıslah yöntemiyle yılda 3 ile 9 generasyon alınabilmektedir (Ghosh ve ark., 2018; Ochatt ve ark., 2002). Sonuç olarak, hızlı ıslah tekniği ile, kısa sürede homozigot ve stabil genotipler elde edildiği için yeni çeşitlerin çiftçilerin hizmetine sunulma süresi oldukça kısalmaktadır (Watson ve ark., 2018). Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda araştırmacılar hızlı ıslah tekniğini daha çok uzun gün ve kısa gün bitkilerinde kullanmışlardır. Farklı araştırmacılar hızlı ıslah tekniği ile, buğday, arpa, nohut ve bezelye bitkilerinde yılda 6 generasyon, kanola bitkisinde ise 4

generasyon elde etmeyi başarmışlardır (Ghosh ve ark., 2018; Watson ve ark., 2018).

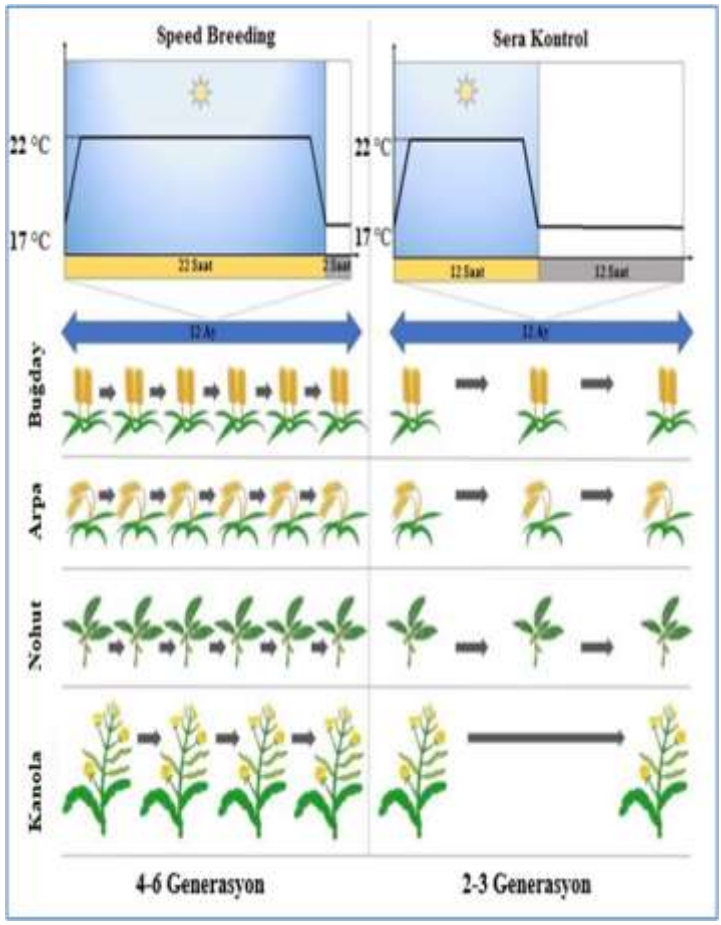
Hickey ve ark. (2017) hızlı ıslah tekniğini kullanarak, arpada kök hastalıkları, pas hastalıkları, bazı önemli genetik özellikler ve kaliteli genlerin korunması ve kantitatif özellikler gibi konularda çalışmalar yapmışlardır. Alahmad ve ark. (2018) hızlı ıslah yöntemini makarnalık buğdayda farklı kantitatif özelliklerin seçiminde kullanmışlardır. F_2 generasyonundaki 1000 adet bitkiden oluşan popülasyondan kahverengi pas, kök çürüklüğü, bitki boyu, seminal kök sayısı ve kök açısı özellikleri bakımından seleksiyon gerçekleştirmişlerdir. Seleksiyon indeksine göre seçilen bitkiler ile seçilmeyen bitkiler arasında bitki boyu hariç diğer dört özellik için popülasyon ortalaması başarılı bir şekilde agronomik olarak istenen yönde ilerleme göstermiştir. Özkan ve ark. (2022) yarı kontrollü sera koşullarında yaptıkları çalışmada, erkencilik ve bitki boyunun verim kriterleri ile güçlü ve pozitif ilişkilerde bulunduğunu, bu özelliklerin hızlı ıslah koşullarında geliştirilecek genotiplerin erken generasyonlarında seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca hızlı ıslah sürecinde elde edilen tohumlara, dormansi kırma metodu (+4 °C'de bekletme) uygulanmasının, normal çimlendirme şartlarına kıyasla genotiplerin çimlenme oranında %10.01 artış yaptığını belirtmişlerdir. Özer ve ark. (2019) tarafından hızlı ıslah tekniği ile mercimekte generasyonun süresinin araştırıldığı çalışmada, sera ve iklim odasında ışıklandırma yoğunluğunu ve süresini farklı tutarak bitkilerde meydana gelen morfolojik ve fizyolojik değişimleri gözlemlemişlerdir. Bitkilerin hem ışıklanma süresinin uzatılması hem de tohumların erken hasat edilmesi suretiyle popülasyonlarda 60 gün içerisinde bir generasyon ilerletebilmişlerdir. Hızlı ıslah tekniklerinin klasik ıslah çalışmalarına entegre edilmesi ile daha kısa sürede arzu edilen özelliklerde mercimek çeşitleri geliştirilebileceğini bildirmişlerdir.

4. HIZLI ISLAH PROTOKOLLERİ

Farklı bitkiler için araştırmacılar tarafından geliştirilen çok sayıda hızlı ıslah protokolü bulunmaktadır (Tablo 1-2).

Hızlı ıslah-kabin koşulları b) Hızlı ıslah-sera koşulları

Şekil 1. Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde devam etmekte olan hızlı ıslah çalışmalarına ait görseller



Şekil 2. Farklı bitkilerde hızlı ıslah ve sera yetiştirme koşullarının karşılaştırılması (Watson ve ark., 2017)

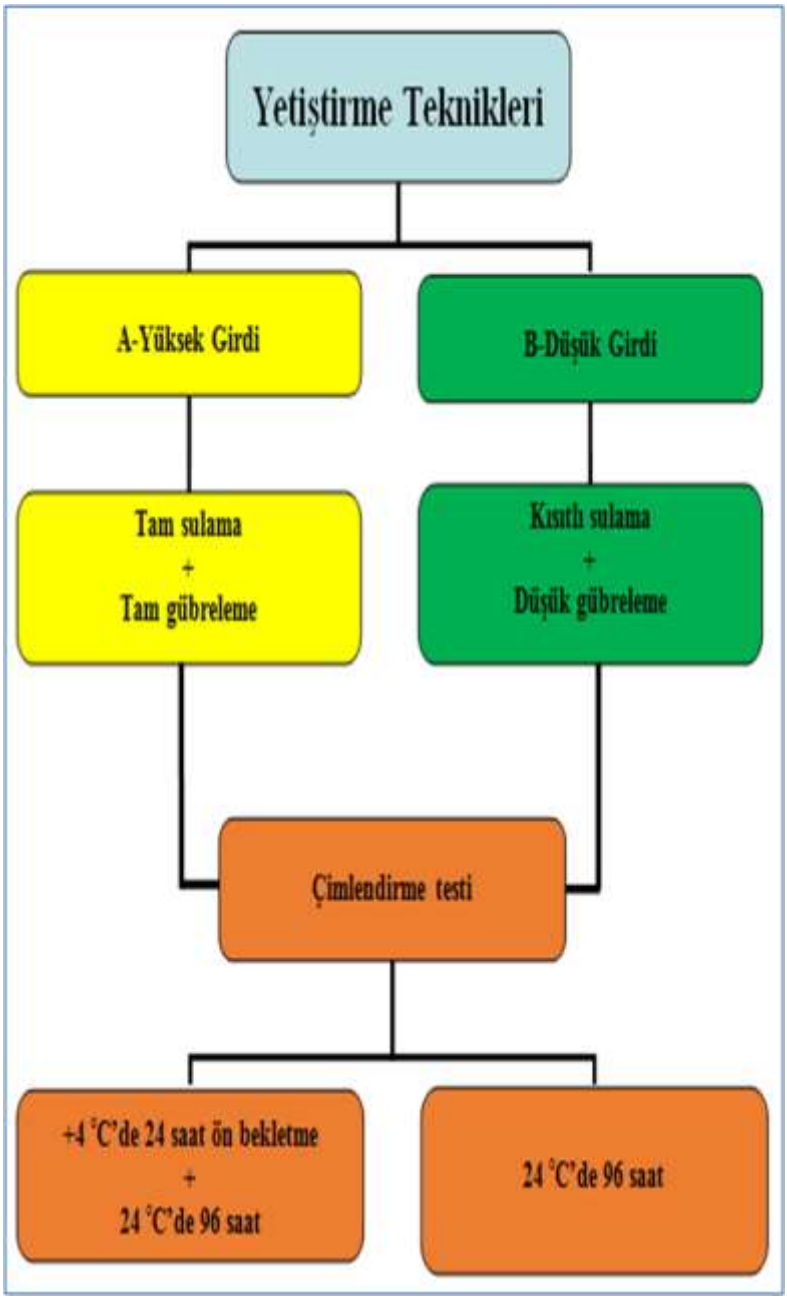
Farklı araştırmacılar tarafından çok sayıda bitki türünde (kısa ve uzun gün bitkileri) hızlı ıslah metodu başarılı bir şekilde kullanılmış ve klasik ıslah ile çok uzun zaman alan ıslah süreci bu yeni metod ile oldukça kısaltılmıştır (Şekil 2-4). Bitki türüne göre değişmekle birlikte hızlı ıslah yöntemi ile bir yıl içerisinde 4-8 generasyon ürün alınabilmiştir (Tablo 3).

Tablo 1. Farklı bitki türlerine uygulanan hızlı ıslah protokolü (Ghosh ve ark., 2018)

Bitki Türü	Fotoperyot Süresi	Sıcaklık Değeri	Nem Değeri	Çiçeklenme Süresi
Yazlık ekmeklik buğday (*T. aestivum*)	22 saat ışık 2 saat karanlık	22 °C 17 °C	% 60–70	49.6 ± 5.0
	16 saat ışık 8 saat karanlık			62.5 ± 4.3
Kışlık ekmeklik buğday (*T. aestivum*)	22 saat ışık 2 saat karanlık			105.4 ± 1.7
	16 saat ışık 8 saat karanlık			115.4 ± 1.9
Makarnalık buğday (*T. durum*)	22 saat ışık 2 saat karanlık			46 ± 1.9
	16 saat ışık 8 saat karanlık			53.7 ± 1.0
Arpa (*H. vulgare*)	22 saat ışık 2 saat karanlık			38.4 ± 13.9
	16 saat ışık 8 saat karanlık			46.6 ± 12.1
Canola (*B. napus*)	22 saat ışık 2 saat karanlık			34.5 ± 0.7
	16 saat ışık 8 saat karanlık			45.0 ± 0.0
Canola (*B. rapa*)	22 saat ışık 2 saat karanlık			36.5 ± 2.5
	16 saat ışık 8 saat karanlık			41.0 ± 3.7
Canola (*B. oleracea*)	22 saat ışık 2 saat karanlık			49.2 ± 1.8
	16 saat ışık 8 saat karanlık			61.2 ± 2.3
Bezelye (*P. sativum*)	22 saat ışık 2 saat karanlık			32.2 ± 5.3
	16 saat ışık 8 saat karanlık			42.9 ± 5.3
Yem bezelyesi (*L. sativus*)	22 saat ışık 2 saat karanlık			31c ± 0.0
	16 saat ışık 8 saat karanlık			-
Yalancı parlak brom (*Brachypodium distachyon*)	22 saat ışık 2 saat karanlık			31.5 ± 5.2
	16 saat ışık 8 saat karanlık			44.0 ± 5.2
Kinoa (*C. quinoa*)	22 saat ışık 2 saat karanlık			54.6 ± 0.6
	16 saat ışık 8 saat karanlık			61.1 ± 4.6
Yulaf (*A. sativa*)	22 saat ışık 2 saat karanlık			52 ± 0.0
	16 saat ışık 8 saat karanlık			66 ± 0.0

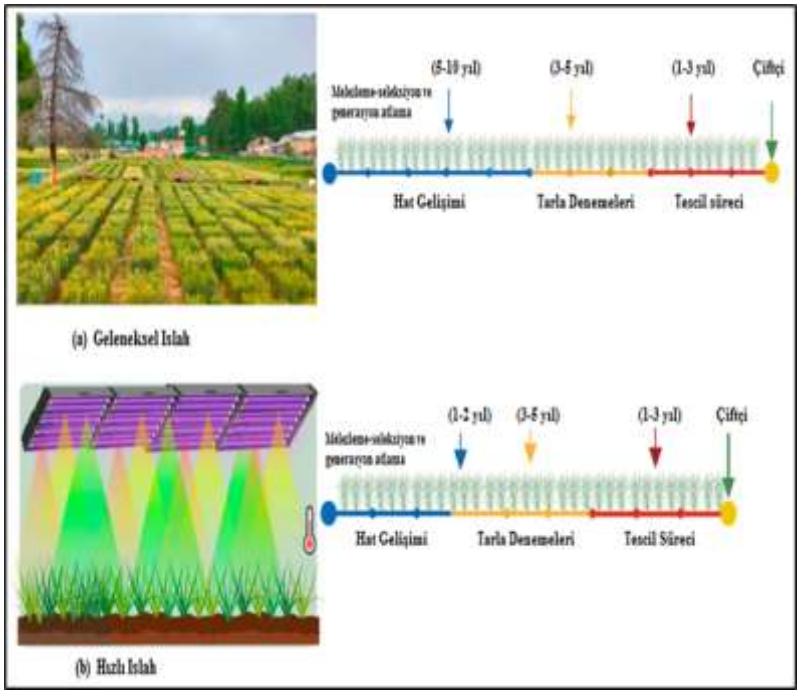
Tablo 2. Farklı araştırmacılar tarafından farklı bitki türlerine uygulanan hızlı ıslah protokolleri

Bitki Türü	Fotoperyot Süresi	Sıcaklık Değeri	Nem Değeri	Çiçeklenme Süresi	Referans
Mercimek	16 saat ışık 8 saat karanlık	23 °C 17 °C	%70-75	56.00	(Özer ve ark., 2019)
	22 saat ışık 2 saat karanlık			32.00	
Yulaf	20 saat ışık 4 saat karanlık	25 °C 22 °C	%65-85	54.08	(Liu ve ark., 2016)
Tritikale				55.83	
Arpa	22 saat ışık 2 saat karanlık	22 °C 22 °C	-	-	(Hickey ve ark., 2017)
Bezelye	20 saat ışık 4 saat karanlık	24 °C 20 °C	-	41.37	(Pazos-Navarro ve ark., 2017)
Nohut				29.27	
Mercimek				33.40	
Bakla				33.06	
Acı Bakla				42.73	
Bakla	20 saat ışık 4 saat karanlık	20 °C 18 °C	-	54.00	(Mobini ve ark., 2014)
Mercimek			-	45.00	
Ekmeklik Buğday	22 saat ışık 2 saat karanlık	22 °C 17 °C	%70	38.1	(Watson ve ark., 2018)
	12 saat ışık 12 saat karanlık			81.8	
Makarnalık Buğday	22 saat ışık 2 saat karanlık			35.7	
	12 saat ışık 12 saat karanlık			74.0	
Arpa	22 saat ışık 2 saat karanlık			37.5	
	12 saat ışık 12 saat karanlık			78.0	
Bezelye	22 saat ışık 2 saat karanlık			26.4	
	12 saat ışık 12 saat karanlık			38.4	
Bezelye	20 saat ışık 4 saat karanlık	21 °C 16 °C	-	33.4	(Mobini ve Warkentin, 2016)
Soya	10 saat ışık 14 saat karanlık	28 °C 28 °C	%80-100	24.0	(Jahne ve ark., 2020)
	12 saat ışık 12 saat karanlık			23.0	
	16 saat ışık 8 saat karanlık			31.0	
Güvercin Bezelyesi	Gün ışığı	32 °C 23 °C	%60	53.0	(Saxena ve ark., 2017)
Yer Fıstığı	24 saat ışık	28 °C 28 °C	%60	48.0	(O'Connor ve ark., 2013)
Makarnalık Buğday	22 saat ışık 2 saat karanlık	25 °C 17 °C	%48-73	53.38	(Özkan ve ark., 2022)



Şekil 3. Hızlı ıslahta uygulanan yetiştirme teknikleri (Bayhan ve ark., 2022)

Bayhan ve ark. (2022) hızlı ıslah tekniğinin optimize edilmesi amacıyla yaptıkları bir çalışmada, uygulanan gübre dozundan ziyade gübreleme sıklığının bitki gelişimi açısından önemli olduğunu, bitkilere uygulanan kademeli su kısıtlılığının bitkiyi su stresine sokarak generatif sürenin kısalmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca hızlı ıslah şartlarında bitkiye uygulanan kademeli su kısıtlılığının, tarla kapasitesinde su uygulanan koşullara kıyasla bitkinin vejetasyon süresini oldukça kısalttığını ve ön dormansi kırma işleminin tohumların çimlenme oranını ciddi oranda artırdığını belirtmişlerdir (Şekil 3).



Şekil 4. (a) Geleneksel ıslah ve (b) Hızlı ıslah ile çeşit geliştirilmesine ait zaman çizelgesi (Samantara ve ark., 2022)

Tablo 3. Bitki türüne göre hızlı ıslah metodu ile elde edilen generasyon sayıları

Tür	Generasyon Sayısı	Referans
Yulaf (*Avena sativa*)	7	(Liu ve ark., 2016)
Arpa (*Hordeum vulgare*)	6	(Hickey ve ark., 2017)
Makarnalık Buğday (*Triticum durum*)	6	(Özkan ve ark., 2022)
Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum*)	4-6	(Mukade ve ark., 1974)
Üçgül (*Trifolium subterraneum*)	2.7-6.1	(Pazos-Navarro ve ark., 2017)
Mercimek (*Lens culinaris*)	8	(Mobini ve ark., 2014)
	6	(Özer ve ark., 2019)
Nohut (*Cicer arietinum*)	6	(Watson ve ark., 2018; Atieno ve ark., 2017)
Bezelye (*Pisum sativum*)	6.8	(Ochatt ve ark., 2002; Ribalta ve ark., 2017)
	5	(Mobini and Warkentin, 2016)
Bakla (*Vicia faba*)	7	(Mobini ve ark., 2014)
Acı Bakla (*Lupinus angustifolius*)	5	(Croser ve ark., 2016)
Kanola (*Brassica napus*)	5	(Watson ve ark., 2018)
Keten (*Linum usitatissimum*)	3	(Sysoeva ve ark., 2010)
Çeltik (*Oryza sativa*)	4-5	(Rana ve ark., 2019; Collard ve ark., 2017)
Sorgum (*Sorghum bicolor*)	4	(Forster ve ark., 2014)
Soya Fasulyesi (*Glycine max*)	5	(Nagatoshi and Fujita, 2019; Jahne ve ark., 2020)
Güvercin Bezelyesi (*Cajanus cajan*)	4	(Saxena ve ark., 2017)
Bambara Fasulyesi (*Vigna subterranea*)	4	(Ochatt ve ark., 2002)
Yer Fıstığı (*Arachis hypogaea*)	4	(O'Connor ve ark., 2013)
Horoz İbiği (*Amaranthus spp.*)	6	(Stetter ve ark., 2016)

5. SONUÇ

Araştırmacılar, küresel ısınmadan kaynaklı değişen iklim şartlarına uygun ve artan dünya nüfusunu besleyecek, yüksek verim ve kalite niteliklerine sahip yeni çeşitler geliştirme çabası içerisindedirler. Ancak, şu ana kadar bitki ıslahında meydana gelen değişimler dünya nüfusunun ihtiyacını karşılayamamıştır. Hızlı ıslah tekniğinin diğer bitki ıslah metotlarına entegre edilmesiyle ıslah sürecinde bir ivme kazanılmıştır. Hızlı ıslah tekniğinin kullanılmasıyla birlikte, ekonomik açıdan önem arz eden çok fazla bitki türünün ıslah programlarını hızlandırmıştır.

Tam kontrollü bitki yetiştirme kabininde veya yarı kontrollü sera koşullarında optimum sıcaklık, nem ve ışık süresine dayanan hızlı ıslah tekniği, bitkilerin

generasyon süresini kısaltarak bitki ıslah sürecinin bazı aşamalarını doğrudan etkilemiştir. Hızlı ıslah tekniği, bitkilerin daha kısa sürede homozigotluğa ulaşmasını, hatların geliştirme aşamalarında genetiği değiştirilmiş bitkilerin ve transgenik bitkilerin değerlendirilmesine imkân sağlamıştır. Hızlı ıslah tekniğinde bitkiler daha kısa sürede yeterli olgunluğa eriştiği için genotipleme ve fenotipleme aşamaları kolaylaşmıştır.

Var olan hızlı ıslah protokollerinin eksik yanlarının tespit edilmesi ve bunların giderilmesiyle bitki ıslahında bir ivme kazanılabilir ve daha kısa sürede daha fazla mesafe katedilebilir. Bu yeni ıslah tekniğinin geliştirilmesi, farklı bitki türlerinde de kullanılması ve hızlı ıslah koşullarının bitki büyümesi ve gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerinin değerlendirmesi için zamana ve çok fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Hızlı ıslah tekniği ülkemizde de bazı tarımsal araştırma enstitülerinde ve üniversitelerde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak hızlı ıslah tekniğinin ülkemizde daha fazla yaygınlaştırılması için bu alanda yetkin araştırmacılar tarafından çeşitli sempozyum ve eğitimler düzenlenerek yapılacak çalışmalara katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKÇA

Akash, G.S. (2020). Speed breeding : To Feed The Boosting Populations of The World. Genetics and Plant Breeding. 02543/19-20.

Alahmad, S., Dinglasan, E., Leung, K., Riaz, A., Derbal, N., Voss-Fels, K., Able, J., Bassi, F., Christopher, J., Hickey, L. (2018). Speed breeding for multiple quantitative traits in durum wheat. *Plant Methods*, 14(36).

Anonim, 2022. World Population to Reach 9.9 Billion by 2050 (IISD). https://sdg.iisd.org/news/world-population-to-reach-9-9-billion-by-2050/, (Erişim tarihi: 03.02.2022)

Atieno, J., Li, Y., Langridge, P., Dowling, K., Brien, C., Berger, B., Varshney, R., Sutton, T. (2017). Exploring genetic variation for salinity tolerance in chickpea using image-based phenotyping. *Sci. Rep*., 7: 1300.

Bao, A., Zhang, C., Huang, Y., Chen, H., Zhou, X., Cao, D. (2020). Genome editing technology and application in soybean improvement. *Oil Crop Sci.,* 5: 31-40.

Bayhan, M., Özkan, R., Yorulmaz, L., Albayrak, Ö. & Akıncı, C. (2022). Hızlı ıslah sisteminin optimizasyonu: bitki yetiştirme tekniklerinin etkileri, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 2022, 1308-8769, 37(3), 541-556.

Collard, B.C.Y., Beredo, J.C., Lenaerts, B., Mendoza, R., Santelices, R., Lopena, V., Verdeprado, H., Raghavan, C., Gregorio, G.B., Vial, L., et al. (2017). Revisiting rice breeding methods: Evaluating the use of rapid generation advance (RGA) for routine rice breeding. *Plant Prod. Sci.*, 20: 337-352.

Croser, J.S., Pazos-Navarro, M., Bennett, R.G., Tschirren, S., Edwards, K., Erskine, W., Creasy, R., Ribalta, F.M. (2016). Time to flowering of temperate pulses in vivo and generation turnover in vivo-in vitro of narrow-leaf lupin accelerated by low red to far-red ratio and high intensity in the far-red region. *Plant Cell Tissue Organ Cult*., 127: 591-599.

Forster, B.P. (2014). Accelerated plant breeding. *CAB Rev*., 9: 1-16.

Ghosh, S., Watson, A., Gonzalez-Navarro, O., Ramirez-Gonzalez, R., Yanes, L., Mendoza-Suárez, M., Simmonds, J., Wells, R., Rayner, T., Green, P., Hafeez, A., Hayta, S., Melton, R., Steed, A., Sarkar, A., Carter, J., Perkins,

L., Lord, J., Tester, M., Hickey, L. (2018). Speed breeding in growth chambers and glasshouses for crop breeding and model plant research. *Nature Protocols*, 13. 10.1038/s41596-018-0072-z.

Hickey, L.T., Germán, S.E., Pereyra, S.A., Diaz, J.E., Ziems, L.A., Fowler, R.A., et al. (2017). Speed breeding for multiple disease resistance in barley. *Euphytica*, https://doi.org/10.1007/s10681-016-1803-2.

Hussain, B. (2015). Modernization in plant breeding approaches for improving biotic stress resistance in crop plants. *Turk. J. Agric. For.*, 39: 515-530.

Jähne, F., Hahn, V., Würschum, T., et al. (2020). Speed breeding short-day crops by LED-controlled light schemes. *Theor Appl Genet.*, 133: 2335-2342.

Liu, H., Zwer, P., Wang, H., Liu, C., Lu, Z., Wang, Y., Yan, G. (2016). A fast generation cycling system for oat and triticale breeding. *Plant Breed*., 135: 574-579.

Mobini, S.H., Lulsdorf, M., Warkentin, T., Vandenberg, A. (2014). Plant growth regulators improve in vitro flowering and rapid generation advancement in lentil and faba bean. *Vitr. Cell. Dev. Biol.-Plant*, 51: 71-79.

Mobini, S.H., Warkentin, T.D. (2016). A simple and efficient method of in vivo rapid generation technology in pea (*Pisum sativum* L.). *Vitr. Cell. Dev. Biol.-Plant*, 52: 530-536.

Moose, S.P., Mumm, R.H. (2008). Molecular plant breeding as the foundation for 21st century crop improvement. *Plant Physiol.*, 147: 969-977.

Mukade, K. (1974). New Procedures for Accelerating Generation Advancement in Wheat Breeding. JARQ, 8: 1-5.

Nagatoshi, Y., Fujita, Y. (2019). Accelerating Soybean Breeding in a CO2 - Supplemented Growth Chamber. *Plant Cell Physiol*., 60: 77-84.

Ochatt, S.J., Sangwan, R.S., Marget, P., Assoumou Ndong, Y., Rancillac, M., Perney, P. (2002). New Approaches towards the shortening of generation cycles for faster breeding of protein legumes. *Plant Bree*d., 121: 436-440.

O'Connor, D.J., Wright, G.C., Dieters, M.J., George, D.L., Hunter, M.N., Tatnell, J.R., Fleischfresser, D.B. (2013). Development and application of speed

breeding technologies in a commercial peanut breeding program. *Peanut Sci.,* 40: 107-114.

Özer, G.Ç., Karaoğlu, C., Aydoğan, A., Kılınç, H.V. (2019). Mercimekte (*Lens culinaris* M.) hızlı ıslah teknikleri kullanılarak generasyon süresinin kısaltılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi,* 28(2): 103-111.

Özkan, R., Bayhan, M., Yıldırım, M. & Akıncı, C. (2022). Makarnalık buğdayda (*Triticum durum* L.) generasyon süresinin kısaltılmasında hızlı ıslah tekniğinin uygulanabilirliği, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 2022, 1308-6529, 26(2), 292-298.

Pazos-Navarro, M., Castello, M., Bennett, R.G., Nichols, P., Croser, J. (2017). In vitro-assisted single-seed descent for breeding-cycle compression in subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). *Crop Pasture Sci.*, 68: 958.

Rana, M.M., Takamatsu, T., Baslam, M., Kaneko, K., Itoh, K., Harada, N., Sugiyama, T., Ohnishi, T., Kinoshita, T., Takagi, H., et al. (2019). salt tolerance ımprovement in rice through efficient SNP marker-assisted selection coupled with speed-breeding. *Int. J. Mol. Sci.,* 20: 2585.

Ribalta, F.M., Pazos-Navarro, M., Nelson, K., Edwards, K., Ross, J.J., Bennett, R., Munday, C., Erskine, W., Ochatt, S.J., Croser, J. (2017). Precocious floral initiation and identification of exact timing of embryo physiological maturity facilitate germination of immature seeds to truncate the lifecycle of pea. *Plant Growth Regul*., 81: 345-353.

Samantara, K., Bohra, A., Mohapatra, S.R., Prihatini, R., Asibe, F., Singh, L., Reyes, V.P., Tiwari, A., Maurya, A.K., Croser, J.S., et al. (2022). Breeding more crops in less time: A perspective on speed breeding. *Biology,* 11: 275.

Samineni, S., Sen, M., Sajja, S.B., Gaur, P.M. (2020). Rapid generation advance (RGA) in chickpea to produce up to seven generations per year and enable speed breeding. *Crop J.*, 8: 164-169.

Saxena, K., Saxena, R.K., Varshney, R.K. (2017). Use of immature seed germination and single seed descent for rapid genetic gains in pigeonpea. *Plant Breed.*, 136: 954-957.

Stetter, M.G., Zeitler, L., Steinhaus, A., Kroener, K., Biljecki, M., Schmid, K.J. (2016). Crossing Methods and cultivation conditions for rapid production of segregating populations in three grain amaranth species. *Front. Plant Sci.*, 7: 816.

Sysoeva, M.I., Markovskaya, E.F., Shibaeva, T.G. (2010). Plants under continuous light: A review. *Plant Stress*, 4: 5-17.

Watson, A., Ghosh, S., Williams, M.J., Cuddy, W.S., Simmonds, J., Rey, M.D., et al. (2018). Speed breeding is a powerful tool to accelerate crop research and breeding. *Nature Plants*, 4(1): 23.

Yang, H., Wu, J.J., Tang, T., Liu, K.D., Dai, C. (2017). CRISPR/Cas9-mediated genome editing efficiently creates specific mutations at multiple loci using one sgRNA in Brassica napus. *Sci. Rep.* 7: 7489.

CHAPTER 6

THE EFFECT OF DIFFERENT FERTILIZER TREATMENTS ON THE STRUCTURE AND DENSITY OF WEED POPULATION IN CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.) FARMING

Dr. Sibel IPEKESEN[1]

[1]Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır /Türkiye, Orcıd: 0000-0002-7141-5911, sibelisikten@gmail.com

1. INTRODUCTION

Turkey is a significant chickpea (*Cicer arietinum* L.) producer following India, Pakistan and Russia. Chickpea, ranks third in the world after beans and peas with a cultivation area of 9.547.030 hectares and Turkey constitutes 3.7% of these cultivation areas (FAO, 2020). Chickpea has an important role in the nutrition of both humans and animals with high protein content in its grains. Chickpea is mostly included in the products of Astern, Southeastern and Central Anatolian Regions of Turkey. It is an important legume product of southeastern Anatolia and is widely grown by alternating with winter cereals.

There are many factors that cause yield and quality loss in chickpea production. Weeds are primarily among these factors. Weed species invading chickpea production areas may vary from region to region depending on many factors such as climatic conditions in the country, ecological conditions, variety used, application etc. (Singh et al., 2003; Sırrı 2019). Obtaining information about weeds in the flora is very important in terms of determining and developing weed control methods. Since the growth of chickpea is slow in the early development period, its competition with weeds is limited. Presence of weeds in the field, even in small numbers, in the early development stages may adversely affect the yield (Pala, 2019). Yield losses due to weed competition differ depending on the weed density and species (Ustüner, 2016). The severity of yield loss depends on the weed density and density duration, as well as the climatic conditions affecting the growth of weeds and crops. Weeds cover the cultivation areas and mainly compete with the crop for nutrients, water, sunlight and moisture. Several studies have found that weed density in chickpea production significantly reduces yield (Mohammadi et al. 2010; Ratnam et al., 2011; Dubey et al., 2018; Merga and Alemu, 2019). Ahlawat (1981) stated that with the increase of weed density,

the yield of chickpeas decreased significantly, and ICARDA (1987) reported that there was a 20-40% decrease in yield even when the weed density was low.

The weed flora varies depending on environmental factors such as seasonal changes, crop rotation, soil erosion and climate changes (Amini et al., 2015). As a matter of fact, Fathi et al., (2016), stated that *Torilis arvensis* and *Geranium molle* plants are mostly seen in winter but *Convolvulus arvensis* in spring in chickpea growing areas. On the other hand, Mousavi et al. (2007) found that the average weed density in chickpea fields was higher in spring (25.8 plant/m^{-2}) than in autumn (plant/m^{-2}) and winter (plant/m^{-2}). Studies on weed species and densities in chickpea production areas in different provinces and regions in our country are very limited. It was recorded that weeds such as *Avena sterilis, Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Chondrilla juncea, Convolvulus arvensis, Cichorium intybus, Cynodon dactylon, Elymus repens, Galium aparine* and *Sinapis arvensis* were dense in the areas where chickpea cultivation was carried out in the survey studies.

There are not many studies on the effect of fertilizers used in chickpea farming on weed density. However, in recent years, the use of high-yielding varieties instead of domestic varieties in chickpea farming has increased the costs (Asghari and Armin 2015). Most studies show that weeds increase with fertilization. Both chemical and organic fertilizers increase the weed population in chickpea farming. Since organic fertilizers dissolve in the soil for a longer time, yield losses due to weed density in the areas where these fertilizers are applied occur later than chemical fertilizers. As a matter of fact, Abbasi et al. (2006) found that the mass of weeds increased due to the increase in nutrient absorption in the soil in the presence of high nitrogen. Armin (2016) stated that the weed density was lower in the plots where organic

fertilizers were applied, compared to chemical fertilizers (13.24%). Bulut et al., (2013), reported that fertilizer sources have a statistically significant effect on weed density. In addition, they found that the density and incidence of weeds in the plots where cattle manure was applied were higher than the other plots. Ali et al.,(2015), reported that weed density was significantly affected by organic and inorganic fertilizations.

Some studies prove that fertilization greatly affects the composition, density and diversity of weed species (Hyvönen and Salonen 2002; Moss et al., 2004; Wan et al., 2012). In this research, was carried out to determine the effect of using organic and chemical fertilizers on the weed species, densities and frequency of occurrence in chickpea, too.

2. MATERIAL AND METHODS

Experimental area and soil condition

The experiment was carried out from February to June in the years 2020 and 2021 at the Dicle University, Agriculture Faculty, Field Crops Department Experiment Farm. The soil of experimental has clayey and clay loam. The soil is poor in terms of nitrogen and phosphorus but affluent potassium content and has less than 1% organic matter content. The site has a warm and semi arid, continental climate with in 2020 and 2021 mean annual rainfall of 437.4-106.5 mm, respectively. The total rainfall in April, when plant growth is the fastest, and in May, which is the flowering and pod-fixing period, is 186.3 mm in 2020 and 10.9 mm in 2021. As it can be understood from the climate data, since the amount of precipitation falling in 2021 is very low compared to 2020 and after long years, a serious drought was experienced. The average temperature of the months (February-June) in which the experiment was carried out was 15.8 ºC in the first year and 17.7 ºC in the second. In the first

year of the experiment, the humidity in March, April and May was higher than the second year (Table-1). Since the second year of the experiment was extremely dry, the trial area was irrigated with the sprinkler irrigation method, once every 15 days, until the soil reached the field capacity.

Table 1: Climatic data of the trial area for the years 2020-2021

Months	Mean temperature (ºC)		Total precipitation (mm)		Humidity rate (%)	
	2020	**2021**	**2020**	**2021**	**2020**	**2021**
January	4.5	5.2	73.9	41.2	77.6	71.8
February	11.5	8.3	59.5	37.7	79.2	63.1
March	14.7	9.6	191.6	57.9	75.9	63.4
April	20.9	17.2	112	7.1	73.3	52.1
May	27.4	24.7	74.3	3.8	54.4	30.7
June	4.5	28.6	0.0	0.0	30.0	25.5
Total/Mean.	13.9	15.6	511.3	147.7	65.0	51.1

Source: Diyarbakir Meteorological Service

Experimental design, chickpea varieties and fertilizer treatments

The experiment was carried out in randomized blocks according to the split plot design. In the experiment, vermicompost, algae, commercial organic fertilizer, leonardite, nitrogen-fixing bacteria, chicken manure, ovine and cattle manure, solid vermicompost were used as organic fertilizer, while NP fertilizer was used as chemical fertilizer. Fertilizer doses used in treatments and contents are presented in Table 2.

Table 2: Fertilizer doses used in treatments and contents

Treatments	Dose of use	The content of the fertilizer
Control	0	
Solid Worm	3 tons/ha^{-1}	Organic matter: 51.4% Total N:2.5% K_2O:2.4% P_2O_5:2.4% Ph:7.9
Nitrogen Fixing Bacteria	15.000 cc/ ha^{-1}	*Rhizobium ciceri* L. *Rhizobium ciceri* L.
Ovine Manure	5 tons/ ha^{-1}	Organic matter: 68.3% Total N:4.98% P_2O_5:0.03%
Cattle Manure	5 tons/ ha^{-1}	Organic matter: 61.5% Total N:3.82% P_2O_5:4 %
Chicken Manure		Organic matter: 57.9% Total N:4.09% P_2O_5:0.03 %
Leonardite	750 kg/ ha^{-1}	Organic matter: 40-50% Total humic+fulvic acid:40-50% Ph: 3.4
Chemical Fertilizer (NP)	N=50 kg/ ha^{-1}, P=90 kg/ ha^{-1}	Total N:20% Ammonium nitrate:13% P_2O_5:%14 SO_3:%9
Liquid Worm	10.000 cc/ ha^{-1}	Organic matter: 7% Total N:1% Organic N:0.2% Ph:8.5-10.5 EC(dS/m):10
Algae	20.000 cc/ ha^{-1}	Organic matter:5% K_2O:%2 Total alginic acid:0.02% Ph:6-8 EC(dS/m):20.75
Commercial Organic Fertilizer	500 kg/ ha^{-1}	Organic matter:55% Total N: 3% P_2O_5:1% K_2O:1% Max EC(dS/m):12, Ph:5-7

A control group was included in the experiment to compare the treatments. Three chickpea cultivars (Arda, Gökçe and Yerli) were used in the experiment. Varieties were sown on 21 February in both years. A total of 99

parcels were established, all treatments with three replications. Solid worm, ovine and cattle manure, chicken manure, leonardite, NP and commercial organic fertilizers; directly into the soil after sowing, nitrogen fixing bacteria; applied to the seed before sowing, liquid worm and algae fertilizers; applied to the soil with a back pump.

Weeds counting

Data were recorded on weeds in April, when it is easy to identify weeds, by throwing a 1 m^{-2} frame once in each treatments area in the trial plots. Species identifications of the detected weeds were made in the book titled "Meadow and Pasture Plants of Turkey" by Serin et al., (2008). The percentage frequency of occurrence and their number per m^{-2} were calculated from the data obtained by recording the species and numbers of weeds. Density (pieces/m^{-2}) and incidence frequency calculation was made with the equation made by Güncan (2014).

$$\text{Density (pcs/m}^{-2}) = b/m$$

b: Total number of individuals in the sample taken

m: Number of samples taken

Weed density was calculated by looking at the total number of weed species per square meter iron frame. For weed density, a sampling was made in the pre-blooming period of chickpea.

Incidence Frequency (%): It is the value that shows how many % of the treatmentss made to a weed species are encountered.

$$\text{Incidence frequency (\%)} = (n/m) \times 100$$

n: Total number of parcels containing a species

m: The total number of parcels observed

3. RESULTS AND DISCUSSION

Response of weed density to treatments

In the research, 15 species belonging to 11 families were found in 2020, while 5 species of 6 different families were found in 2021. Of the weeds detected in treatments in 2020, 10 are dicotyledonous and 5 are monocotyledonous. Of the weed families detected in applications in 2020, 10 are dicotyledonous and 5 are monocotyledonous. In 2021, 7 of them are dicotyledonous and one of them is monocotyledonous. The species belonging to the Brassicaceae and Asteraceae family, which are among the weed species detected in 2020, were detected more than other species in terms of number in applications. However, the species belonging to the Asteraceae family were detected in almost all applications and became the most common species in 2021 (Table-4).

The variation of weed density in the experiment according to the treatments was calculated using the data in 2020 and 2021 (Table-3). It is presented on the basis of application in terms of weed types and numbers detected in the experiment. As a result of the research, a total of 48 plant/m^{-2} were obtained in the control group, and it was determined that a higher number of weeds were found in the plots where algae (96 plant/m^{-2}) and chicken manure (55 plant/m^{-2}) were applied. *Sinapis arvensis* L. was the most common species in the control group (30 plant/m^{-2}), while *Sorghum halepense* L. was the least common species. Experimental results showed that algae increased weed density. In this treatment, the most common species was *Xanthium strumarium* L., while *Lamium album* L. and *Lactuca serriola* L. species were

found the least. Following to the algae treatment, chicken manure also increased in terms of weed density. In the parcel where chicken manure was applied, *Sinapis arvensis* L. was the most common species with 55 plant/m^{-2}. *Sorghum halepense* L. and *Lamium album* L. species was found 1 plant/m^{-2}. Nitrogen fixing bacteria and commercial organic fertilizer treatments have low weed density compared to the control group and other applications in terms of weed density. In these treatments, as in other treatments, the highest number of species was *Sinapis arvensis* L.. It is thought that the high amount of precipitation in the periods in which the experiment was conducted, in which the climate data of 2020 was examined, affected the weed species and diversity. Although low precipitation was tried to be compensated with irrigation in 2021, low weed diversity was observed, which reduced the encouragement of weeds due to intense heat and drought (Table-1). The promotion of weeds is of course undesirable, but the climate data in 2021 unfortunately could not provide the desired conditions for the cultivated plant. For this reason, it has been tried to compensate for this situation with irrigation. In addition, the high temperature in 2021 caused the *Xanthium strumarium* L. species, which likes a lot of heat, to dominate the entire experimental area (Table-3).

Table 3: Effect of different fertlizer treatments on weed density in chickpea in 2020 and 2021 experiment

2020				**2020**			
Plant name (plant/ m^{-2})	**Treatment**	**Number of weed**	**Weed Density (pcs/m^{-2})**	**Plant name (plant/ m^{-2})**	**Treatment**	**Number of weed**	**Weed Density (pcs/m^{-2})**
Sinapis arvensis	Control	30	48	*Xanthium*	Control	24	65
Sorghum		1		*strumarium*		22	
halepense		4		*Lactuca*		4	
Raphanus		13		*serriola*		15	
raphanistrum				*Euphorbia*			
Isatis tinctoria				*cyparissias*			

				Sinapis arvensis			
Sinapis arvensis *Sorghum halepense* *Isatis tinctoria* *Convolvulus arvensis*	Chemical fertilization	39 1 1 2	43	*Lactuca serriola* *Xanthium strumarium*	Chemical fertilization	35 47	82
Sinapis arvensis *Sorghum halepense* *Stellaria media* *Isatis tinctoria* *Glechoma hedareceae*	Commercial organic fertilizer	18 1 1 2 1	23	*Xanthium strumarium* *Lactuca serriola* *Elytrigia repens* *Sinapis arvensis*	Commercial organic fertilizer	35 12 1 3	51
Sinapis arvensis *Sorghum halepense* *Euphorbia cyparissias* *Isatis tinctoria* *Geranium viscosissimum* *Lactuca serriola*	Cattle manure	23 2 2 12 1 1	41	*Xanthium strumarium* *Euphorbia cyparissias* *Sinapis arvensis* *Convolvulus arvensis* *Lactuca serriola*	Cattle manure	39 2 4 3 4	52
Sinapis arvensis *Anthemis nobilis* *Stellaria media* *Euphorbia cyparissias* *Lamium album*	Leonardite	34 1 1 1 1	38	*Convolvulus arvensis* *Xanthium strumarium* *Lactuca serriola*	Leonardite	38 21 1	60
Sinapis arvensis *Sorghum halepense*	Liquid vermicompost	23 5	28	*Xanthium strumarium* *Lactuca serriola*	Liquid vermicompost	33 9	42
Sinapis arvensis *Xanthium strumarium* *Lamium album* *Lactuca serriola*	Algae	9 85 1 1	96	*Convolvulus arvensis* *Inula viscosa* *Xanthium strumarium* *Sinapis arvensis* *Lactuca serriola*	Algae	23 7 87 1 4	122
Sinapis arvensis *Sorghum halepense* *Xanthium strumarium* *Isatis tinctoria* *Lamium album*	Chicken manure	55 1 2 3 1	59	*Sinapis arvensis* *Lysimachia foemina* *Lactuca serriola* *Xanthium strumarium* *Euphorbia cyparissias*	Chicken manure	5 4 17 19 2 1	48

				Verbascum tuberosum			
Sinapis arvensis *Sorghum halepense* *Isatis tinctoria* *Lactuca serriola* *Xanthium strumarium*	Nitrogen fixing bacteria	11 1 7 2 1	22	*Convolvulus arvensis* *Xanthium strumarium* *Lactuca serriola* *Sinapis arvensis* *Euphorbia cyparissias* *Elytrigia repens*	Nitrogen fixing bacteria	5 48 19 15 4 1	92
Sinapis arvensis *Xanthium strumarium* *Isatis tinctoria* *Lamium album* *Lythrum salicaria* *Geranium viscosissimum*	Solid vermicompost	9 1 11 4 1 1	27	*Xanthium strumarium* *Sinapis arvensis* *Lactuca serriola*	Solid vermicompost	116 1 6	123
Sinapis arvensis *Isatis tinctoria* *Chenopodium albüm* *Euphorbia cyparissias*	Ovine manure	20 18 2 1	41	*Xanthium strumarium* *Inula viscosa* *Euphorbia cyparissias* *Elytrigia repens* *Sinapis arvensis* *Lysimachia foemina* *Lactuca serriola*	Ovine manure	37 3 10 7 3 3 5	68

Response of incidence frequency to treatments

In the first year of the study, *Sinapis arvensis* L. belonging to the Brassicaceae family was the most detected species in all treatments with 100% incidence. Among such treatments, it was determined that the most chicken manure treatment (55 plants/m^{-2}). While the control group (30 plants/m^{-2})-was the second most common treatment of *Sinapis arvensis* L. species, algae and solid vermicompost treatments (9 plants/m^{-2})-were the least common treatments. Following *Sinapis arvensis* L., *Isatis tinctoria* L. (72.7%), which is also in the

same family, is the second species seen in treatments. This species was mostly seen in the parcels where ovine manure (18 plants/m^{-2}) was applied, and the least in the parcels where chemical fertilizer (1 plant/m^{-2})was applied. *Sorghum halepense* L., a member of the Poaceae family, was the third most common species in treatments with an incidence of 63.6%. In this type of Liquid vermicompost (5 plants/m^{-2}) fertilizer, the least number (1 plants/m^{-2}) was detected in chemical fertilizer, commercial organic fertilizer, chicken manure and nitrogen-solving bacteria treatments together with the control group. *Raphanus raphanistrum*, *Convolvulus arvensis*, *Glechoma hedareceae*, *Anthemis nobilis*, *Lythrum salicaria* and *Chenopodium album* L. species are the least detected species in teratments with an incidence of 9.0%. *Raphanus raphanistrum*, *Convolvulus arvensis*, *Glechoma hedareceae*, *Anthemis nobilis*, *Lythrum salicaria* and *Chenopodium album* L. species was found only in the control group (4 plants/m^{-2}), chemical fertilization (2 plants/m^{-2}), commercial organic fertilizer (1 plants/m^{-2}), leonardite (1 plants/m^{-2}), solid vermicompost (1 plants/m^{-2}) and ovine manure (2 plants/m^{-2}), respectively (Table-4). As can be seen from the data in the table, different fertilizer applications created diversity in the weed species and affected the number and density of weeds. For this reason, these species found in the trial area constituted important weeds that are a problem for chickpea. In the study, it is thought that the contents of the applications are effective on the prevalence of weeds, as well as the differences in temperature, light, precipitation, sowing norm, planting time, soil structure, tillage method, irrigation method affect the types, prevalence and densities of weeds. Indeed, they reported that plant nutrient applications reduce plant diversity in most terrestrial plant species through increased competition for light (Yin et al., 2005).

Table 4: Species, family, number, number of total and incidence frequency of weeds encountered in treatments in 2020

Species	Family of species	The plots in which the species appears and their numbers	Number of total	Incidence frequency (%)
Sinapis arvensis	Brassicaceae	Control (30) Chemical fertilization (39) Commercial organic fertilizer (18) Cattle manure (23) Leonardite (34) Liquid vermicompost (23) Algae (9) Chicken manure (55) Nitrogen fixing bacteria (11) Solid vermicompost (9) Ovine manure (20)	271	100
Sorghum halepense	Poaceae	Control (1) Chemical fertilization (1) Commercial organic fertilizer (1) Cattle manure (2) Liquid vermicompost (5) Chicken manure (1) Nitrogen fixing bacteria (1)	12	63.6
Raphanus raphanistrum	Brassicaceae	Control (4)	4	9.0
Isatis tinctoria	Brassicaceae	Control (13) Chemical fertilization (1) Commercial organic fertilizer (2) Cattle manure (12) Chicken manure (3) Nitrogen fixing bacteria (7) Solid vermicompost (11) Ovine manure (18)	67	72.7
Convolvulus arvensis	Convolvulaceae	Chemical fertilization (2)	2	9.0
Stellaria media	Caryophyllales	Commercial organic fertilizer (1) Leonardite (1)	2	18.1
Glechoma hedareceae	Lamiaceae	Commercial organic fertilizer (1)	1	9.0
Euphorbia cyparissias	Euphorbiaceae	Cattle manure (2) Leonardite (1) Ovine manure (1)	4	27.2
Geranium viscosissimum	Geraniaaceae	Cattle manure (1) Solid vermicompost (1)	2	18.1
Lactuca serriola	Asteraceae	Cattle manure (1) Algae (1) Nitrogen fixing bacteria (2)	4	27.2
Anthemis nobilis	Asteraceae	Leonardite (1)	1	9.0
Lamium album	Lamiaceae	Leonardite (1) Algae (1) Chicken manure (1) Solid vermicompost (4)	7	36.3

Xanthium strumarium	Asteraceae	Algae (85) Chicken manure (2) Nitrogen fixing bacteria (1) Solid vermicompost (1)	89	36.3
Lythrum salicaria	Lythraceae	Solid vermicompost (1)	1	9.0
Chenopodium album	Amaranthaceae	Ovine manure (2)	2	9.0

When the change in the percentage of emergence in the family to which weed species are related is evaluated in terms of treatments; species belonging to the Brassicaceae family were mostly seen in chicken manure treatments. Species of Poaceae family liquid vermicompost, Asteraceae family algae, Lamiaceae family nitrogen fixing bacteria, Euphorbiaceae family cattle manure, Caryophyllales family Commercial organic fertilizer and leonardite, Geraniaceae family Cattle manure solid vermicompost treatments were most common. Species of Convolvulaceae family were seen only in chemical fertilization application, Amaranthaceae family in ovine manure and Lythraceae family only in solid vermicompost treatments (Figure-1).

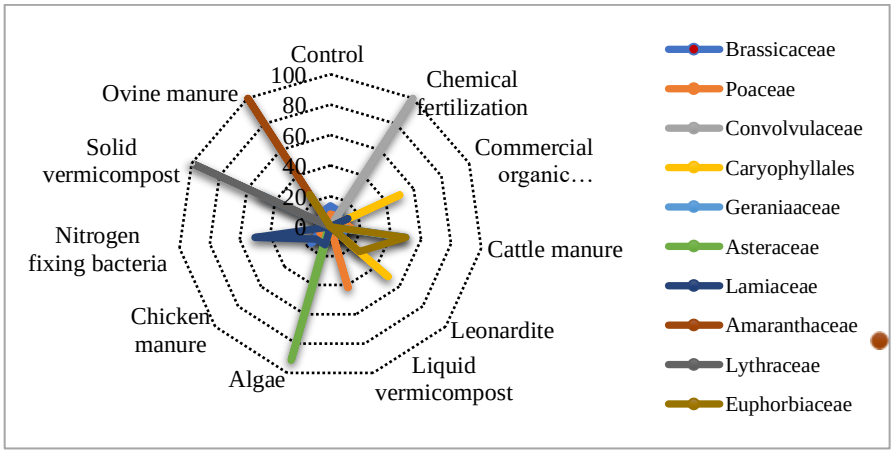


Figure 1. The percentage of weeds in the trial area in 2020 according to their families depending on the treatments

In terms of weed density and frequency of occurrence, the increase in the plots where farmyard manures and composts (chicken, ovine and cattle manures) are applied, which are organic fertilizers, increase the soil water holding capacity, cation exchange capacity of organic fertilizers, and providing and improving an environment for the adsorption of plant nutrients can be explained by its effect on its physico-chemical properties (Lee,2010; Rasool et al., 2007). The superiority of farm manures in increasing the weed population can be explained by the fact that the seeds of nutrients that cannot be digested by animals are excreted together with animal excrement, and these fertilizers actually create native seed banks for weeds and contain essential nutrients necessary for rapid weed growth (Ali et al., 2015). Similar results were reported by Ali et al., (2011) who found higher weeds density in farm manure and N amended plots.

In the second year of the study, *Xanthium strumarium* L., a member of the Asteraceae family, showed up in all treatments and had an incidence of 100%. While it had the highest number of plants in this type of solid vermicompost application (116 plants/m^{-2}), it had the lowest number in the control group (24 plants/m^{-2}). *Lactuca serriola* L., which is in the same family as *Xanthium strumarium* L., was the second most common species in almost all treatments (90.9%). This species showed the highest result in the application of chemical fertilizer (35 plants/m^{-2}) and the lowest in the application of leonardite (1 plant/m^{-2}) (Table-4).

Table 4: Species, family, number, number of total and incidence frequency of weeds encountered in treatments in 2021

Species	Family of species	The plots in which the species appears and their numbers	Number of total	Incidence frequency (%)
Sinapis arvensis	Brassicaceae	Control (15) Commercial organic fertilizer (3) Cattle manure (4) Algae (1) Chicken manure (5) Nitrogen fixing bacteria (4) Solid vermicompost (1)	33	63.6
Euphorbia cyparissias	Euphorbiaceae	Control (4) Cattle manure (2) Chickhen manure (2) Nitrogen fixing bacteria (4) Ovine manure (10)	22	45.4
Lactuca serriola	Asteraceae	Control (22) Chemical fertilization (35) Commercial organic fertilizer (12) Cattle manure (4) Leonardite (1) Liquid vermicompost (9) Algae (4) Chickhen manure (17) Nitrogen fixing bacteria (15) Solid vermicompost (6)	125	90.9
Xanthium strumarium	Asteraceae	Control (24) Chemical fertilization (47) Commercial organic fertilizer (35) Cattle manure (39) Leonardite (38) Liquid vermicompost (33) Algae (87) Chicken manure (19) Nitrogen fixing bacteria (48) Solid vermicompost (116)	523	100

Convolvulus arvensis	Convolvulaceae	Ovine manure (37) Cattle manure (3) Leonardite (38) Algae (23) Nitrogen fixing bacteria (5)	69	36.3
Elytrigia repens	Poaceae	Commercial organic fertilizer (1) Nitrogen fixing bacteria (1)	2	18.1
Inula viscosa	Asteraceae	Algae (7) Ovine manure (3)	10	18.1
Lysimachia foemina	Primulaceae	Chicken manure (4)	4	9.0

Sinapis arvensis L., belonging to the Brassicaceae family, was the third most common species with an incidence of 63.6%. While this species showed the highest output in the control group (15 plants/m^{-2}), it showed the lowest output in algae and solid worm applications (1 plant/m^{-2}). *Lysimachia foemina* L., showed the lowest incidence compared to only chicken manure application (4 plants/m^{-2}). *Elytrigia repens* L.,, which is in the Poaceae family, has been observed in one plant per square meter and in the treatments of commercial organic fertilizer and nitrogen fixing bacteria. It was observed that weed diversity in the second year of the study was less due to climatic factors in the second year of the study. However, it was determined that the *Xanthium strumarium* L. species, which belongs to the broad-leaved weed group and makes maximum use of sunlight, is the dominant species in all treatments (Table-4).

Differences in weed densities and species richness observed between years can be attributed to the effects of fertilization on weed seed banks and environmental factors such as rainfall, temperature and humudity (De Cauwer et al., 2010). Indeed, Sweeney et al. (2008) emphasized that environmental conditions are important factors in the emergence of weed seeds. In this

regard, Ochoa-Hueso and Manrique (2010) explained that the presence of water in the soil is also important in the emergence and development of weeds, as well as nutrients. In the second year of the study, as in the first year, the weed type, number, density and frequency of occurrence differed depending on the applications. It is seen that the parcels applied by organic fertilizers are rich in terms of the number and density of weeds. In parallel with our research, Hammad et al. (2010) stated that organic fertilizer treatments created a higher number of weeds and accordingly their density increased. In addition, results of a similar previous study revealed that the use of organic sources increased the nutrient uptake of farm manure (Alam and Shah, 2003). The reason for this is that increasing farm manures increase the microbial activity and the rate of decomposition of organic matter and contain the nutrients necessary for the growth of plants. It is thought that the higher rate of *Lactuca serriola* in the plots where chemical fertilizer (NP) is applied is due to the fact that nitrogen fertilizers increase vegetative growth (Ali et al.,2011, 2012 and 2015). The high number of weeds in the plots where nitrogenous fertilizers were applied in the study was consistent with the findings of Ali et al., (2015). As a matter of fact, Arif et al., (2012) reported that 5 tons/ha^{-1} farm manure and 75 kg N ha^{-1} N application rate reduced the number of weeds, which contradicts the findings of our research. Kristensen et al. (2008) found that increasing nitrogen doses increased weed density, while Molino and Sabatier (2001) suggested that chemical-derived (NP) fertilizers increase plant species diversity and soil fertility.

When the change in the percentage of emergence in the family to which weed species are associated is evaluated for the year 2021 in terms of treatments, species that are members of the Brassicaceae family showed the highest number of emergence in the control group, and the lowest number of

emergence in algae treatment. Species belonging to the Euphorbiaceae family were mostly seen in the plots where ovine manure were applied. Chicken and cattle manures gave the lowest plant numbers of this species. Convolvulaceae family species were detected mostly in leonardite application with a rate of 55%. Poaceae family species were mostly seen in commercial organic and nitrogen-solving bacteria applications with a ratio of 50%, but this species was not found in other treatments. Asteraceae family species were found in all applications, but the highest rate was 19.9% in the treatment of solid vermicompost. It was detected at least in ovine manure with a rate of 6%. *Lysimachia foemina* L., species belonging to Primulaceae family was only seen in chicken manure (100%) application (Figure-2).

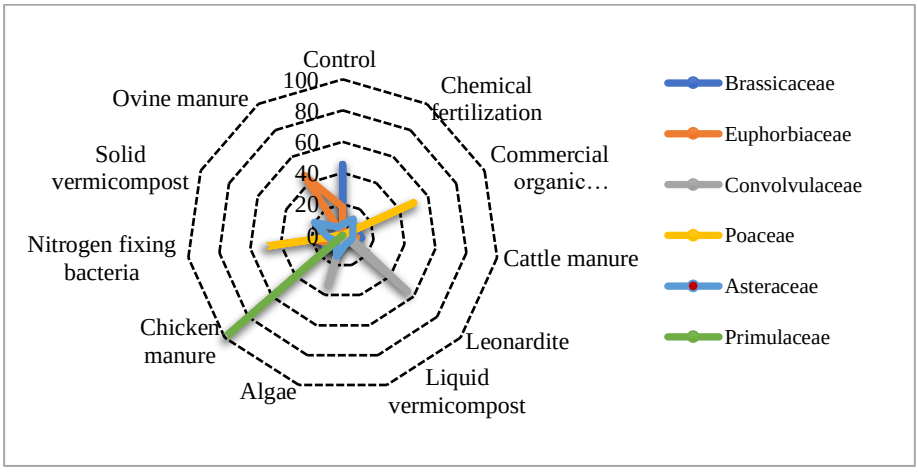


Figure 2. The percentage of weeds in the trial area in 2021 according to their families depending on the treatments

Sinapis arvensis ***Xanthium strumarium***

Figure 3. The most common weeds seen in treatment plots during the experiment area (S. Ipekesen)

Control group **Leonardite**

Figure 4. The view of some treatment plots in experiment area (S. Ipekesen).

4. CONCLUSION

The findings revealed that weeds varied in organic and chemical fertilizer applications in terms of species, number, density and frequency of occurrence. There are differences between years in terms of these features. Farm manures (chicken, cattle and ovine manures) and vermicompost (liquid and solid) applications were found to be higher than other applications in terms of weed density and incidence in first year. In the second year, unlike these fertilizers, in the emergence and development of some species, more plants were detected in the application of chemical fertilizers and leonardite, which is also one of the organic sourced fertilizers. When the findings are evaluated, it is seen that

the response of weeds to organic fertilizers is positive. Although weed species and diversity increase in the parcels where organic fertilizers are applied, it is beneficial to use these fertilizers as an alternative to chemical fertilizers in terms of soil and environmental health, which is gradually deteriorating. However, to reduce losses and nutrient competition from weeds, effective weed control strategies should be adopted along with organic changes.

Acknowledgments

This study was produced from the first author's doctoral thesis and was carried out within the scope of organic agriculture in the Higher Education Council 100/2000 priority areas. In addition, this study was supported by Dicle University Scientific Research Projects Coordination Unit, also. (Project Number: ZIRAAT.21.006).

5. REFERENCES

Abbasi A.K., Hejazi A., Akbari G., Kafi M., Zand E. (2006). Effect of different densities of intercropping cumin and chickpea with emphasis on weed control. *Iranian Crop Research* 4 (1), 83-94.

Ahlawat, I.P.S., Singh, A. and Saraf, C.S. (1981). It Pays to Control Weeds in Pulses. *Indian Farming* 31, 11-13.

Alam, S. M., Shah, S. A. (2003). Effect of individual versus integrated use of phosphatic fertilizer on P-uptake and yield of maize and wheat. *Pak. J. Soil Sci*. 22, 74-80.

Ali, K., Munsif, F., Zubair, M., Hussain, Z., Shahid, M., Din, I.U, Khan, N. (2011). Management of organic and inorganic nitrogen for different maize varieties. *Sarhad J. Agric*. 27(4), 525-529.

Amini R., Abdi H., Ahmadi A. (2015). Weed species diversity and population indices in irrigated and rain-fed chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 7 (4), 147–154.

Arif, M., Ali, K., Munsif, F., Ahmad, W., Ahmad, A., Naveed, K. (2012). Effect of biochar, FYM and nitrogen on weeds and maize phenology. *Pak. J. Weed Sci. Res.* 18(4), 475-484

Armin, M. (2016). Effects of weed interference duration on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*) in two different production system. *Journal of Crop Production*, 9(1), 25-47.

Asghari M., Armin M. (2015). Effect of weed interference in different agronomic managements on grain yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Crop Ecophysiology* 4, 407-422.

Bulut, S., Coruh, I., Oztürk, A. (2012). Effects of different fertilizer sources on weed growth in organic wheat. Journal of Agricultural Sciences, 18 (2012), 263-276.

De Cauwer, B., Van Den Berge, K., Cougnon, M. (2010). Weed seedbank responses to 12 years of applications of composts, animal slurries or mineral fertilizers. *Weed Res.*, 50, 425-35.

Dubey, S. K., Kumar, A., Singh, D., Partap, T., and Chaurasiya, A. (2018). Effect of different weed control measures on performance of chickpea under irrigated condition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(5), 3103-3111.

FAO, (2020). http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (Accsess on: 17.04.2021).

Fathi, E., Tahmasebi, I., Teimoori, N. (2016). Effect of sowing date and weed interference on chickpea seed quantitative and traits in genotypes under dryland conditions. *Iranian Dryland Agronomy Journal*, 5(2), 135-155.

Güncan A. (2014). Weed Control. Selcuk University Publishing House, Konya, 309s.

Hammad, H. M., Khaliq, A., Ahmad, A., Aslam, M., Khaliq, T., Wajidand, S. A., Sultana, R. (2010). Influence of organic manures on weed dynamics and wheat productivity under low rainfed area. *J. Crop Env.* 1(1), 13-17.

Hyvönen, T., Salonen, J. (2002). Weed species diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels–a six-year experiment. *Plant ecology*, 159(1), 73-81.

Kristensen, L., Olsen, J., Weiner, J. (2008). Crop density, sowing pattern, and nitrogen fertilization effects on weed suppression and yield in spring wheat. *Weed Science*, 56(1), 97-102.

Lee, J. (2010). Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. *Scientia Horticulturae*, 124(3), 299-305.

Merga, B. and Alemu, N. (2019). Integrated weed management in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 162-152.

Mohammadi, K., Ghalavand, A., and Aghaalikhani, M. (2010). Effect of organic matter and biofertilizers on chickpea quality and biological nitrogen fixation. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 44 (2010), 1154-1159.

Molino, J.F., Sabatier, D. (2001) Tree diversity in tropical rain forests: a validation of the intermediate disturbance hypothesis. *Science*, 294, 1702-4.

Moss, S. R., Storkey, J., Cussans, J. W., Perryman, S. A., Hewitt, M. V. (2004). The broadbalk long-term experiment at Rothamsted: what has it told us about weeds? *Weed Science*, 52(5), 864-873.

Mousavi S.K., Pezeshkpour P., Shahverdi M. (2007). Weed population response to chickpea (*Cicer arietinum* L.) variety, and planting date. *Journal of Sciences and Technology Agricultural and Natural Resources* 11 (40), 167-177.

Ochoa-Hueso R., Manrique E. (2010). Nitrogen fertilization and water supply affect germination and plant establishment of the soil seed bank present in a semi-arid Mediterranean scrubland. *Plant Ecology* 210, 263-73.

Pala, F. (2019). The effect of different cross-sowing methods and leonardite sourced liquid organic manure applications on weed growth in red lentil plant. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 4(1), 1-14

Rasool, R., Kuka, S.S., Hira, G.S. (2007). Soil physical fertility and crop performance as affected by long-term application of FYM and inorganic fertilizers in rice-wheat system. *Soil Tillage Res*., 96, 64-72.

Ratnam, M., Rao A.S., and Reddy, T.Y. (2011). Integrated weed management in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Regional Agricultural Research Station, Lam Farm, Guntur, India*, 43 (1/2), 70-72.

Serin, Y., M. Tan, A. Koc and H. Zengin. (2008). Meadow and Pasture Plants of Turkey. Ministry of Agriculture and Rural Affairs, General Directorate of Agricultural Production and Development, Ankara.

Sırrı, M. (2019). Noxious weed species in wheat production areas: Siirt province sample. *Turkish Journal of Agricultural Research*, 6(2), 142-152.

Singh, A., Vashist, K.K., Kang, J.S. Chemical weed control in irrigated desi gram (*Cicer arietinum* L.). *Indian Journal of Weed Science*, 2003; 35(1-2), 136-138.

Sweeney, A.E., Renner, K.A., Laboski, C. (2008). Effect of fertilizer nitrogen on weed emergence and growth. *Weed Sci*., 56, 714-21.

Ustuner, T. (2016). Determination of weed density, frequency and general coverage areas in chickpea fields in Kahramanmaras. *Turkish Journal of Weed Science*, 19(2), 38-48.

Wan, K., Tao, Y., Li, R., Pan, J., Tang, L., Chen, F. (2012). Influences of long-term different types of fertilization on weed community biodiversity in rice paddy fields. *Weed biology and management*, 12(1), 12-21.

Yin, L.C., Cai, Z.C., Zhong, W.H. (2005). Changes in weed composition of winter wheat crops due to long-term fertilization. *Agric Ecosyst Environ* 107: 18-6.

BÖLÜM 7

ORGANİK TARIM VE ORGANİK TOHUM ÜRETİMİ

Dr. Remzi ÖZKAN[1]

[1]Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye, Orcid: 0000-0002-6457-5802 rmziozkan@gmail.com

1. GİRİŞ

Artan dünya nüfusuna paralel olarak gıdaya erişim her geçen gün daha da zorlaşmaktadır. Olası gıda krizine karşılık bitki ıslahçıları ve çiftçiler birim alanda nasıl maksimum ürün alınabilir arayışı içerisine girmişlerdir. Bu arayış çiftçileri bitki beslemede daha fazla sentetik kimyasal içerikli gübreye, hastalık ve zararlılar ile mücadelede ise kimyasal ilaçların bilinçsizce kullanmasına sevk etmiştir. Bu kimyasal içerikli maddelerin yoğun kullanılması çevreye verdiği zarar sebebiyle insan sağlığına büyük bir tehdit unsuru oluşturmaktadır. Genetik biliminde teknolojik yöntemlerin kullanılması ile bitkilerin ve hayvanların DNA yapıları değişmiş, melezleme ve klonlama yöntemleri daha sık kullanılmaya başlanmıştır. Bu etkileşimler sonucunda ekolojik denge zarara uğramış, yediğimiz gıda ürünlerinin doğal tatları değişmiş, kullanılan sentetik kimyasal gübre ve ilaçlar canlılarda genetik hastalıklara sebep olmuştur. Su, toprak ve hava gibi doğanın temel yapı taşları, tarım dışı kaynakların yoğun kullanılması sebebiyle büyük tehlike altındadır (Er, 2009).

Günümüzde artık ülkelerin çoğu, doğaya zararı olamayan, canlılar üzerinde toksik etki yaratmayan, tarım ürünlerini üretmeye ve tüketmeye sevk etmiştir. İnsanlar ekolojik dengeye zararı olmayan yeni bir tarımsal üretim sistemi geliştirme arayışı içerisinde olmuşlardır. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda hem bilinçli bir tarımsal üretim yolu hem de yeni bir sistem ile var olan konvansiyonel tarım uygulamalarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Kodaş (2011), bahsi geçen bu yeni üretim veya tarım sisteminin organik tarım olarak nitelendirildiğini bildirmiştir.

Organik tarım, hatalı agronomik uygulamalar sonucu zarar gören ekolojik dengeyi yeniden kuran, yeryüzündeki canlılara dost tarımsal üretim sistemlerini içeren, üretimde sentetik kimyasal gübre ve tarım ilaçları,

hormonları yasaklayan, hastalık ve zararlılar ile mücadelede kültürel mücadeleyi esas alan, organik içerikli gübreler ve yeşil gübrelemeyi, münavebeyi teşvik eden, toprak yapısının muhafazası ile bitki direncinin artırmasıyla üretim miktarını ve ürün kalitesini artırmayı amaçlayan alternatif bir üretim şeklidir (Aksoy ve Altındişli, 1999).

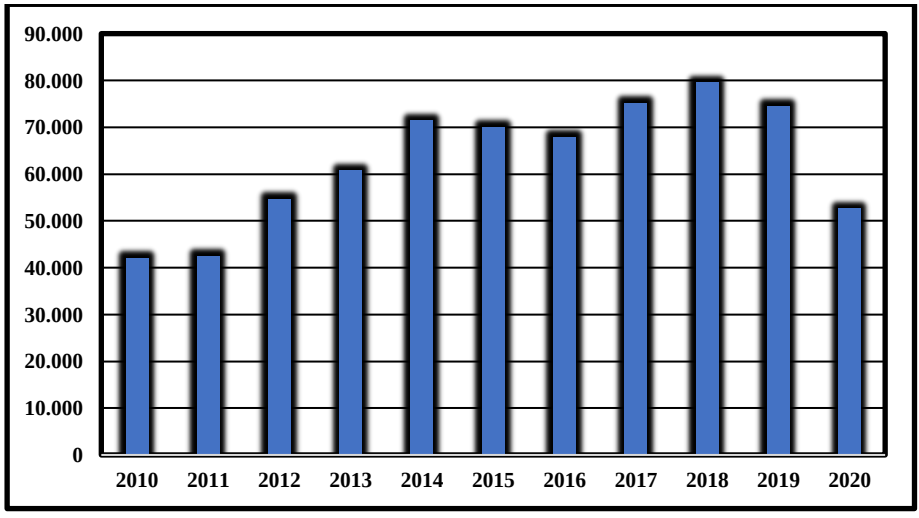
Dünya'da organik tarım 187 ülkede, 72.3 milyon ha alanda 3.1 milyon çiftçi ile yapılmaktadır. Ülkelere göre organik tarım üretim alanları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Ülkelere göre organik tarım üretim alanları (ha) (Anonim, 2020a)

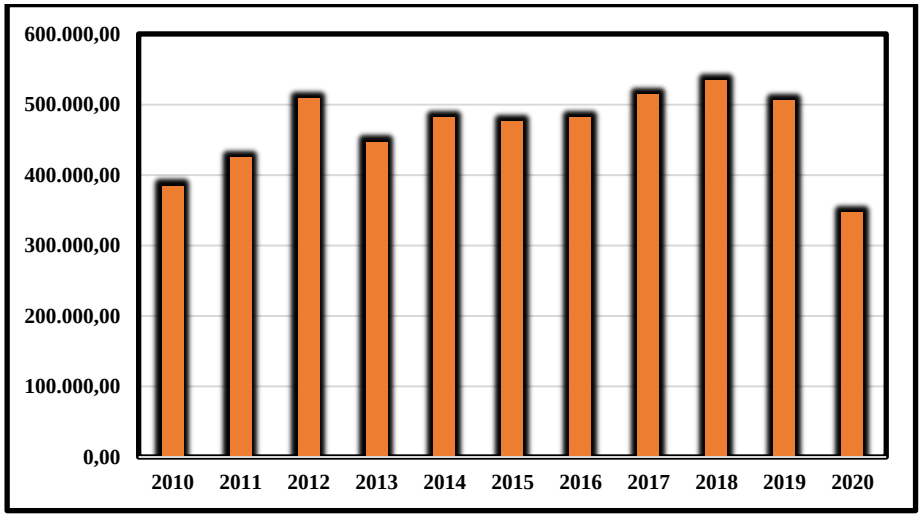
Ülke	**Üretim Alanı (ha)**	**Ülke**	**Üretim Alanı (ha)**
Ukrayna	467,980	Almanya	1.613,785
Polonya	507,637	İtalya	1.993,225
Türkiye	518,435	Uruguay	2.143,640
Yunanistan	528,752	Çin	2.216,000
Çek Cumhuriyeti	540,986	Fransa	2.240,797
İsveç	613,964	Hindistan	2.299,222
Avusturya	669,921	ABD	2.326,551
Rusya	674,370	İspanya	2.354,916
Brezilya	1.283,054	Arjantin	3.672,350
Kanada	1.321,072	Avustralya	35.687,799
Dünya	**72.285,656**		

Ülkemizde organik tarım faaliyetleri 2004 yılından itibaren bir kanun çerçevesinde yapılmaktadır. Türkiye'de 2020 yılında organik tarım ile geçimini sağlayan çiftçi sayısı 52.600 kişi, organik tarım faaliyeti gerçekleşen tarım arazisi 382.664 hektar ve organik bitkisel üretim miktarı 1.631.943 ton olarak gerçekleşmiştir. Ancak ülkemizde özellikle son 11 yılda çiftçi sayısındaki artışa rağmen, organik üretim alanı ve miktarında düşüş gözlenmiştir (Anonim, 2021).

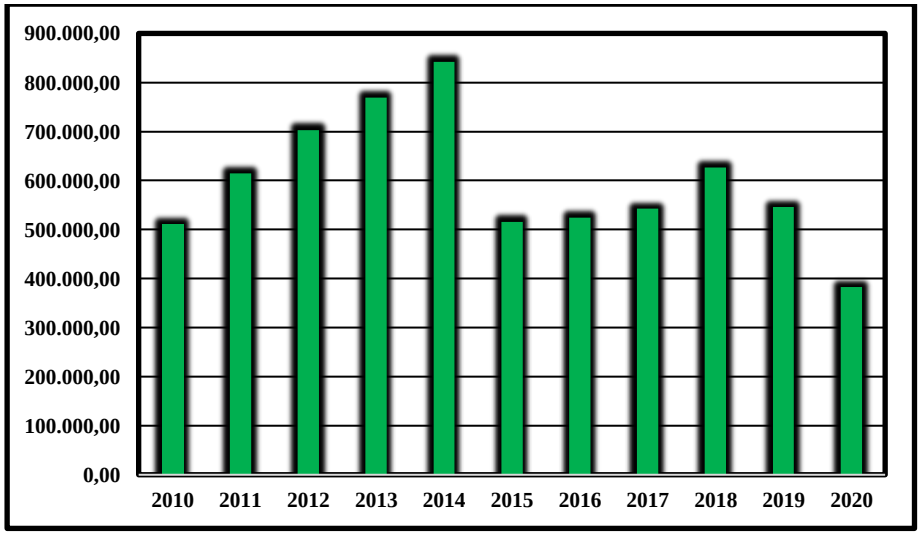
Şekil 1. Organik tarım (Anonim, 2020b)



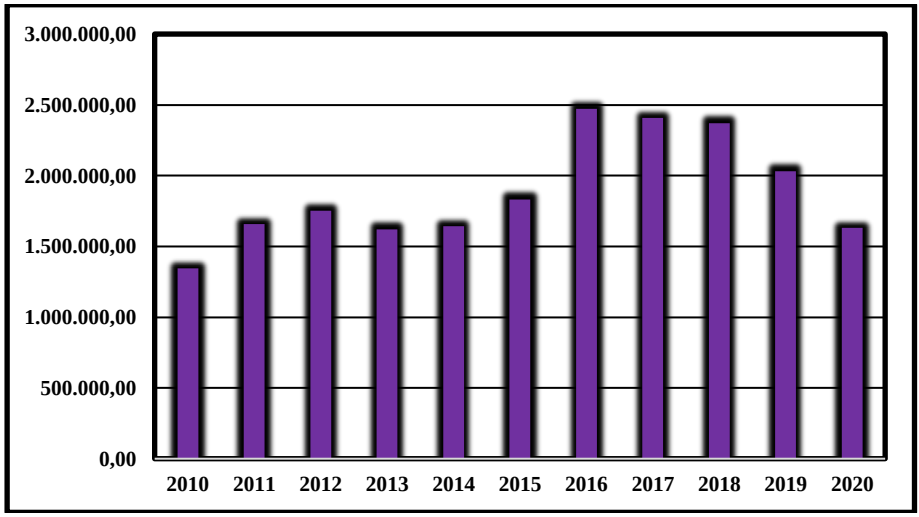
Şekil 2. Türkiye'de organik tarım yapan çiftçi sayısı (Anonim, 2021)



Şekil 3. Türkiye'de organik tarım yetiştiricilik alanı (ha)(Anonim, 2021)



Şekil 4. Türkiye'de organik tarım toplam üretim alanı (ha)(Anonim, 2021)



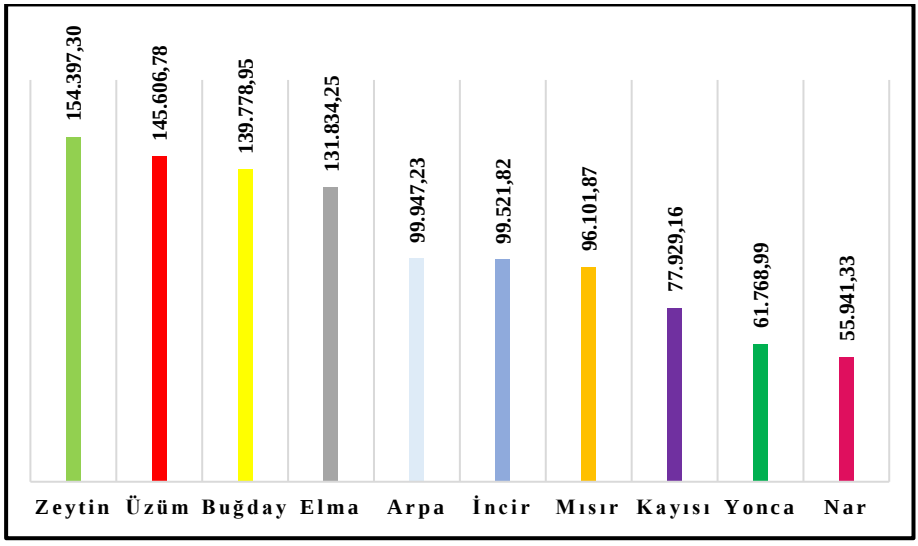
Şekil 5. Türkiye'de organik tarım üretim miktarı (ton)(Anonim, 2021)

Ülkemizde 2021 yılı itibariyle hali hazırda 78 ilde organik tarım faaliyeti yapılmaktadır (Anonim, 2021).

Tablo 2. En fazla organik tarım üretimi yapan ilk 20 ilimiz (Anonim, 2021)

İl	Çiftçi Sayısı	Üretim Alanı (ha)	Toplam Alan (ha)	Üretim Miktarı (ton)
Aydın	8.295	44.759,00	44.808,65	143.326,00
Manisa	1.812	10.668,75	11.131,66	140.647,60
Kars	1.628	28.359,96	28.375,41	99.235,20
Niğde	372	3.120,65	5.010,36	98.027,51
Ağrı	1.175	27.990,30	28.272,84	75.166,59
Malatya	916	4.988,96	5.218,21	50.286,68
İzmir	1.666	13.036,79	13.054,64	50.062,15
Afyonkarahisar	775	3.379,51	3.586,82	34.854,57
Şanlıurfa	229	7.386,12	7.417,59	34.299,77
Muş	1.042	15.688,19	15.742,51	34.032,92
Konya	494	1.688,22	1.707,50	26.355,31
Rize	10.377	4.143,04	4.143,04	26.125,09
Sivas	406	8.647,49	9.053,73	23.242,50
Samsun	1.159	4.414,50	4.416,42	22.709,91
Elazığ	428	4.128,07	4.238,61	19.010,21
Adana	81	589,050	8.856,30	18.876,18
Mardin	57	3.511,36	3.517,57	18.725,89
Ankara	61	4.286,10	4.686,51	18.374,25
Erzurum	213	3.634,32	3.891,92	14.940,24
Kastamonu	42	152,100	14.011,93	13.389,94
Genel Toplam	**40.984**	**233.706,77**	**267.819,32**	**1.123.409,13**

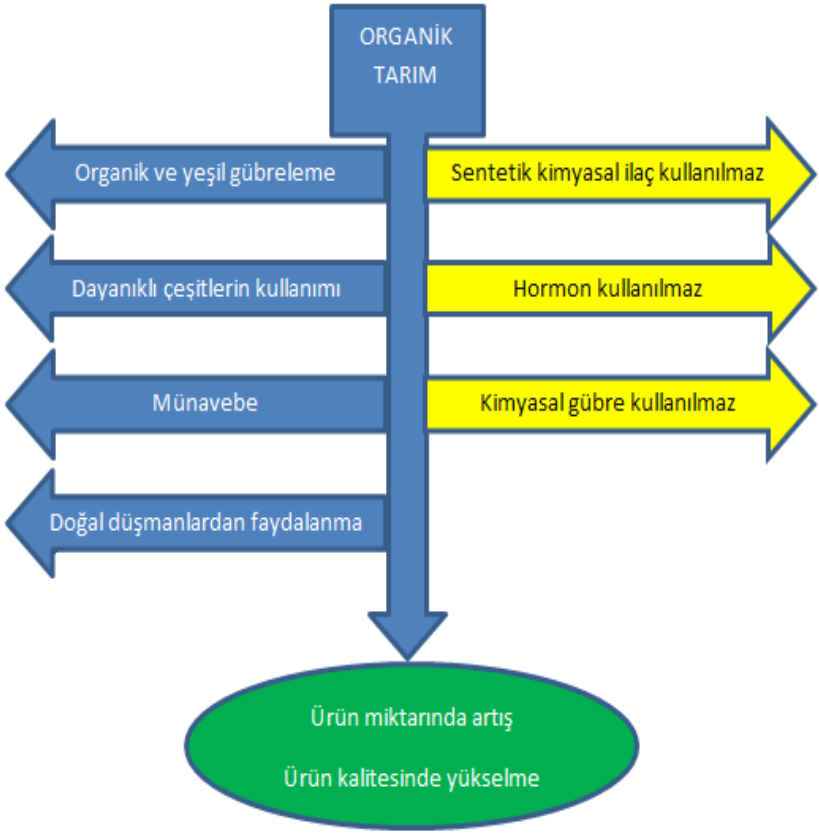
Ülkemizde 235 ürün çeşidinde organik tarımsal üretim faaliyeti yapılmaktadır. 2020 yılında en fazla organik ürün zeytin, buğday, üzüm, elma, incir, arpa, mısır, yonca, nar ve kayısı türlerinde gerçekleşmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Türkiye'de en fazla organik tarımı yapılan 10 ürün (ton) (Anonim, 2021)

2. NEDEN ORGANİK TARIM?

- Doğa ile uyumlu ve kapalı sisteme dayalı bir üretim şekli olması,
- Temel toprağın gübrelenmesinin önemsenmesi,
- Ekim nöbeti politikasına ve ekolojiye uygun tarım yapılması,
- İlaçlamada kimyasal içerik yerine dayanıklılığın ön planda olması
- Doğal bitki ekstraktlarından elde edilen ürünlerin kullanılması,
- Mekanik yöntemler, münavebe, temiz tohum, uygun ekim zamanı ve ekim yöntemi ile yabancı ot kontrolünün sağlanması,
- Biyolojik kontrol yöntemleri ile hastalık ve zararlı kontrolünün yapılması ve predatörlerden (faydalı böceklerden) yararlanılması,



Şekil 7. Özetle organik tarım nedir? (Anonim, 2019)

3. ORGANİK TOHUM VE ÜRETİMİ

Organik tohum, temelde organik olarak büyüyen tahıl, sebze ve meyve tohumlarıdır. Ülkemizde 2002 yılından itibaren organik bitkisel üretimde kullanılacak tohumların organik ürün sertifikasına sahip olması, yani organik tarım kurallarına uygun olarak üretilmesi koşulu getirilmiştir. Buna göre organik tohum için 4 koşul aranmaktadır (Yanmaz ve Saygılı, 2015);

- Tohumun GDO'lu olmaması, yani DNA dizilimine dışarıdan müdahale edilmemiş olması,

- Üretimi sırasında yapay pestisit kullanılmamış, radyasyon veya mikrodalga ile muamele görmemiş olması,
- Yönetmelikte belirtilen organik tarım koşullarına uygun olarak üretilmiş olması,
- Organik tohum sertifikasına sahip olması gerekmektedir.

Şekil 8. Organik tarımda olmaması gerekenler (Anonim, 2020b)

Ülkemizde organik üretim yapan üreticiler 4 farklı yolla tohum sağlamaktadırlar. Bunlar;

- Üreticinin kendisinin üretmesi (Saf olarak ilk tohumu elde etmesi ve çoğaltması),
- Tohum takası yaparak organik üretim yapan tesislerden temin etmesi,
- Tohum üreten kuruluşlardan doğrudan satın alması,

❖ Yurtdışından ithal etmesi olarak sıralanmaktadır.

Tablo 3. Organik tohum ile ilgili yanlış bilinenler (Anonim, 2010)

Yanlış Bilgiler	Doğru Bilgiler
Organik üretimde hibrit tohumlar kullanılmamalıdır.	Geleneksel ıslah yöntemleriyle geliştirilmiş hibrit çeşitlerin kullanımına izin verilmektedir.
Organik tohum olarak mutlaka yerli çeşitler kullanılmalıdır.	Bölge koşullarına adapte olmuş, verimli ve hastalıklara dayanıklı çeşitler tercih edilmek koşulu ile yabancı çeşitler de kullanılabilir.
Yerel çeşitler ve köy çeşitleri organiktir.	Bir tohumun organik olarak kabul edilebilmesi için organik tohum sertifikasına sahip olması gerekir.

Ülkemizde organik tohum kullanımı ile ilgili kanuni ayrıcalıklara bakıldığında organik tohum materyalinin 1 kereliğine mahsus geçiş dönemindeki bahçelerden alınabileceği ve endüstriyel tarımla yetiştirilen bitkilerden de 1 kereliğine mahsus sentetik ilaç uygulaması görmemiş tohumların kullanılabileceğini bildirilmiştir.

Türkiye'de kamu kurumu olarak organik tohum üretim çalışmaları Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü'nde 2005 yılında başlatılmıştır. 2013 yılında yaklaşık olarak 13 türde 4 tona yakın üretim yapılırken, 2015 yılı itibari ile de 16 sebze türünde 560 kg'a yakın stok organik tohum tespit edilmiştir.

Organik tohum ile konvansiyonel tohum arasındaki en önemli fark; organik tohumda sentetik kimyasalların olmayışıdır. Çünkü konvansiyonel tohumlu bitkiler temel olarak sentetik kimyasal ilaçlara ve gübrelere dayanmaktadır. Organik tohum üretiminde ise sadece doğal pestisitler ve organik gübreler kullanılmaktadır.

➢ **Nerelerde organik tohum üretimi yapılamaz?**

- Karayolları genel müdürlüğü ağındaki ana yollara bir km uzaklıktaki alanlarda organik tohum üretimi yapılamaz.

- Ağır sanayi tesisi reaktör, santral, maden işletmesi yakınlarında 3 km'lik alanda organik tohum üretimi yapılamaz
- Çevre kirliliğinden şüphe duyulan alanlarda organik tohum üretimi yapılıp yapılmayacağına konu uzmanlarının raporları, laboratuvar analizleri ve ilgili kurumlar karar verir.
- Arazinin yarısında organik tohum üretimi, diğer yarısında ise istisnalar dışında konvansiyonel bitkisel üretim yapılamaz.

➢ **Organik tohum üretimi nasıl olmalı?**

- Uygun tarla seçimi yapılmalıdır (kanalizasyon sularından uzak, çitle çevrilmeli, münavebe, tarla temiz olmalı).
- Toprak hazırlığı doğru bir şekilde ve zamanında yapılmalıdır (özellikle küçük tohumlu bitkiler için iyi bir tohum yatağı hazırlanmalı. Toprak, yağmur suyundan daha fazla yararlansın diye uygun mekanik aletlerle işlenmeli).
- Çeşit seçimine dikkat edilmelidir (hastalık ve zararlılara dayanıklı çeşitler tercih edilmeli).
- Tohum seçimi esasa uygun yapılmalıdır (sertifikalı organik tohum tercih edilmeli).
- Ekim tekniği doğru seçilmelidir (tohumlar uygun sıra arası ve sıra üzeri mesafelerde ekilmeli ve tohum miktarı iyi ayarlanmalıdır. Ayrıca sık ekimden de kaçınılmalıdır).
- Tip dışı bitkilerin uzaklaştırılması sağlanmalıdır.
- Organik tohum üretiminin temel konseptini oluşturan bitki rotasyonu ve uygun organik mineral maddelerin seçimine dikkat edilmelidir (tamamen organik bir tohum üretmek için mutlak olarak organik madde ve gübrelere ihtiyaç duyulmaktadır).

Şekil 9. Ülkelere göre organik ürün logosu (Anonim, 2019)

- **Organik tohum üretimini etkileyen faktörler nelerdir?**
  - Bitkiler arasındaki mesafe,
  - Sıcaklık,
  - Nem,
  - Rüzgâr yönü,
  - Tozlaşmayı sağlayan böcekler,
  - Bitki çeşitliliği olarak sıralanmaktadır.
- **Organik tohum üretiminde organik gübrelerin önemi**

Organik gübreler içerisinde; başta ahır gübresi olmak üzere, yeşil gübreler, kanatlı hayvan gübresi, yarasa gübresi, kan, deri, boynuz ve tırnak tozları vs. sayılabilir. Bunların arasında hayvan gübresi en önemli organik gübre kaynağı olarak kullanılmaktadır.

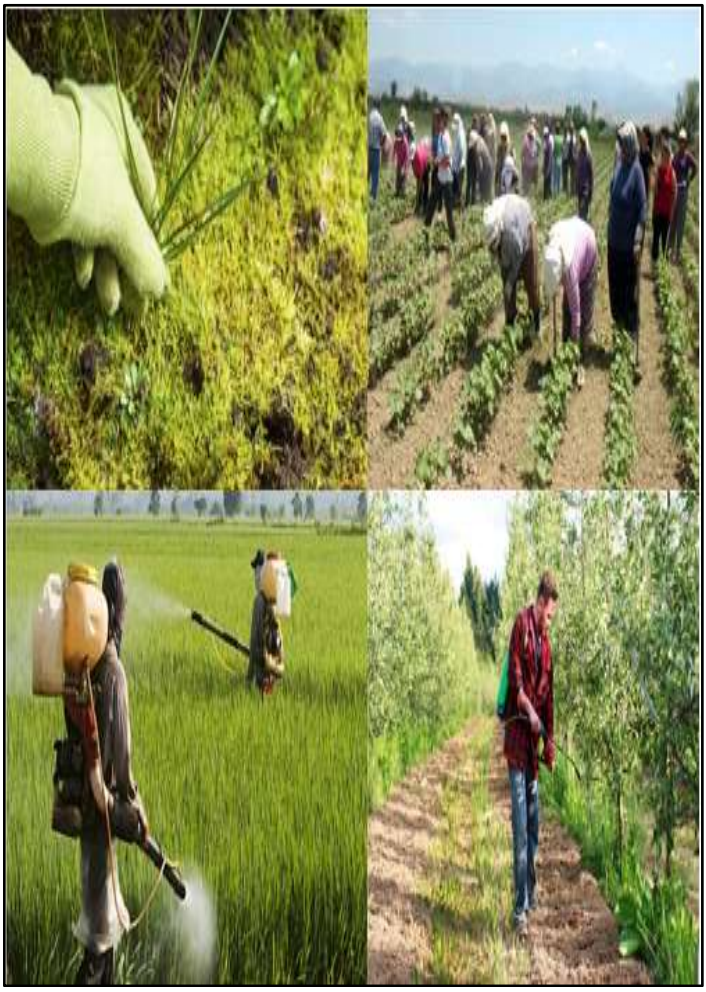
Organik tarımda kullanılacak önemli bir gübre kaynağı da yeşil gübredir. Yeşil gübre kaynağı olarak bazı önemli baklagil (yonca, çayır yoncası, taş yoncası, soya fasulyesi, kanada yem bezelyesi, yem börülcesi, kırmızı üçgül, japon üçgülü, yalancı tüy fiğ) ve buğdaygil (çavdar, yulaf, arpa, darı, karabuğday, çim, sudan otu, hardal, kolza, kışlık yulaf ve arpa) bitkileri kullanılmaktadır.

Organik tarımdaki çok önemli bir diğer organik gübre kaynağı da organik artık ve atıkların değerlendirilerek kompost yapılması ve olgunlaşmış kompostun gübre olarak toprağa verilmesidir. Kompostlama işleminde üç önemli gelişme dönemi vardır. Bunlar organik madde yığının ısınması, soğuması ve olgunlaşmasıdır.

Şekil 10. Organik tarımda gübreler (Anonim, 2020b)

Şekil 11. Organik ve kimyasal gübreler (Anonim, 2020b)

- **Organik tohum üretiminde yabancı ot kontrol yöntemleri nelerdir?**



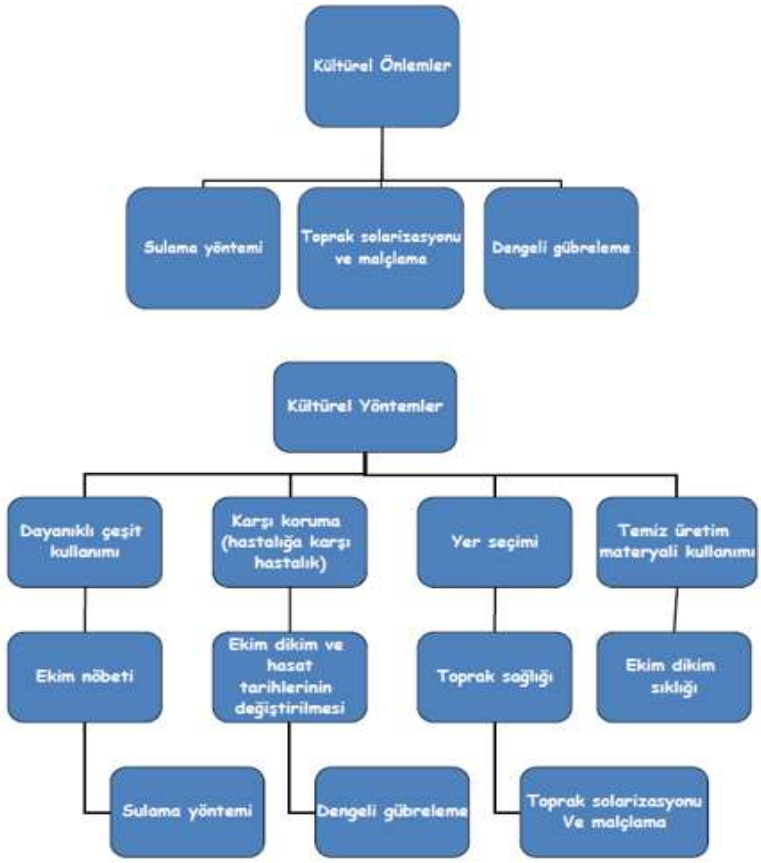
Şekil 12. Yabancı ot kontrolü (Anonim, 2020b)

Tablo 3. Organik tohum hasadında yabancı ot tohumun kontrolü

Sorun	Çözüm önerisi	Yabancı ot kirliliğinin sonuçları
Zararlı veya yabancı ot tohumları, tohumluk olarak benzer büyüklükte ve / veya ağırlıkta ise,	Yabancı ot kontrolüne ve kirliliği önlemeye odaklanılmalı.	Pazarlanamaz tohum veya temizleme sürecinde önemli verim kaybı.
Zararsız veya yabancı ot tohumları, tohumluk olarak benzer büyüklükte ve / veya ağırlıkta ise,	Yabancı ot kontrolüne ve kirliliği önlemeye odaklanılmalı.	Tohum pazarlanabilir, ancak yabancı ot tohumu ile kirlenmişse daha düşük kaliteli tohum elde edilir.
Zararlı veya yabancı ot tohumları, tohumluk olarak belirgin şekilde farklı büyüklükte ve / veya ağırlıkta ise,	Yabancı ot kontrolü sağlanıp kirlenme önlenmeli. Fakat tohum kirlenmişse temizlenme süreci ile arındırılmalıdır.	Temizleme işleminde yabancı ot tohumunu temizlemek için ekstra çalışmaya sebep olur. Yabancı ot tohumunun %100'ünü arındırmak için ve izin verilen zararlı ot seviyesinin altında olmasını sağlamak için ekstra özen gereklidir.

- **Organik tohum üretiminde hastalık ve zararlılarla mücadele yöntemleri nelerdir?**

- **Organik tarımda hastalık yönetim metodları;** kültürel ve kimyasal olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir (Şekil 11).



Şekil 13. Organik tarımda hastalık yönetim metodları (Anonim, 2020b)

- **Organik tohum üretiminde hasat ve harman işlemleri;**
  - Hasatta kullanılan araç ve gereçlerin ekolojiye zarar veren ve kirlilik oluşturabilecek materyalden yapılmamış olması gerekir.
  - Ürünün özelliğine göre hasat elle yapılmalıdır.
  - Harman, elle veya makine ile tohumları bitki materyallerinden ayırma sürecidir.
  - Tohumların harmanlamadan önce kurutulması gerekir.

- Mekanik harmanlama yaklaşık 50-100 lbs oranında sürecin etkinliğini artırmaktadır.
- Ekipmanlar eğer kirlenmişse temizlenmesi gerekir.
- Tohum temizleme faaliyetleri ya sertifikalı bir organik çiftlikte ya da organik sertifikalı bir profesyonel temizleme tesisinde yapılmalıdır.
- Organik tohumun ambalajlanması, nakliyesi ve depolanması organik olarak açık anlaşılır bir şekilde etiketlenmelidir.

Şekil 14. Organik tarımda malçlama yöntemleri (Anonim, 2020b)

- **Organik tohum üretiminde tohum temizliği;** Kuru ve yaş olmak üzere iki grupta yapılmaktadır.

- **Kuru tohumlu bitkilerin temizlenmesi;** kuru tohumlar, bir meyvenin içinde değil, kuru halde olgunlaşmış tohumlardır (Bezelye, fasulye, ayçiçeği, buğday, arpa, mısır).
  - ✓ Kuru tohumlar genellikle sap ve yaprak gibi diğer bitki materyalleri, kir ve taş ile kirlenir. Kirlenen bu tohum daha sonra, tohumun ağırlığı, boyutu veya şeklindeki farklılıklara dayanan tekniklerle temizlenir (diğer materyallerden ayrılır).
  - ✓ Kirlenen tohum saf duruma gelene kadar (%99.5) temizlik işlemlerinden geçirilir.
  - ✓ Tohum temizliği o tohumun çimlenme yüzdeliğini de artırır.
  - ✓ Temizlenen tohum yılda iki kez çimlenme testine tabi tutulmalıdır (soğan ve marul vb. üç kez).
- **Yaş tohumlu bitkilerin temizlenmesi**; yaş tohumlar bir meyvede üretilen tohumlardır (domates, salatalık, kabak, kavun karpuz, biber).
  - ✓ Tohumlar meyveden uzaklaştırılmalıdır.
  - ✓ Kurutulmaya tabi tutulmalıdır (tohumlar 95 F üzerinde sıcaklığa ulaşmamalıdır).
  - ✓ Fermantasyona tabi tutulmalı (virüs, bakteri, mantar vb. tohumdan arındırılması).

➢ **Organik tohum üretiminde tohum temizleme yöntemleri;** tohumun temizlenme işlemi, tohumu hem tohum kaynaklı patojenlerden hem de toprak kaynaklı patojenlerden korur ve tohumun çimlenme oranını arttırır. Temizleme yöntemleri;

- **Macunlama:** Çimlenme inhibitörlerini çözmek ve çimlenmenin erken aşamalarını aktive etmek için yeterli suyu absorbe eder.
- **Peletleme:** Küçük, hafif ve şekilsiz tohumların makineli ekime uygun hale getirilmesi için katı partiküllerinin tohumun etrafına sardırılması işlemidir (marul, havuç, soğan tohumu).

- **Sıcak su uygulaması:** Tohumu 100 °F suda ısıtmak, ardından bitki türüne bağlı olarak 122 °F su banyosunda tohumun 20-25 dakika ısıtılması, daha sonra tohumu soğuk suda 5 dakika soğutmak ve hızlı kurumaya almak (Brokoli için 122 °F, 20 dakika ve domates için 122 °F, 25 dakika).
- **Bitki ekstreleri ve yağları:** Kekik, tarçın, karanfil, keklik otu, geyik otu ve sarımsak gibi bitkisel yağlar çökertme hastalığını bastırmak için kullanılmaktadır.
- **Çamaşır suyu ile dezenfeksiyon:** Tohum yüzeyini dezenfekte etmek için sodyum hipoklorit kullanılabilir.

4. ORGANİK TOHUM ÜRETİMİNDE YETİŞTİRİCİLERİN TUTUMU

- **Niçin bütün çiftçiler organik tohum kullanmıyor?**
  - Organik çiftçilerin kaliteli tohum açısından yetersiz eğitime sahip olması.
  - Organik çiftçilerin ekonomik olarak desteklenmemesi (teşvik) bundan dolayı da çiftçilerin sertifikalı organik tohumların satın alamaması.
- **Tohum şirketlerinin organik tohum üretimine girmekten çekinmesinin sebepleri nelerdir?**
  - Organik tohumların üretilmesi, taşınması, depolanması ve paketlenmesinin de organik tarım kurallarına uygun olarak yapılması ve sertifikalandırılması gerektiğinden organik tohum üretiminin ekonomik olarak henüz cazibesinin olmaması.
  - Organik tohum üretimini bilen teknik donanımlı üretici sayısının sınırlı sayıda olması.
  - Organik tarımla uğraşan üreticilerin önemli bir bölümünün küçük üretici olması nedeniyle tohum pazarlamanın pahalı olması.

- Tohum satışının garanti olmaması.
- Organik tohumların ömrünün kısa olması.
- Organik tohumların ülke içinde satışı için yeniden sertifikalandırma işlemi yapılmasının gerekmesi.

5. SONUÇ

İnsan sağlığı, hayvan sağlığı, ekolojik çevre ve biyolojik çeşitliliğin korunması için organik üretim gereklidir. Bunun içinde kendi kendine yetmek ve imkânları bu doğrultuda kullanmak büyük önemlilik arz etmektedir. Organik tarımın yaygınlaştırılması için, Ülkemizin sahip olduğu potansiyel ürün niteliği iyi değerlendirilmeli ve bu ürünler için yetiştiricilere yeterli eğitim ve tarımsal destek planı sağlanmalıdır.

6. KAYNAKÇA

Anonim, (2010). Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik. https://l24.im/Lhu5 (Erişim tarihi: 21.08.2022)

Anonim, (2019). Organik Tarım Nedir? ve Özetle Organik Tarım. https://l24.im/jcUroS (Erişim tarihi: 26.08.2022)

Anonim, (2020a). Uluslararası Ekolojik Tarım Hareketleri Federasyonu (IFOAM). https://l24.im/JaR (Erişim tarihi: 21.08.2022).

Anonim, (2020b). Organik Tarımda Yöntemler, Gübreler, Yabancı Otlar. https://l24.im/FVNP3 (Erişim tarihi: 25.08.2022).

Anonim, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri (TÜİK). https://l24.im/pMHWlN (Erişim tarihi: 21.08.2022)

Aksoy, U. ve Altındişli, A. (1999). Dünya'da ve Türkiye'de ekolojik tarım ürünleri üretimi, ihracatı ve geliştirme olanakları. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 1990-70, 123.

Er, C. (2009). Organik tarım bakımından Türkiye'nin potansiyeli, bugünkü durumu ve geleceği. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Sektörel Yayınlar, Yayın No: 2009-3.

Kodaş, R. (2011). Tahıllarda organik yetiştiricilik. Tezsiz Yüksek Lisans Dönem Projesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yanmaz, R. ve Saygılı, S. (2015). Organik tohumda kalitenin iyileştirilmesi. Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, 6-9 Ekim 2015, Rize, Türkiye.

BÖLÜM 8

BUĞDAYDA KULLANILAN MOLEKÜLER MARKÖR YÖNTEMLERİ VE ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

Öğr. Gör. Dr. Nurettin BARAN[1]

Doç. Dr. Mehmet KARAMAN[2]

Ziraat Mühendisi Gülistan BALKAYA[3]

[1]Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye, Orcıd:0000-0003-2212-3274, n.baran@alparslan.edu.tr

[2]Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş/Türkiye, Orcıd:0000-0002-6176-9580, m.karaman@alparslan.edu.tr,

[3]Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri ABD, Muş/Türkiye, gulistanbalkaya@gmail.com

1. GİRİŞ

Buğday gerek dünyada gerekse Türkiye'de insan beslenmesindeki en temel besinlerin hammaddesi olarak bilinir ve diğer tarımsal ürünlere göre daha fazla önem taşımaktadır. İnsan beslenmesinde önemli rol oynayan buğday günlük enerji ihtiyacının büyük bir oranını karşılamaktadır. Buğday, adaptasyon yeteneğinin fazla olması, saklanmasının kolay ve uzun süreli olması gibi birçok özellik açısından stratejik bir tahıl ürünüdür. Günümüzde çok sayıda buğday türünün olduğu bilinmektedir. 2020/2021 döneminde dünyada toplam üretilen buğday miktari, 774.3 milyon ton olarak kayıtlara geçmiştir (TMO, 2021**) (Tablo 1)**.

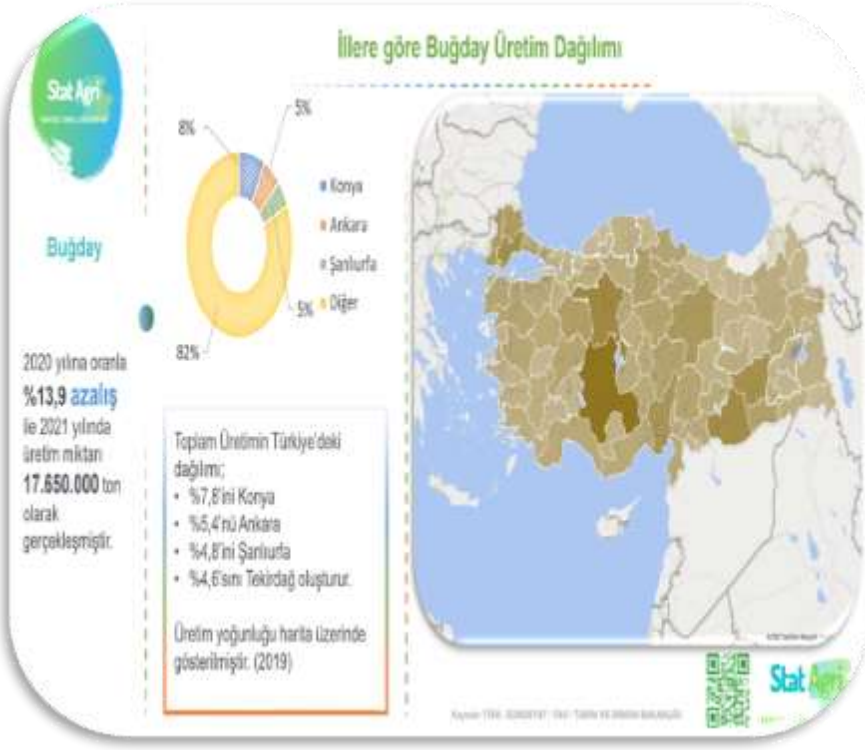
Tablo 2: Yıllara göre buğday üretimi ve önemli üretici ülkeler (milyon ton)

Ülkeler	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
Çin	118.6	122.5	123.7	128.3	132.6	133.3	134.3	131.4	133.6	134.3
AB	138.1	132.6	143.2	156.1	159.6	144.2	151.4	137.7	154.9	124.5
Hindistan	86.9	94.9	93.5	95.9	86.5	86.0	98.5	99.7	103.6	107.9
Rusya	56.2	37.7	52.1	59.1	61.0	72.5	85.1	71.7	73.6	85.4
ABD	54.2	61.3	58.1	55.1	56.1	62.8	47.4	51.3	52.6	49.7
Kanada	25.3	27.2	37.6	29.4	27.6	32.1	30.0	32.2	32.3	35.2
Avustralya	29.9	22.9	25.3	23.7	22.3	31.8	21.2	17.3	15.2	33.3
Ukrayna	22.3	15.8	22.3	24.7	27.3	26.8	27.0	25.1	29.2	25.5
Pakistan	24.2	23.3	24.2	26.0	25.5	25.6	26.6	25.5	24.4	25.2
Türkiye	21.8	20.1	22.1	19.0	22.6	20.6	21.5	20.0	19.0	20.5
Arjantin	14.5	8.0	9.2	13.9	11.3	18.4	18.5	19.5	19.8	17.6
Kazakistan	22.7	9.8	13.9	13.0	13.7	15.0	14.8	13.9	11.5	14.3
Diğer	86.3	82.9	92.8	87.8	92.9	87.9	86.7	86.9	92.3	100.9
Dünya	701.0	659.0	718.0	732.0	739.0	757.0	763.0	732.2	762.0	774.3

Kaynak: TMO 2020 Yılı Hububat Sektör Raporu

2020/2021 döneminde Türkiye'de 6.486.327 ha^{-1} alanda 20.5 milyon tonluk buğday üretimi gerçekleşmiştir. Yapılan ithalat ise yaklaşık 9.8 milyon tondur. Ayrıca 7.6 milyon ton ihracat gerçekleştirilerek, yurt içinde tüketilen buğday

miktarı 16.034.511 ton olurken tohumluk 1.232.339 ton yemlik için ise 2.267.299 ton buğday kullanıma ayrılmıştır (TÜİK, 2021). Türkiye'de buğday üretimi tüm bölgelerde yapılabilmekle beraber en fazla üretim Konya, Ankara, Şanlıurfa ve Tekirdağ illerinde daha fazla yapılmaktadır **(Şekil 1)**.



Şekil 1. İllere göre buğday üretim dağılımı (Anonim, 2022)

Giderek artan dünya nüfusuyla beraber buğdayın yeterlilik derecesinde yıllar bazında düşüşler yaşanmaya başlamıştır. 2019 yılında buğday %89,5 oranıyla en düşük seviyesine ulaşmıştır (Anonim, 2022). Artan nüfus ve azalan besin ihtiyacını karşılamanın yolu temel besin maddelerinden olan buğday üretimini arttırmakla mümkün olacaktır. Üretim miktarını arttırmanın en etkili metodu ise bitki ıslahıdır. Klasik bitki ıslahı üstün genotiplerin fenotipik

seleksiyonuna dayanmaktadır. Kantitatif özellikler çevre şartlarından etkilendiğinden dolayı geleneksel ıslah yöntemleri ile bazen beklenen düzeyde sonuç alınamamaktadır. Bu nedenle, moleküler ve geleneksel yöntemlerin birlikte kullanılması, karşılaşılacak olumsuzlukları bertaraf etmede önemli rol oynamaktadır (Garcia oliveira ve ark., 2018). Moleküler markör yöntemleri, klasik buğday ıslahında karşılaşılan problemlere alternatif çözümler bulmaya yönelik olarak geliştirilmiştir (Francia ve ark., 2004; Güleç ve ark., 2010).

2. MOLEKÜLER MARKÖRLER

Moleküler markör teknolojisi, son yirmi yılda buğday genomunda abiyotik ve biyotik stresler, özellikle verim artışı ve dayanıklılık ile ilişkili tarımsal karakterlerin değerlendirilmesinde oldukça yaygın hale gelmiştir (Kiszonas ve Morris, 2018). Moleküler markörler, genomdaki gen veya gen bölgesi ile ilişkili referans DNA (deoksiribo nükleik asit) dizileri olarak tanımlanır (Staub ve ark. 1996). Bu markörler, tüm organizmalarda polimorfik DNA dizilerini ortaya çıkarmak için kullanılan nükleotid dizileridir. Bu dizilerin en etkin özellikleri polimorfik olmaları, yüksek kaliteli genotipler üretme kabiliyetine sahip olmaları ve genomda büyük oranlarda bulunabilmeleridir (Semang ve ark. 2006). Moleküler markörler, gözlemlenebilir karakterlere dayalı morfolojik markörlere ve temeli proteine dayalı biyokimyasal markörlere oranla oldukça güvenilirdir. Polimorfik miktarları fazla olup çevreden etkilenmezler, bitki büyüme sürecinde kolayca gözlemlenebilirler ve lokuslar arası etkileşimler yaratmazlar. Bu nedenle DNA markörleri, ıslah çalışmalarında bitki materyallerinin değerlendirilmesi için en iyi araçlardır (Ovesna ve ark. 2002).

Polimeraz Zincir Reaksiyonunun (PZR) bulunması ile birlikte buğday genomunda gen etiketleme, genetik haritalama, tarımsal önemi olan genlerin

haritaya dayalı olarak belirlenmesi, seleksiyon, moleküler ilişki ve çeşitlilik çalışmalarının daha kolay yapıldığı bildirilmiştir (Joshi ve ark. 2000). Buğday türleri ve akrabalarında genotip tanımlamasına ek olarak (Henry, 2001), tür veya popülasyon seviyesinde belirli lokuslardaki farklılıkları tespit etmek için moleküler markörler de kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin temeli, bilinen nükleotid dizisine sahip bir DNA parçasının PZR amplifikasyonudur (Williams ve ark. 1990). Günümüzde buğday genomunda yoğun olarak kullanılan; moleküler markör yöntemleri, geleneksel markör sistemleri ve yeni nesil markör teknolojileri olarak gruplandırılabilir.

Buğdayda Moleküler Belirteçlerin Sınıflandırılması

Buğday genomunda çalışılan moleküler markörleri genel olarak 2 grup altında sınıflandırmak mümkündür;

- Geleneksel markör sistemleri
- Yeni nesil markör teknolojileri

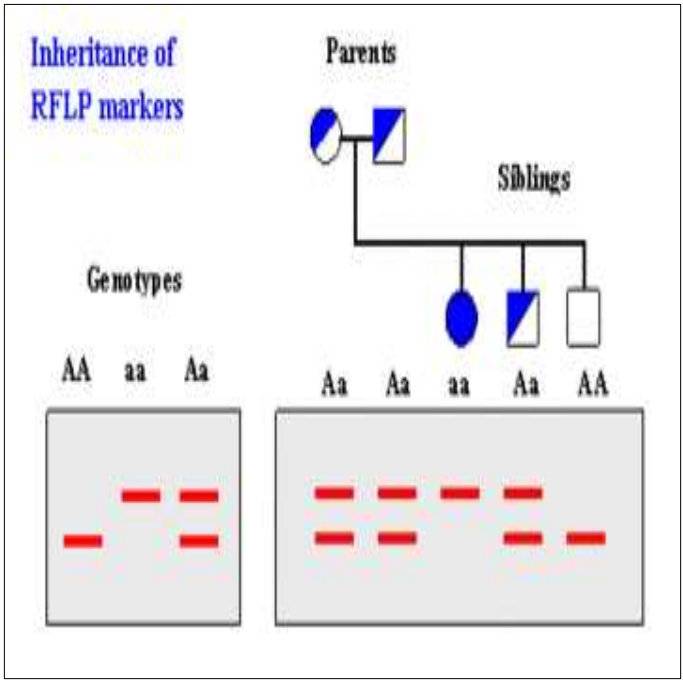
Geleneksel markör sistemleri; Hibridizasyon tabanlı ve PCR tabanlı olmak üzere 2 gruba ayrılırken yeni nesil markör teknolojileri de Hibridizasyon ve Dizilemeye göre 2 grup altında toplanabilir.

Hibridizasyon Tabanlı Markörler

RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) Yöntemi

RFLP (Kesilmiş Parça Uzunlukları Polimorfizim) ilk kullanılan markör tekniğidir. Hibridizasyona dayalı tek markördür. Saf olan DNA'nın izolasyonu RFLP teknolojisindeki ilk adımdır. Bu DNA, bakterilerden elde edilen kısıtlama enzimleri ile karıştırılır ve belirli lokus bölgelerini kesmek için bu enzimler kullanılır. Bu da farklı uzunluklarda çok sayıda parça ile sonuçlanır **(Şekil 2.)**. Poliakrilamid ve Agaroz jel elektroforezi bu parçalarla bir dizi bant meydana getirerek ayrışması için uygulanır. Farklı özelliklere

sahip olan bu bantlar bir parçayı temsil eder. RFLP markör teknolojisi kullanılarak buğdayda bağlantı gruplarının geliştirilmesinde daha önceki başarılara rağmen, ekmeklik buğdaydaki düşük frekans, yüksek maliyet, fazla zaman alması ve yoğun emek harcanması nedeniyle tercih edilen markör haline gelmemiştir. Bu durum, araştırmacıları PCR tabanlı moleküler belirteçleri kullanmaya yönlendirmiştir.



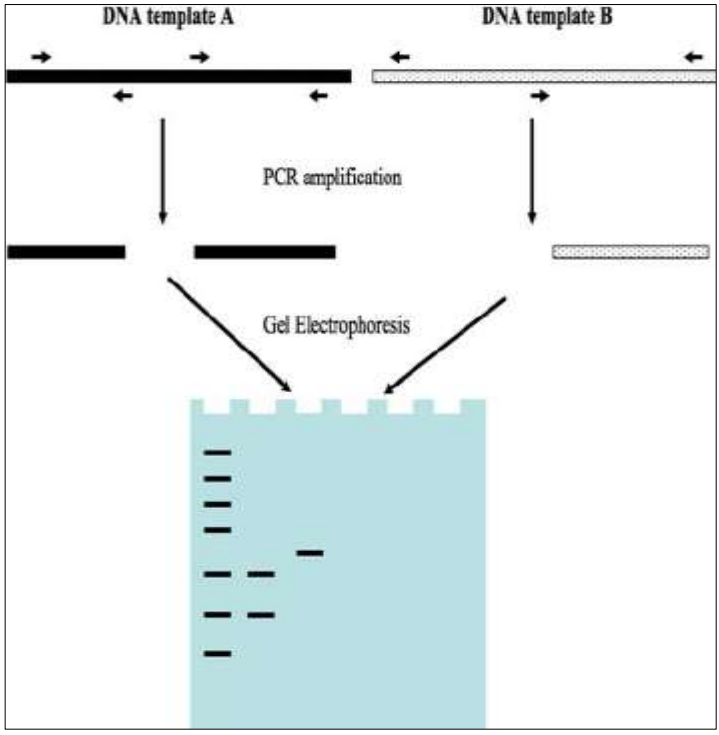
Şekil 2. Restriction fragment length polymorphism (RFLP) (Saiki ve ark., 1985)

PCR Tabanlı Moleküler Belirteçler

RAPD (Randomly Amplified Polimorphic DNA) Yöntemi

RAPD (Tesadüfî Çoğaltılmış Polimorfik DNA). Genomik DNA'nın amplifikasyonu, tek, kısa (10 nükleotid) ve rastgele primer kullanılarak PCR ile sağlanır. (Williams ve ark., 1990; Baran ve ark., 2022) **(Şekil 3.)**. RAPD markör sisteminin avantajları arasında düşük miktarda DNA ihtiyacı, hızlı,

ucuz olması, primer tasarımının kolay olması, RAPD markörlerinin genomik dağılımının bol ve tüm genoma dağılmış olması sayılabilir. Buna karşın RAPD markör sisteminin dezavantajı ise tekrarlanabilirliğinin az olması ve bilgilendirme gücünün düşük olmasıdır. RAPD'ler, tekrarlanabilirlik eksikliği ve genomdaki yerleri hakkında detaylı bilgi bulunmaması nedeniyle buğdayda yaygın olarak kullanılamamıştır (Devos ve Gale 1992). RAPD işaretçilerinin önemli QTL'i haritalamak için kullanıldığı ve daha özgün hale dönüştürüldüğü sadece birkaç örnek vardır.



Şekil 3. Randomly amplified polimorphic DNA (RAPD) (Raeid ve Abed, 2008)

AFLP (Amplified fragment length polymorphism) Yöntemi

AFLP (Çoğaltılmış Parça Uzunluk Polimorfizm), PCR temelli teknikleri birleştiren bir yöntemdir ve restriksiyon enzimleriyle parçalanan 80–500 bç

büyüklüğünde elde dilen DNA parçacıkları adaptörlerle ligasyona maruz bırakılıp son basamakta PCR ile seçici çoğaltım uygulanır (Vos ve ark., 1995). AFLP markörlerinin geliştirilmesiyle RFLP ve RAPD yöntemlerinin mevcut olan kısıtlamaları üstesinden gelinmiştir. AFLP'de hem kaliteli hem de kısmen bozulmuş DNA kullanılabilir. Fakat, bu DNA herhangi bir kısıtlama enzimi ve PCR inhibitörü içermemelidir. Bu yöntemin parçacıkları poliakrilamid jelde incelenip ve tek reaksiyonda 50–100 parçacık oluşmaktadır. Bundan dolayı polimorfizm oranı oldukça yüksektir. Polimorfik bant sayısı ve yüksek orandaki tekrarlanabilir özelliği, tür içi ve türler arası akrabalıkların değerlendirilmesinde, ön dizi bilgisi gerektirmemesi, (Althoff ve ark., 2007), akrabalık derecelerinin belirlenmesinde (Mian ve ark., 2002) önemli derecede aktif rol oynaması sebebiyle bitki genetik çeşitlilik araştırmalarında öne çıkan yöntemler arasındadır.

SSR (Simple Sequence Repeats) Yöntemi

SSR (Basit Tekrarlı Diziler) markörler, DNA diziliminde tekrar eden en küçük birim olup tekrarlanan motifleri 1–6 bç arasında değişmektedir. Mikrosatellitleri çevreleyen bölgelerin dizileri biliniyorsa o bölgelere uygun primerler tasarlanarak PCR aracılığıyla çoğaltımı yapılmaktadır. Bunun yanı sıra akrabalık ilişkilerinde SSR primerleri farklı canlı türlerinde de kullanılabilmektedir. DNA replikasyonu aşamasında oluşan dizi atlama, eşit olmayan krossing-over olayları, mikrosatellit sayılarının farklılığı ve belirli

aralıklarla yanlış baz eşleşmelerine sebep olan temel olaylar jel elektroforeziyle saptanmaktadır (Matsuoka ve ark., 2002).

Mikrosatellit markörler;

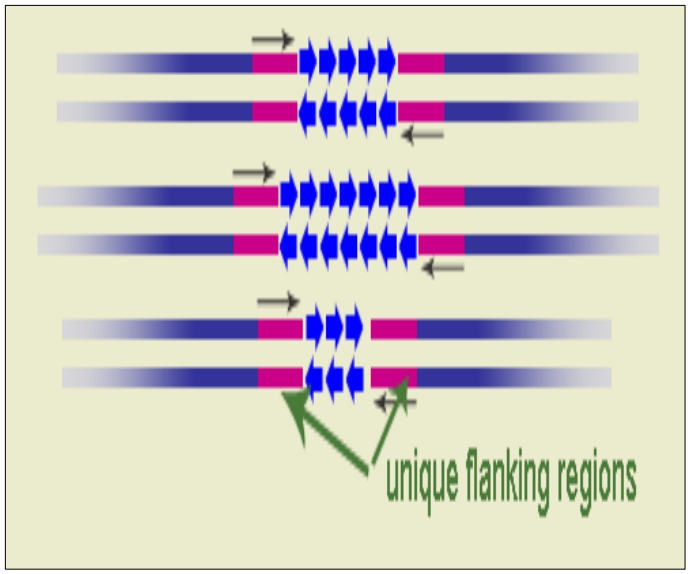
- Az DNA gerektirmesi,
- Kodominant ve kararlı markör sistem olması,
- Genomda bol ve dağınık bulunması,
- Tekrarlanabilir ve otomasyona uygun olması,
- Yüksek polimorfizm göstermesi gibi üstünlükleri ile,

Bu markör yöntemleri bilgilendirici oluşumundan dolayı popülasyon genetiği ve gen haritalama araştırmalarında etkin bir şekilde yer almaktadır (Powell ve ark., 1996).

Bu markör sisteminin dezavantajı;

- Mikrosatellit bölgelerinin mutasyon oranlarının fazla bulunması
- Primer bağlanma bölgelerinde değişmeye neden olması
- Anlamsız allellerin oluşmasına imkân sağlaması

Bu olumsuzluklardan dolayı, allelik frekansının ve genotiplerin yanlış yorumlanmasına neden olmaktadır (Freudenreich ve ark., 1997).



Şekil 4. Simple Sequence Repeats (SSR) (Olson,1989)

Mikrosatellitler veya basit dizi tekrarları (SSR) nispeten bol, yüksek oranda polimorfik ve genoma özel oldukları için buğdayda en yaygın olarak kullanılan PCR tabanlı moleküler markörlerdir (Röder ve ark. 1995)**(Şekil 4.)**.

SRAP (Sequence Related Amplified Polymorphism) Yöntemi

SRAP (Dizi İlişkili Çoğaltılmış Polimorfizm), temel olarak açık okuma çerçevelerinin (ORF) amplifikasyonu için geliştirilmiştir. (Li ve Quiros, 2001). Bu markör sistemi iki primer kullanılarak amplifikasyona dayanmaktadır. Bu markör sisteminde kullanılan primerler 17-18 nükleotid uzunluğundadır. İleri primerlerde CCGG ve ters primerlerde ise AATT dizisini kullanmaktadır (Lin ve ark., 1999).

SNP (Single Nucleotide Polymorphism) Yöntemi

Bu yöntem tek nükleotid polimorfizmidir. SNP tabanlı genotipik karakterizasyonda uygulanan DNA çipleri; otomasyona uygunluk ve fazla ürün elde edilmesi bakımından dikkat çekmektedir (Sobrino ve ark., 2005).

Tek nükleotid polimorfizmleri, genlerin kodlayıcı dizileri, genlerin kodlanmayan bölgeleri veya farklı kromozom bölgelerinde farklı frekanslarda genler arasındaki intergenik bölgelere düşebilir (Jiang, 2013).

Son 10 yılda DNA dizileme teknolojisinin gelişimine paralel olarak kullanılan moleküler markör yöntemleri de gelişme göstermiştir. Bu teknolojiye dayalı olarak, tek nükleotid polimorfizmler (SNP) için çipler geliştirilmiştir. Buğday kalitesini belirlemek için QTL (Quantitatif Trait Loci) 'yi tanımlamak için SNP dizileri (SNP çipleri) teknolojisi tercih edilmiştir (Jin ve ark. 2016).

Buğday genomlarındaki SNP'leri ve indel (ekleme/silme) mutasyonlarını tespit etmeye odaklanan bir teknoloji olan KASP (Kompetitive-Allele Spesifik PCR) markör sistemi, buğday popülasyonlarında da birçok tarımsal karakteri değerlendirmek için kullanılmıştır (Rasheed ve ark. 2016).

3. SONUÇ

Çalışmada, detaylandırılan moleküler markörler arasında RFLP yöntemi pek tercih edilmemektedir. Bu sonuç, kullanılan maddenin pahalı, çok fazla zaman alıcı olması ve yüksek DNA ihtiyacından kaynaklanmaktadır (Grover ve Sharma, 2015). SNP belirteçleri, diğer yöntemlere göre görünmeyen yani gizli polimorfikleri saptayabilmeleri, genomda yoğun olarak bulunmaları ve ayrıca düşük mutasyon seviyesine sahip olmaları nedeniyle genetik çalışmalarda tercih edilmektedir (Duran ve ark. 2009). Moleküler markör tekniklerini kendi aralarında karşılaştırdığımızda avantaj ve dezavantajları olduğunu görebiliriz. Son yıllarda polimorfik karakterinin yüksek olması nedeniyle SSR ve SNP tekniklerinin yaygın olarak kullanıldığını görmekteyiz. Fazla polimorfik özellik gösteren SSR markörleri çok tercih edilmektedir (Durand ve ark. 2010). Buğdayda çeşitlilik analizlerinin yapıldığı çalışmalarda; RAPD, RFLP, SSR ve AFLP markörleri karşılaştırılıp elde edilen polimorfizm değerlerine göre AFLP ve SSR markörlerinin en etkili markörler olduğu belirlenmiştir.

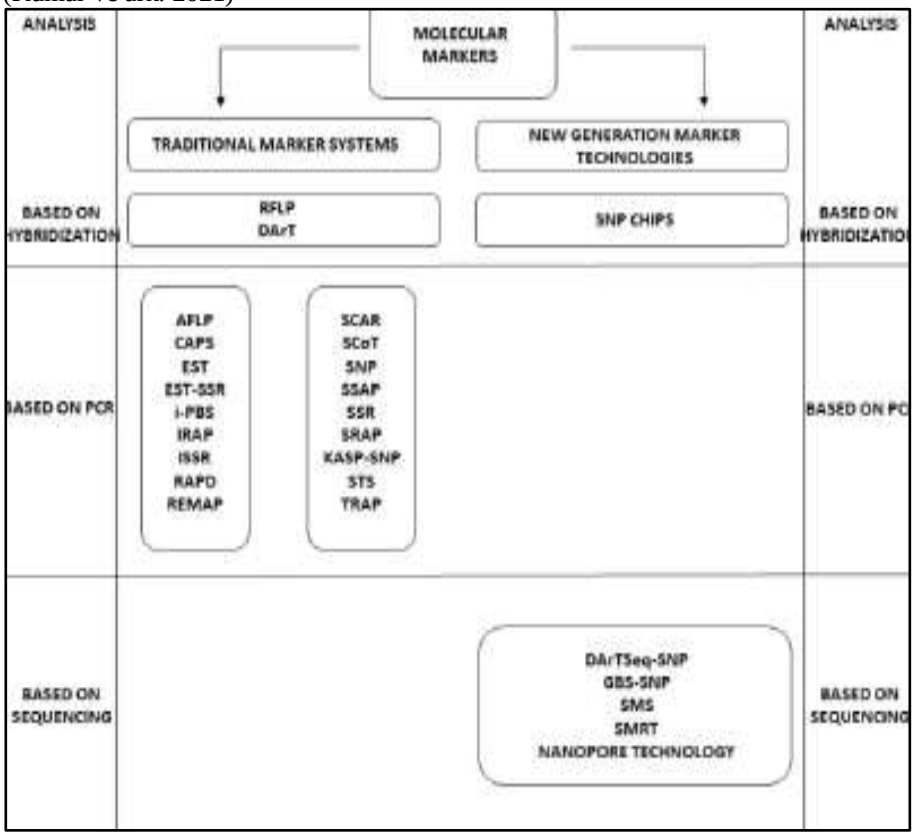
Ayrıca, bu iki markör karşılaştırıldığında SSR markörlerinin AFLP markörlerine göre hem daha ucuz hem de kullanılabilirlik açısından daha avantajlıdır. (Parker ve ark. 2002).

Son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan EST (Labeled Expressed Sequences), farklı mRNA'ların tümüne veya belirli bir kısmına tekabül eden cDNA'ların (tamamlayıcı DNA'lar) dizi analizleri sonucunda oluşturulmuş bir markör tekniğidir. Ayrıca, cDNA'lar rastgele dizi analizi olarak da bilinir. EST'ler, hem buğday haritalama araştırmalarında hem de SSR'lerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Ellis ve Burke, 2007). Buğday genomunda genetik çeşitlilik, gen etiketleme ve genomik haritalama analizleri yapmak için genomik SSR'ler seçilebilir (Prasad ve ark. 2000; Roy ve ark. 1999).

Buğday çeşitleri arasındaki genetik ilişkilerin belirlendiği birçok çalışmada, SSR'lerin gen bankaları tarafından genetik kaynakların çeşitliliğinin belirlenmesinde kullanılabilecek çok faydalı araçlar olduğu ortaya konmuştur (Dreisigacker ve ark. 2005). Yapılan çalışmalar sonucunda yeni nesil markör

teknolojilerinin geleneksel markör sistemlerinden daha etkili olduğu vurgulanmıştır (Kumar ve ark. 2021) **(Tablo 2)**.

Tablo 2. Buğdayda Referanslarla Moleküler Markör Teknolojileri ve Kullanımları (Kumar ve ark. 2021)



4. KAYNAKÇA

Althoff, D.M., Gitzendanner, M.A., Segraves, K.A. (2007). The utility of amplified fragment length polymorphisms in phylogenetics: a comparison of homology within and between genomes. Systematic Biology, 56, 477-484.

Anonim (2022). https://www.statagri.com/ (Erişim Tarihi: 13.06.2022).

Baran, N., Shımıra, F., Nyırahabımana F., (2022). Marker-Assisted Selection and Traits of Interest in Cotton Breeding. Ruşen, S.E. ve Ruşen, A. (Ed.), INSAC World Natural and Engineering Sciences, 13(1), s99-120. Ankara/Türkiye

Devos, K.M, Atkinson M.D, Chinoy C.N, Liu C.J, Gale M.D. (1992). RFLP-based genetic map of the homoeologous group 3 chromosomes of wheat and rye. Theoretical and Applied Genetics 83:931-939.

Dreisigacker, S., Zhang, P., Warburton, M.L., Skovmand, B., Hoisington, D. and Melchinger, A.E. (2005). Genetic Diversity Among and within CIMMYT Wheat Landrace Accessions Investigated with SSRs and Implications for Plant Genetic Resources Management. Crop Science, 45, 65-661.

Duran, C., Appleby, N., Vardy, M., Imelfort, M., Edwards, D. (2009). Single nucleotide polymorphism discovery in barley using auto SNP db. Plant Biotechnology Journal, 7, 326-333.

Durand, J., Bodenes, C., Chancerel, E., Frigerio, J. M., Vendramin, G., Sebastiani, F., Buonamici, A., Gailing, O., Koelewijn, H. P., Villani, F., Mattioni, C., Cherubini, M., Goicoechea, P. G., Herran, A., Ikaran, Z., Cabane, C., Ueno, S., Alberto, F., Dumoulin, P. Y., Guichoux, E., de Daruvar, A., Kremer, A., Plomion, C. (2010). A fast and cost-effective approach to develop and map EST-SSR markers: oak as a case study. BMC Genomics, 11, 570.

Ellis, J. R. and Burke, J. M. (2007). EST-SSRs as a resource for population genetic analyses. Heredity, 99, 125-132.

Francia E., Rizza F., Cattivelli L., Stanca AM., Galiba G, Toth B, Hayes PM, Skinner JS and Pecchioni N. (2004). Two loci on chromosome 5H determine low-temperature tolerance in a 'Nure' (winter) x 'Tremois' (spring) barley map. Theoretical and Applied Genetics 108: 670-680.

Freudenreich, C.H., Stavenhagen, J.B., Zakian, V.A., (1997). Stability of a CTG:CAG trinucleotide repeat in yeast is dependent on its orientation in the genome. Molecular and Cellular Biology, 4, 2090–2098.

Garcia-Oliveira, A. L., Chander, S., Ortiz, R., Menkir, A., Gedil, M. (2018). Genetic Basis and Breeding Perspectives of Grain Iron and Zinc Enrichment in Cereals. *Frontiers in Plant Science*, 9(937). Doi:10.3389/fpls.2018.00937.

Güleç, T.E., Yildirim, A., Ateş Sönmezoğlu, Ö. (2010). Bitkilerde Markör Destekli Seleksiyon. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 3(2): 67-79.

Grover, A., Sharma, P. C. (2015). Development and use of molecular markers: past and present. Critical Reviews in Biotechnology, 36 (2), 1-13.

Henry, R. J. (2001). Plant genotyping-The DNA fingerprinting of plants. CABI Publishing, UK. https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1

Jiang, G. (2013). Plant Marker-Assisted Breeding and Conventional Breeding: Challenges and Perspectives. *Advances in Crop Science and Technology*, *1*(3), 1–2. http://cdn.intechopen.com/pdfs/40178/InTech.

Jin, H., Wen, W., Liu, J., Zhai, S., Zhang, Y., Yan, J., He, Z. (2016). Genome-wide QTL mapping for wheat processing quality parameters in a Gaocheng 8901/Zhoumai 16 recombinant inbred line population. Frontiers in Plant Science, 7, 1032.

Joshi, S. P., Gupta,V. S., Aggarwal, R. K., Ranjekar, P. K., Brar, D. S. (2000). Genetic diversity and phylogenetic relationship as revealed by inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism in the genus Oryza. Theor. Appl. Genet., 100, 1311–1320.

Kiszonas, A. M. and Morris, C. F. (2018). Wheat breeding for quality: a historical review. Cereal Chem., 95, 17-34.

Kumar, S., Kumar, M., Mir, R. R., Kumar, R. and Kumar, S. (2021). Advances in Molecular Markers and Their Use in Genetic Improvement of Wheat. Physiological, Molecular, and Genetic Perspectives of Wheat Improvement, https://doi.org/10.1007/978-3-030-59577-7_8 (Erişim Tarihi: 13.09.2022).

Li, G., Quiros, C.F. (2001). Sequence-Related Amplified Polymorphism (SRAP), a New Marker System based on a Simple PCR Reac- tion: Its Application to Mapping and Gene Tagging in Brassica. Theoretical and Applied Genetics; 103: 455–461.

Lin, X., Kaul, S., Rounsley, S., Shea, T.P., Benito, M.I, Town, C.D., Fujii, C.Y., Mason, T., Bowman, C.L., Barnstead, M., Feldblyum, T.V., Buell, C.R., Ketchum, K.A., Lee, J., Ronning, C.M., Koo, H.L., Moffat, K.S., Cronin, L.A., Shen, M., Pai, G., Aken, S.V., Umayam, L., Tallon, J.L., Gill, J.E., Adams, M.D., Carrera, A.J., Creasy, T.H., Goodman, H.M., Somer- ville, C.R., Copenhaver, G.P., Preuss, D., Nierman, W.C., White, O., Eisen, J.A., Salzberg, S.L, Fraser, C.M., Venter, J.C. (1999). Sequencing and Analysis of Chromosome 2 of the plant Arabidopsis thaliana. Nature 402: 761–768.

Matsuoka, Y., Mitchell, S.E., Kresovich, S., Goodman, M., Doebley, J. (2002). Microsatellites in Zea-variability, patterns of mutations and use for evolutionary studies. Theoretical and Applied Genetics, 104, 436-450.

Mian, M.A.R., A.A. Hopkins., J.C. Zwonitzer. (2002). Determination of genetic diversity in tall fescue with AFLP markers. Crop Sci, 42, 944–950.

Olson, M. (1989). A common language for physical mapping of the human genome. Science. Sep 29;245(4925):1434-5. PMID: 2781285

Ovesna, J., Polakova, K. and Leisova, L. (2002). DNA analyses and their Applications in Plant Breeding. Czech Journal Genet. Plant Breed., 38 (1), 29–40.

Parker, G. D., Fox, P. N., Langridge, P., Chalmers, K., Whan, B. and Ganter, P. (2002). Genetic diversity within Australian wheat breeding programs based on molecular and pedigree data. Euphytica, 124, 293-306.

Powell, W., G.C. Machray, ve J. Provan, (1996). Polymorphism Revealed by Simple Sequence Repeats. Trends in Plant Science, 1(7), 215-221.

Prasad, M., Varshney, R. K., Roy, J. K., Balyan, H. S., Gupta, P. K. (2000). Theuse of microsatellites for detecting DNA polymorphism, genotype identification and genetic diversity in wheat. Theoretical and Applied Genetics, 100, 584-592.

Raeid, M., Abed, M. (2008). Handbook of Environmental Chemistry, Volume 5: Water Pollution 5:97-160. DOI: 10.1007/698_5_111. In book: Contaminated Sediments

Rasheed, A., Wen, W., Gao, F., Zhai, S., Jin, H., Liu, J., Mather, D. E. (2016). Development and validation of KASP assays for genes underpinning key economic traits in bread wheat. Theoretical and Applied Genetics, 129, 1843–1860. https://doi.org/10.1007/s00122-016-2743-x

Roy, J. K., Prasad, M., Varshney, R. K., Balyan, H. S., Blake, T. K., Dhaliwal, H. S., Singh, H., Edwards, K. J., Gupta, P. K. (1999). Identification of a microsatellite on chromosomes 6B and a STS on 7D of bread wheat showing an association with preharvest sprouting tolerance. Theoretical and Applied Genetics, 99, 336–340.

Röder, M.S., Plaschke, J., König, S.U., Borner, A., Sorrells, M.E., Tanksley, S.D., Ganal, M.W. (1995). Abundance, Variability and Chromosomal Location of Microsatellites in Wheat. Molecular General Genetics, 246:327-332.

Saiki, R.,Scharf, S., Faloona, F., Mullis, K., Horn, G., Erlich, H., Arnheim, N. (1985). "Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia". *Science*. 230 (4732): 1350-1354.

Semang, K., Bjornstad, A., Ndjiondjop, M. N. (2006). An Overview of Molecular Markır Methods for Plants. African Journal of Biotechnology 5 (25), 2540-2568.

Staub, J.E., Serquen, F.C., Gubta, M. (1996). Genetic markers, map construction, and their application in plant breeding. HortScience., 31, 729-740.

Sobrino, B., Brión, M., Carracedo, A. (2005). SNPs in Forensic Genetics: A Review on SNP Typing Methodologies. *Forensic Science İnternational*, 154(2-3), 181-194.

TMO, (2021). 2020 Yılı Hububat Sektör Raporu, https://www.tmo.gov.tr/bilgi-merkezi/raporlar (Erişim Tarihi: 13.06.2022).

TÜİK, (2021). Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünler Denge Tabloları, (Erişim Tarihi: 18 Mart 2021).

Vos, P., Hogers R., Bleeker, M., Reijans, M., Van de Lee T, Hornes, M., Frijters, A., Pot, J., Peleman, J., Kuiper, M., Zabeau, M. (1995). AFLP: A New Technique for DNA Fingerprinting.Nucleic Acids Re- search. 23: 4407-4414.

Williams, J. G. K., Kubelik, A. R., Livak, K. J., Rafalski, J. A., and Tingey, S. V. (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Research, 18, 6531-6535.

BÖLÜM 9

BİTLİS İLİNDE EKONOMİK ÖNEME SAHİP TARLA BİTKİLERİNİN MEVCUT DURUMU VE POTANSİYELİ

Dr. Semih AYKUT

Tatvan İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Bitlis/Türkiye, Orcıd:0000-0002-6936-3825, semihaykut@hotmail.com,

1. GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye'de gittikçe artan nüfus yoğunluğundan kaynaklı tarım topraklarının yavaş yavaş tahribatı ve tarım dışı kullanım gibi birçok etkenden dolayı tarımsal üretim için ayrılan alanlar zamanla giderek azalmaktadır. Bundan dolayı mevcut tarım arazilerinin dengeli, uygun ve sürdürülebilir şekilde kullanılması gerekmektedir. Tarımsal üretimin ana materyali olan toprak, yeryüzünün bir kısmını kaplayan, bitki örtüsünü besleyen, iklim, canlılar ve topoğrafik koşulların ana materyal üzerine karşılıklı etkileri ile meydana gelen karmaşık üç boyutlu doğal bir varlıktır. Toprak, canlıların hem yaşam alanlarını oluşturan hem de yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli besin kaynaklarının ana deposudur. Toprakların sürdürülebilir kullanımı ve korunması için toprak özelliklerini belirlemek ve uygun kullanımını sağlamak gereklidir.

Toprak, tarımsal faaliyetler ve çevre için kilit bir role sahip olup, çok yavaş oluşmasından dolayı pratik olarak yenilenemeyen doğal bir kaynaktır. Önemli bir doğal kaynak olan topraklar, kirlilik, amaç dışı kullanım, yanlış kültürel uygulamalar vb. nedenlerden dolayı azalmakta ve verimsiz hale gelmektedir.

Türkiye, sahip olduğu ekolojik şartlar ve doğal zenginlikler bakımından bitkisel üretime uygun şartlar taşımaktadır. Özellikle birçok bitkinin ülkede yetişmesi önemli bir avantajdır. Bununla birlikte, bazı ürünlerin farklı bölgelerde yoğun olarak yetiştirildiği de görülmektedir.

Türkiye tarımı önemli ölçüde bitkisel üretim faaliyetlerine dayanmaktadır. Bitkisel üretim içerisinde tarla ürünleri, ekim alanı ve üretim yönünden büyük bir paya sahiptir. Bu ürünler, genelde ülkenin sahip olduğu ekolojik özelliklere en iyi uyum gösteren bitki özelliği göstermektedir.

Türkiye' de tarla bitkileri üretimi her geçen yıl artmaktadır. Bu da tarla bitkilerinin ülkemiz için ne kadar önemli bir konumda olduğunu göstermektedir. Ülkemizde en fazla yetiştiriciliği yapılan tarla bitkisi buğday olup, 2021 yılı verilerine göre yaklaşık 6.7 milyon hektar alanda üretimi yapılmaktadır. Buğdaydan sonra en yüksek ekim alanına sahip tarla bitkisi arpa olup ülkemizde yaklaşık 3.2 milyon hektar alanda üretimi yapılmaktadır (Anonim. 2021). Bu veriler dikkate alındığında hububat ürünlerinin ülkemiz tarımı açısından ne kadar önemli oldukları anlaşılmaktadır.

Bitlis ilinde de önemli üretim alanı bulunan arpa ve buğday son yıllarda iklimsel değişimlerin neden olduğu dalgalanmalara rağmen ülkemizde üretim miktarları açısından artış gösteren önemli türlerdendir.

Yem bitkileri, doğada kendiliğinden, tarla ziraatı içinde yetiştirilen, farklı amaçlarla kullanılmakla birlikte ağırlıklı olarak hayvan beslemede kullanılan, doğrudan doğruya yeşil olarak veya yeşil otun bulunmadığı dönemlerde kuru ot ve silaj yapılarak kullanılan bitkilerdir. Bitlis ilinde tarla bitkileri grubu içerisinde bulunan yem bitkilerinin yetiştiriciliği de yapılmaktadır. İlde 2021 verilerine göre 423.948 da alanda 588.810 ton yonca, 79.540 da alanda 90.235 ton korunga üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2021).

Bitlis'in genel olarak yüzölçümü 6.707 $km^{2'}$ dir. Bu rakama Van Gölü'nün Bitlis ili sınırları içerisinde kalan 1.876 $km^{2'}$ lik kısmı ve diğer göl yüzeyleri de dahil edildiğinde ilin yüzölçümü 8.645 km^2 olmaktadır. Bitlis sahip olduğu bu yüzölçümü ile Türkiye topraklarının yaklaşık %1'ini kapsamakta, Doğu Anadolu Bölgesi topraklarının ise yaklaşık %5.5' ini kapsamaktadır. Bitlis, doğuda Van ili ve Van gölü, güneyde Siirt ve Batman, batıda Muş ve kuzeyde Ağrı ili ile sınır komşusudur (Anonim, 2022).

Bitlis ilinin topoğrafyasını Van Gölü'nün güneyinde ve kuzeyinde bulunan, genellikle volkanik yapıda olan dağlar ile bunların üzerindeki düzlükler belirler. İlin güneyindeki dağlar Güneydoğu Toroslar' ın uzantısı biçimindedir. Bitlis ilinin topoğrafik yapısı bakımından %71' ini dağlar, %16'sını platolar, %3'ünü yaylalar ve %10'unu da ovalar oluşturmaktadır (Anonim, 2022).

Bitlis İlinin Adilcevaz, Ahlat, Güroymak, Hizan, Mutki ve Tatvan olmak üzere toplamda 6 ilçesi bulunmaktadır (Şekil 1). İlin topoğrafyasının dağlık ve engebeli olması nedeniyle yerleşim alanları dağınık bir şekilde kurulmuştur.

Şekil 1. Bitlis il haritası

Ülkemizde 2021 yılı verileri incelendiğinde en fazla kuru fasulye üretimi 70.905 ton ile Niğde ilinde gerçekleşmiştir. Niğde ilini 57.285 ton ile Konya

ili takip etmiş, Konya ilinden sonra en fazla patates üretimi Bitlis ilinde (41.703 ton) gerçekleşmiştir (Çizelge 1). Bu verilerden de anlaşılacağı üzere Bitlis ili kuru fasulye üretimi açısından ülkemizde en fazla yetiştiriciliği yapılan illerin başında gelmektedir (Şekil 2).

Çizelge 1. İllere göre 2021 yılı kuru fasulye üretim miktarları

İl	Üretim (Ton)
Niğde	70.905
Konya	57.285
Bitlis	**41.703**
Nevşehir	34.589
Karaman	27.724

Şekil 2. Tatvan ilçesinde kuru fasulye hasadı

Ülkemizde illere göre patates üretimi incelendiğinde ise en yüksek üretime sahip ilin 622.435 ton ile Konya olduğu görülmektedir. Bitlis ili ise 259.713

ton ile 8. sırada yer almaktadır (Çizelge 2). Özellikle Bitlis ilinin Ahlat ilçesi patates üretiminde önemli bir konumdadır (Şekil 3).

Çizelge 2. İllere göre 2021 yılı patates üretim miktarları

İl	Üretim (Ton)
Konya	622.435
Niğde	575.627
Afyonkarahisar	562.927
Kayseri	520.948
İzmir	447.092
Aksaray	309.132
Nevşehir	295.503
Bitlis	**259.713**
Adana	224.794
Sivas	194.742

Şekil 3. Ahlat ilçesinde patates ekilişi yapılan bazı parseller

Ülkemizde özellikle hayvancılık için önemli bir geçim kaynağı olan ve hayvan beslenmesinde kullanılan yonca bitkisinin en fazla 2.100.652 ton ile Konya ilinde yetiştiriciliğinin yapıldığı Çizelge 3' te verilmiştir. Bitlis ili yonca üretim miktarı bakımından ülkemizde ilk 10 il arasında yer almakta olup, 2021 yılı üretimi 588.810 tondur (Çizelge 3) (Şekil 4).

Çizelge 3. İllere göre 2021 yılı yonca üretim miktarları

İl	Üretim (Ton)
Konya	2.100.652
Aksaray	2.012.100
Iğdır	1.510.476
Muş	1.077.623
Aydın	1.025.930
Van	789.162
Erzurum	674.404
Bitlis	**588.810**
Denizli	514.638
Tokat	512.867

Şekil 4. Tatvan ilçesinde yonca bitkisi hasadı

Bu çalışma ile Bitlis ili ve ilçelerinde yetiştiriciliği yapılan tarla bitkilerinin üretim alanlarının ve verimlerinin tespiti, üretilen ürün miktarı ve bu ürünlerin il ekonomisine nasıl katkı sağlayabileceği, ayrıca yetiştiriciliği yapılan bu ürünlerinin üretim alanlarının ve verimlerinin artırılmasına yönelik önerilerin yapılması çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Şekil 5. Adilcevaz ilçesinde ekimi yapılan şeker pancarı

Bu çalışmada ayrıca TÜİK tarafından istatistiksel verileri yayınlanan tarla bitkileri ürünlerinin üretim alanı ve miktarı bakımından il geneli ve ilçeler bazında en fazla paya sahip olan çeşitler belirlenmeye çalışılmıştır. Bitlis ili tarla bitkileri üretim alanı ve miktarlarındaki değişimler incelenmiş olup, mevcut durumu ve potansiyeli ile tarla bitkileri kapasitesinin arttırılabilmesi için yapılabilecek faaliyetlere yer verilmiştir.

Bitlis İlinde Yetiştiriciliği Yapılan Tarla Bitkilerinde Genel Durum

Çizelge 4. Bitlis ili genelinde tarla bitkilerinin ekilen alanları ve üretim miktarları

Bitkisel ürün	Ekilen alan (da)	Hasat edilen alan (da)	Verim (kg/da)	Üretim miktarı (ton)
Arpa	139.957	139.957	168	23.474
Buğday	279.465	279.465	185	51.800
Çavdar	5.280	5.280	162	855
Çayır otu	73.914	73.914	438	32.351
Fasulye (kuru)	126.980	126.980	328	41.703
Korunga	79.540	79.540	1.134	90.235
Mısır	5.397	5.397	334	1.801
Mısır (slajlık)	1.275	1.275	4.242	5.408
Nohut	2.260	2.260	102	231
Patates	49.075	49.075	5.292	259.713
Şeker pancarı	33.796	31.971	4.712	150.648
Tütün	1.627	1.627	246	401
Yonca	423.948	423.948	1.389	588.810
TOPLAM	**1.222.514**	**1.220.689**	**-**	**1.247.430**

Bitlis ili tarla bitkileri üretimi bakımından geniş bir yelpazeye sahiptir. Yetiştiriciliği yapılan ürünler arasında 588.310 tonluk üretim ile yonca ilk sırada yer almaktadır. 259.713 ton üretim miktarı ile patates ikinci sırada yer alırken, ardından 150.648 ton ile şeker pancarı gelmektedir. 231 tonluk üretim ile nohut, tabloda verilen ürünler arasında yetiştiriciliği en az yapılan ürün konumundadır. Hasat edilen üretim alanları karşılaştırıldığında ise 423.948 da ile yoncanın en fazla, 1.275 da ile silajlık mısırın en az alanda üretildiği görülmektedir. Bitlis il genelinde dekara verim buğdayda 185 kg, arpada 168 kg, çavdarda 162 kg, korungada 1.134 kg, kuru fasulyede 328 kg, slajlık

mısırda 4.242 kg, patateste 5.292 kg, şeker pancarında ise 4.712 kg olarak belirlenmiştir **(Çizelge 4)**.

Adilcevaz İlçesinde Yetiştiriciliği Yapılan Tarla Bitkilerinde Genel Durum

Tarla bitkileri yetiştiriciliğinin geniş alanlarda yapıldığı Adilcevaz ilçesinde 143.700 ton üretim miktarı ile yonca bitkisi ön plana çıkmaktadır. Yonca bitkisi üretim alanı bakımından da ilk sırada yer almakta ve 119.750 da alanda üretimi yapılmaktadır. Yoncayı buğday ve korunga bitkileri takip etmektedir. Adilcevaz ilçesi tarla bitkileri üretim miktarı bakımından toplam 316.282 tonluk ürünle Ahlat ilçesinden sonra ikinci durumdadır. Alan bazında kıyaslandığında en fazla 119.750 da alanla yonca; en az ise 8.445 da alanla şeker pancarı ekilişi gerçekleştirilmiştir. Bitlis ilçeleri içinde yonca (119.750 da) ve korunga (49.750 da) bitkilerinin en fazla yetiştiriciliğinin yapıldığı ilçe Adilcevazdır. Ürünler verim bakımından incelendiğinde ise Adilcevaz şeker pancarında en yüksek verime (5.130 kg) sahip ilçe olmuştur (Çizelge 5).

Çizelge 5. Adilcevaz ilçesinde tarla bitkilerinin ekilen alanları ve üretim miktarları

Bitkisel ürün	Ekilen alan (da)	Hasat edilen alan (da)	Verim (kg/da)	Üretim miktarı (ton)
Arpa	23.100	23.100	88	2.028
Buğday	64.800	64.800	111	7.210
Çayır otu	31.500	31.500	350	11.025
Fasulye (kuru)	23.500	23.500	350	8.230
Korunga	49.500	49.500	1.100	54.450
Patates	9.250	9.250	5.299	49.012
Şeker pancarı	8.445	7.919	5.130	40.627
Yonca	119.750	119.750	1.200	143.700
TOPLAM	**329.845**	**329.319**	**-**	**316.282**

Ahlat İlçesinde Yetiştiriciliği Yapılan Tarla Bitkilerinde Genel Durum

Bitlis'in Van gölüne kıyısı olan ilçelerinden biri olan Ahlat, %33'e yakın bir payla tarla bitkileri üretiminde il genelinde en ön sıradadır. Yaygın olarak sulu tarım yapılan ilçede ön plana çıkan patates üretimi 190.748 tonluk miktarla açık ara ilk sırada yer almakta, verim açısından da 5.299 kg/da ile öne çıkmaktadır. Bitlis il genelinde toplam tarla bitkileri üretiminde olduğu gibi patates üretiminde de en yüksek payı Ahlat ilçesi almaktadır. Çizelgede verilen ürünlerden en düşük üretim miktarına sahip ürün 222 ton ile nohuttur. Bitlis ilçeleri içinde arpa (88.000 da), buğday (140.500 da), kuru fasulye (63.000 da), çayır otu (40.000 da) ve patates (36.000 da) bitkilerinin en fazla yetiştiriciliğinin yapıldığı ilçe Ahlat ilçesidir. Ahlat ilçesi arpa (194 kg), buğday (243 kg) ve çavdar (275 kg) ürünlerinde en yüksek verime sahip ilçe olmuştur. Kuru fasulye ve patates ürünlerinde ise Adilcevaz ve Ahlat ilçeleri verim değerleri yönünden en yüksek verime sahip ilçeler olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Ahlat ilçesinde tarla bitkilerinin ekilen alanları ve üretim miktarları

Bitkisel ürün	Ekilen alan (da)	Hasat edilen alan (da)	Verim (kg/da)	Üretim miktarı (ton)
Arpa	88.000	88.000	194	17.061
Buğday	140.500	140.500	243	34.073
Çavdar	1.750	1.750	275	481
Çayır otu	40.000	40.000	500	20.000
Fasulye (kuru)	63.000	63.000	350	22.060
Korunga	11.500	11.500	1.200	13.800
Nohut	2.150	2.150	103	222
Patates	36.000	36.000	5.299	190.748
Şeker pancarı	10.917	10.412	4.174	43.464
Yonca	48.000	48.000	1300	62.400
TOPLAM	**441.817**	**441.312**	**-**	**404.309**

Güroymak İlçesinde Yetiştiriciliği Yapılan Tarla Bitkilerinde Genel Durum

Bitlis'e bağlı diğer ilçelerle kıyaslandığı zaman tarla bitkileri anlamında geride kalan ilçelerdendir. Güroymak ilçesinde 131.943 tonluk üretimin % 89 kadarlık payını 117.600 tonla yonca ürünü teşkil etmektedir. Yonca bitkisinden sonra en fazla üretime sahip bitki 6.079 ton ile buğday olmuştur. İlçeler verimler bakımından kıyaslandığında yonca bitkisinde en yüksek verim (2.800 kg) Güroymak ilçesinde gerçekleşmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Güroymak ilçesinde tarla bitkilerinin ekilen alanları ve üretim miktarları

Bitkisel ürün	Ekilen alan (da)	Hasat edilen alan (da)	Verim (kg/da)	Üretim miktarı (ton)
Arpa	23.000	23.000	156	3.588
Buğday	41.000	41.000	148	6.079
Çavdar	250	250	116	29
Çayır otu	350	350	331	116
Fasulye (kuru)	2.500	2.500	305	763
Korunga	200	200	900	180
Mısır (slajlık)	700	700	4.200	2.940
Patates	200	200	3.240	648
Yonca	42.000	42.000	2.800	117.600
TOPLAM	**110.200**	**110.200**	**-**	**131.943**

Hizan İlçesinde Yetiştiriciliği Yapılan Tarla Bitkilerinde Genel Durum

Yüzölçümünün %90'ı dağlık arazilerden oluşan Hizan ilçesi tarla bitkileri üretimi bakımından il genelinde toplam 42.701 ton üretim ile en düşük paya sahiptir. Muhtelif tarla bitkileri ekilişi yapılan ilçemizde, öne çıkan 4 kalem tarla bitkisi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. En fazla üretim 29.050 da alanda 31.955 ton üretim ile yonca bitkisinde gerçekleşmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Hizan ilçesinde tarla bitkilerinin ekilen alanları ve üretim miktarları

Bitkisel ürün	**Ekilen alan (da)**	**Hasat edilen alan (da)**	**Verim (kg/da)**	**Üretim miktarı (ton)**
Buğday	3.265	3.265	190	619
Fasulye (kuru)	380	380	255	97
Korunga	10.090	10.090	994	10.030
Yonca	29.050	29.050	1.100	31.955
TOPLAM	**42.785**	**42.785**	**-**	**42.701**

Merkez İlçede Yetiştiriciliği Yapılan Tarla Bitkilerinde Genel Durum

Çizelge 9. Merkez ilçede tarla bitkilerinin ekilen alanları ve üretim miktarları

Bitkisel ürün	**Ekilen alan (da)**	**Hasat edilen alan (da)**	**Verim (kg/da)**	**Üretim miktarı (ton)**
Arpa	500	500	80	40
Buğday	2.100	2.100	91	192
Çayır otu	500	500	300	150
Fasulye (kuru)	1.400	1.400	300	420
Korunga	5.250	5.250	1.500	7.875
Tütün	1.280	1.280	250	320
Yonca	42.800	42.800	1.600	68.480
TOPLAM	**53.830**	**53.830**	**-**	**77.477**

Bitlis merkez verileri incelendiğinde, en fazla ekimi yapılan tarla bitkisinin 42.800 da alanla yonca olduğu, yoncayı 5.250 da alanda korunga bitkisinin takip ettiği görülmektedir. Merkez ilçede ekilişi yapılan ürünlerin hepsinin hasadı gerçekleşmiştir. Bitlis ilinin ilçeleri arasında korunga bitkisinde en yüksek verim (1.500 kg) Merkez ilçede gerçekleşmiştir (Çizelge 9).

Mutki İlçesinde Yetiştiriciliği Yapılan Tarla Bitkilerinde Genel Durum

Mutki ilçesi çok engebeli bir yapıya sahip olup, ilçede tarla bitkilerinin durumu incelendiğinde, en yüksek ekim alanına sahip bitkinin yonca (61.099 da) olduğu görülmektedir. İlçede yonca bitkisi tarla bitkilerinin ekili olduğu alanların büyük bir kısmını oluşturmaktadır. İlçede çizelgede verilen ürünlerden en az yetiştiriciliği yapılan ürün ise kuru fasulyedir. İlçede 200 da alanda 50 ton kuru fasulye üretimi yapılmaktadır (Çizelge 10).

Çizelge 10. Mutki ilçesinde tarla bitkilerinin ekilen alanları ve üretim miktarları

Bitkisel ürün	Ekilen alan (da)	Hasat edilen alan (da)	Verim (kg/da)	Üretim miktarı (ton)
Arpa	1.350	1.350	160	216
Buğday	9.800	9.800	128	1.251
Çayır otu	564	564	550	310
Fasulye (kuru)	200	200	250	50
Mısır	5.297	5.297	328	1.738
Mısır (slajlık)	450	450	4.400	1.980
Tütün	320	320	250	80
Yonca	61.099	61.099	900	54.989
TOPLAM	**79.080**	**79.080**	**-**	**60.614**

Tatvan İlçesinde Yetiştiriciliği Yapılan Tarla Bitkilerinde Genel Durum

Tarihi ve turistik yerlerin yanı sıra ilçede sulu tarımın yaygınlaşmasıyla beraber kuru fasulye, patates ve şeker pancarı gibi ürünlerin üretimi her geçen yıl artmaktadır. İlçede en fazla ekiliş alanına sahip tarla bitkisi yonca olup 81.249 da alanda üretimi yapılmaktadır. Yoncadan sonra en fazla ekimi yapılan ürün 36.000 da ile kuru fasulyedir. Tatvan ilçesinde çizelgede verilen ve en az ekim alanına sahip ürün 1.000 da ile çayır otudur. Bitlis ilçeleri içinde çavdar (3.000 da) ve şeker pancarı (14.382 da) bitkilerinin en fazla

yetiştiriciliğinin yapıldığı ilçe Tatvan ilçesidir. İlçeler verim bakımından kıyaslandığında en yüksek çayır otu verimi 750 kg/da ile Tatvan ilçesinde gerçekleşmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Tatvan ilçesinde tarla bitkilerinin ekilen alanları ve üretim miktarları

Bitkisel ürün	**Ekilen alan (da)**	**Hasat edilen alan (da)**	**Verim (kg/da)**	**Üretim miktarı (ton)**
Arpa	4.000	4.000	135	540
Buğday	18.000	18.000	132	2.376
Çavdar	3.000	3.000	107	322
Çayır otu	1.000	1.000	750	750
Fasulye (kuru)	36.000	36.000	280	10.083
Korunga	3.000	3.000	1.300	3.900
Patates	3.500	3.500	5.397	18.888
Şeker pancarı	14.382	13.588	4.893	66.483
Yonca	81.249	81.249	1.350	109.686
TOPLAM	**164.131**	**163.337**	**-**	**213.028**

Komşu İllerle Karşılaştırma

Bitlis ilinde en fazla üretimi yapılan tarla bitkisi 588.810 da üretim alanı ile yonca bitkisidir. Yonca bitkisinden sonra 259.713 ton üretim ile patates ikinci sırada yer almaktadır. Bitlis iline komşu olan iller incelendiğinde, Arpa üretiminin (93.013 ton) Ağrı ilinde, Buğday üretiminin (199.498 ton) Muş ilinde, Çayır otu üretiminin (354.435 ton) Van ilinde, Kuru fasulye üretiminin (41.703 ton) Bitlis ilinde, Korunga üretiminin (249.462 ton) Van ilinde, Mısır üretiminin (62.314 ton) Batman ilinde, slajlık mısır üretiminin (94.994 ton) Muş ilinde, Nohut üretiminin (1.361 ton) Muş ilinde, patates üretiminin (259.713 ton) Bitlis ilinde, şeker pancarı üretiminin (364.143 ton) Muş ilinde, tütün üretiminin (5.990 ton) Batman ilinde, yonca üretiminin (1.077.623 ton) ise en fazla Muş ilinde gerçekleşmiştir **(Çizelge 12).** Çizelge incelendiğinde, üretim alanı bakımından Muş ili ön plana çıkarken, Bitlis ili kuru fasulye ve

patates bitkilerinde en fazla üretime sahip il olmuştur. Bu veriler ışığında Bitlis ili komşu illerle kıyaslandığında tarla bitkileri bakımından özellikle kuru fasulye ve şeker pancarında yüksek bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

Çizelge 12. Bitlis ili ve komşu illerin tarla bitkileri üretim miktarları

İl Adı	**Ağrı**	**Batman**	**Bitlis**	**Muş**	**Siirt**	**Van**
Arpa	93.013	13.697	23.474	33.069	8.996	28.966
Buğday	125.252	102.423	51.800	199.498	47.812	41.536
Çayır otu	-	-	32.351	-	-	354.435
Fasulye (kuru)	-	-	41.703	2.575	20	1.525
Korunga	150.320	-	90.235	82.964	2.233	249.462
Mısır	-	62.314	1.801	961	16.922	1.752
Mısır (slajlık)	38.687	28.305	5.408	94.994	6.184	34.538
Nohut	1.144	93	231	1.361	113	231
Patates	1.210	-	259.713	4.087	-	7.957
Şeker pancarı	178.962	-	150.648	364.143	-	58.230
Tütün	-	5.990	401	264	500	-
Yonca	341.754	332	588.810	1.077.623	3.271	789.162
TOPLAM	**930.342**	**213.154**	**1.246.575**	**1.861.539**	**86.051**	**1.567.794**

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitlis ili engebeli bir topografyaya sahiptir. Rakımı yüksek ve tarla bitkileri yetiştiriciliğine uygundur. İlin sulu arazileri arttırıldığında tarla bitkileri ekim alanlarında da artışlar sağlanacaktır. Özellikle son yıllarda ilde sulu tarım yapılan alanlarda kuru fasulye, şeker pancarı ve patates üretimi artış göstermiştir. Bitlis ilinde en fazla kuru fasulye üretimi 22.060 ton ile Ahlat ilçesinde, en fazla şeker pancarı üretimi 66.483 ton ile Tatvan ilçesinde, en fazla patates üretimi ise yine 190.748 ton ile Ahlat ilçesinde gerçekleşmiştir. Bu veriler incelendiğinde, Ahlat ve Tatvan ilçesinde sulu tarım yapılan alanların daha fazla olduğu ve bu ilçelerin kuru fasulye, şeker pancarı ve

patates ürünlerinde Bitlis ilinin lokomotifi oldukları görülmektedir. Bu noktada Bitlis ilinde sulu tarım alanlarının artması ve il için önemli tarla bitkileri ürünlerinin yetiştirilmesine yönelik adımlar atılmalıdır. Son yıllarda Bitlis ilinde özellikle kuru fasulye, şeker pancarı ve patates ürünlerinin üretim alanlarının ve sulu tarım alanlarının artmasının en önemli nedenlerinden biri; Bitlis İl Tarım ve Orman Müdürlüğü ile İlçe Tarım ve Orman Müdürlükleri tarafından çiftçilere verilen eğitimlerin etkisi olduğu düşünülmektedir.

2021 yılı TÜİK verilerini kullanarak yapılan bu çalışma ile Bitlis ilinin tarla bitkileri potansiyeli belirlenmiştir. Bitlis ilinde en fazla üretim alanına sahip tarla bitkisi çok yıllık yem bitkilerinden olan yonca bitkisi ilk sırayı almıştır. Yonca bitkisinin ilde 423.948 da alanda üretimi yapılmaktadır. Yonca bitkisini 249.465 da alan ile buğday bitkisi takip etmektedir. Bu noktada Bitlis ilinde hububat ve yem bitkileri ile ilgili eğitimler yaygınlaştırılmalı, üretimin kalitesinin arttırılması sağlanmalıdır.

Bitlis ve ilçelerinde, yetiştiricilik potansiyellerinin artması için uygun tür ve çeşit seçimi ile birlikte başta sertifikalı tohum üretimi yapılarak modern tesislerin kurulması önemlidir.

Bitlis ilinde modern yetiştiricilik yapılabilmesi için gerek üniversiteler gerekse Tarım ve Orman Bakanlığı birimleri tarafından çiftçi eğitim programları ve faaliyetleri düzenlenmeli ve çiftçilerin bu programlara katılımı özendirilmelidir.

Tarla bitkilerinin geliştirilmesi amacıyla çeşit seçimleri ilçeler bazında yapılmalı, en kaliteli ve verimli yetiştiriciliğin olduğu tür hangisi ise o ilçede bu türün yetiştiriciliği yönünde teşvikler sağlanmalıdır. Özellikle çiftçilere sertifikalı tohum kullanımı hakkında bilgilendirmeler yapılmalı, sertifikalı tohum kullanımının sağladığı faydalar belirtilmelidir. Bitlis ilinde sertifikalı

tohum üretimine yönelik projeler yapılmalı, bu sayede başka bölgelerden gelen verimsiz ve isminin doğruluğu bilinmeyen çeşitlerin önüne geçilmelidir.

Türkiye açısından kırsal kalkınmanın temeli, o coğrafyada yaşayan insanların gelirinin arttırılması ve bu gelirin dengeli dağılımının sağlanmasıdır. Bunun gerçekleştirilebilmesi ise Türkiye'nin kırsal kesiminde yaşayan ve tarımda atıl iş gücü konumundakilerin istihdam edilebileceği kırsal sanayiye ağırlık verilmelidir. Bu konuyla ilgili sahada kapasite araştırmaları yapılıp tarla bitkileri yetiştiriciliği yapan üreticilere teşvikler sunulmalıdır. Üreticiler pazarlamaya yönelik devlet desteklerinden faydalandırılabilirler. Çiftçilere özellikle tarla bitkilerinde görülen hastalık ve zararlılarla mücadele konularında eğitim verilmelidir. Yine çiftçilere makine ekipman desteği yanı sıra sulama desteği de sunulmalıdır.

Köylerden ve tarım bölgelerinden kentlere göç engellenmelidir. Kırsal kesimden şehirlere göç, ülkenin ekonomik olarak kalkınmasının önünde engel teşkil etmektedir. Göç nedeniyle tarım işçisi sayısı azalmakta ve zamanla tarım arazileri kaybolmaktadır. Bu nedenle özellikle Bitlis ilinde nüfusun büyük çoğunluğu geçimini tarım ve hayvancılıktan sağlıyor olmasından dolayı köyden kente göçün artmasıyla tarım ve hayvancılık faaliyetleri zarar görecektir.

Üretilerek veya ithal edilerek piyasaya sunulan kimyevi gübreleri kullanan üreticilerin, güvenli ürün kullanmalarının temini ve etkin bir piyasa denetiminin sağlanması hususunda gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Gereksiz gübre kullanımı olduğu gibi, yeterli gübre kullanımından kaçınan üreticiler de mevcuttur. Hayvan gübresi kullanımı açısından da eksiklikler görülmektedir. Gübreler, daha çok dikim öncesi veya dikimle beraber uygulanmaktadır. Özellikle son yıllarda, ekonomik şartlardaki bozulmalar ve ürünün yeterli değerde satılmaması da gübre kullanımını önemli ölçüde

geriletmiştir. Çiftçilere, tekniğine uygun gübre kullanımı konusunda yeterli eğitim ve yayım hizmeti götürülmelidir. Toprak analiz laboratuvarları, bölgelerin özellikleri de dikkate alınarak yurt genelinde yaygınlaştırılmalı, çiftçilerin gübre uygulamalarını toprak analiz sonuçlarına göre yapmaları sağlanmalıdır (Tunçtürk ve ark., 2007).

Bitlis ilinin tarla bitkileri üretimindeki hedefi; yüksek kaliteli ve verimli, pazarlanabilir, hastalık ve zararlılardan ari, zirai ilaç kalıntı limitlerini aşmayan, iç ve dış piyasa ihtiyaçlarını karşılayacak miktarlarda bol, devamlı ve marka olabilecek ürünleri üretmek olmalıdır.

3. KAYNAKÇA

Anonim, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu, *https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr.*, (Erişim Tarihi: 04.11.2022).

Anonim, (2022). *https://bitlis.tarimorman.gov.tr/Menu/17/Ilimiz-Hakkinda-Genel-Bilgiler*. (Erişim Tarihi: 06.11.2022).

Tunçtürk, M., Şahin, K., Eryiğit, T., (2007). Van İli Erciş İlçesinde patates yetiştiriciliğinin durumu üzerine bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (42): 49-54.

CHAPTER 10

RECENT BIOTECHNOLOGICAL IMPROVEMENT FOR DROUGHT STRESS TOLERANCE IN SOYBEAN

Fildaus NYİRAHABİMANA (PhD. Candidate)[1]

Dr. Flavien SHİMİRA[2]

Lecturer Dr. Nurettin BARAN[3]

[1]Department of Biotechnology, Institute of Natural and Applied Sciences, Çukurova University, 01330 Adana, Türkiye, Orcid: 0000-0002-8964-4835, f.nyirahabimana@outlook.com

[2]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Çukurova University, 01330 Adana, Türkiye, Orcid:0000-0003-3382-4068, flavien.shimira@outlook.com

[3]Department of Plant Production and Technologies, Faculty of Applied Sciences, Muş Alparslan University, Muş, Türkiye, Orcıd: 0000-0003-2212-3274, n.baran@alparslan.edu.tr

1. INTRODUCTION

Soybean [Glycine max (L.) Merr.] consists of 20 chromosomal pairs and is the result of at the minimum two rounds of genome-wide duplication or polyploidy events, even though cytogenetically the plant behaves like a diploid and the majority of its loci exhibit disomic inheritance. By adding parental populations that have drought-tolerant features, breeding efforts in soybean have addressed the issue of yields that are water-limited. New generations of adaptable breeding lines have been created by repeated iterations of empirical selection for increased yielding capacity in water-limited field situations. The effect of this selection procedure on potential drought-tolerant characteristics is unknown (Devi et al., 2014). The production of grain legumes is severely constrained by water scarcity, which is especially the case in the arid and semi-arid tropics. The duration and degree of the stress also affect how much yield is lost. Furthermore, the drought affects grain legume productivity at all growth phases, its presence during the reproductive and grain development stages (terminal drought) is more severe and typically leads to a sizable decrease in grain production (Farooq et al., 2017). At all stages, drought stress in grain legumes reduces yield significantly because it impedes stand establishment (germination enzymes are negatively affected), nutrient uptake (water use efficiency decreases), growth (cell division and leaf expansion are disrupted), and yield formation (inhibiting photosynthesis). Figure 1 outlines the primary issues that grain legumes face when under drought stress (Ullah and Farooq, 2022). Soybean as a grain legume is an essential source of protein for people and a premium animal feed that has its origins in China. Given its significance in human nutrition as an excellent source of protein and oil, soybean is one of the most crucial leguminous crops worldwide (Mohamed and Latif, 2017).

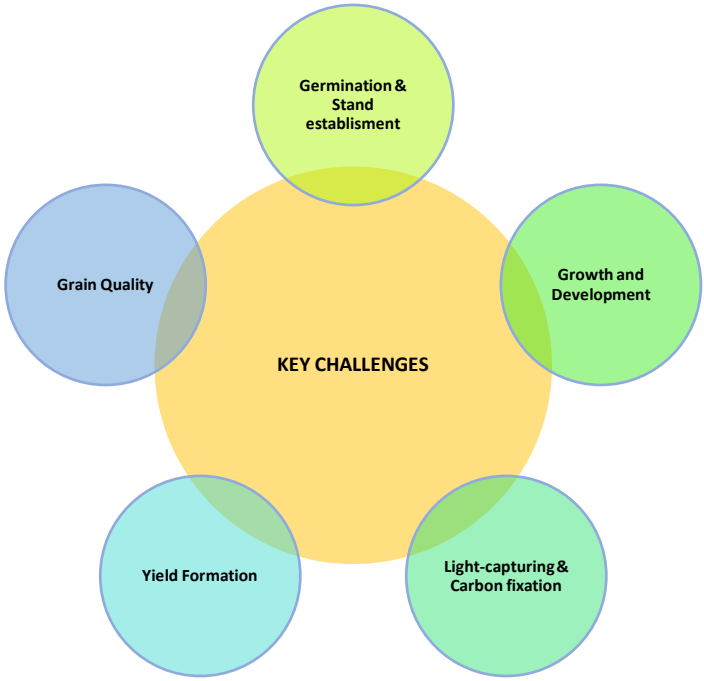


Figure 1: Key challenges associated with drought stress for grain legumes

Soybeans are one of the world's primary sources of vegetable oil and high in protein feed (Pagano and Miransari, 2016). A significant of plant proteins and oils is the economically significant food and oilseed crop known as soybean. It is now necessary for this significant crop to go through a "green revolution" due to the rising demand for soybean output and the quickening advancement of crop breeding technologies (Liu et al., 2020). A crucial crop for agronomy, soybeans need proper irrigation throughout growth to produce a lot of grains. Studies on different soybean cultivars physiological and biochemical adaptation to water scarcity have recently been conducted (Buezo et al., 2019).

2. DROUGHT STRESSES IN SOYBEAN

The most significant environmental factor affecting agricultural yield loss is drought stress, particularly in soybeans because their symbiotic fixation of atmospheric nitrogen (N_2). This crop is susceptible to even little soil water deficiencies. Due to insufficient N_2 being available for the formation of protein, the essential seed product, as a result of soil dryness, yields are reduced (Sinclair et al., 2007). A prominent abiotic stress that has a negative impact on plant growth and crop production is drought. Application of nanoparticles is believed to be one of the most successful and promising attempts for mitigating the effects of drought stress on plants (Linh, et al. 2020a). For crops like soybeans, recent breeding techniques aim to find new types with higher grain yields and better nitrogen and water use efficiency. The biggest environmental barrier to agricultural productivity is a lack of water. One of the principal ways to boost plant productivity in water-scarce conditions is to use water resources more wisely (Sinclair et al., 2008). The past ten years have seen an increase in interest in using phenomic methods to research plant phenotypes in both lab and field settings, especially in relation to improving "omic" approaches. Understanding the genetic control of tolerance requires first dissecting the physiological basis of complicated features like tolerance to drought. With the view to progress plant breeding and enhance the productivity and quality of soybean production, biotechnological improvement strategies for drought stress tolerance in soybean continue to be valuable instruments (Fenta et al., 2014). The implementation of physiological methods for soybean drought tolerance has been shown to play an essential role in the production of soybean crops. The identification of genotypes more well-suited to their environment is necessary for progress in plant development for yield. The metabolic pathways that are impacted by short-term water limitation in soybean plants have been

identified, along with the crucial differences between genotypes that are drought tolerant and sensitive in soybean physiological responses (Bhatia et al., 2014).

3. *IN VITRO* DROUGHT TOLERANCE IN SOYBEAN

Previous studies stated that drought conditions were demonstrated to affect both with mycorrhizae non-inoculated and inoculated plants, and the meaningful role of the symbiont regarding the tolerance to drought stress was evidently demonstrated. And the greatest plant height has been obtained with water stress (Rathod et al., 2011). The use of cell suspension culture has been developed in field crops, including the soybean crop. Research has been done on somaclonal variation as a foundation of extra variability for soybean drought. The cotyledon explants have been subjected to various concentrations of polyethylene glycol, calli, cell clumps, and embryooids emerged from immature and mature embryonic axes (PEG 6000) (Mishra et al., 2021a). In the previous study, the drought-induced modifications in growth, osmotic potential, and *in vitro* regeneration of soybean varieties were analyzed. The results have revealed distinct differences in regeneration capacity and callogenesis in soybean. Furthermore, adding polyethylene glycol (PEG) in MS medium reduced the water potential of medium. The calli development and *in vitro* plant regeneration capacity of soybean varieties were negatively affected by water reduction in media (Sakthivelu et al., 2008). Based on *in vitro* methods, the selection of four different soybean genotypes using PEG for drought tolerance has been performed, and somaclonal variants for drought tolerance in soybean have been observed. It has been stated that the use of PEG concentrations has an effect on the number of embryonic calli in various soybean genotypes (Saepudin et al., 2017). In addition, Mishra et al., (2021) have carried out a study focused on the changes of antioxidant

enzymes and various biochemical compound activities that play a pivotal part in drought stress for soybean crops. The study reported that, compared with soybean tolerant genotypes, a decrease in the chlorophyll component was found in susceptible soybeans. The evaluation of the yield potential of 19 somaclonal variants of soybean in drought stress conditions by *in vitro* selection has been examined. That trait indicated a significant variation across different genotypes. It has been shown that the treatment for drought stress has no effect on the yield potential of some varieties (Widoretno et al., 2012).

4. GENE RELATED TO DROUGHT STRESS TOLERANCE IN SOYBEAN CROP

Important drought sensors include root nodules and the roots altogether. The symbiotic relationship between rhizobia and soybeans makes it easier to fix atmospheric nitrogen, which is necessary for plant growth and development. Gaining a better understanding of the regulation of root architecture in relation to drought tolerance in soybean necessitates direct screening of root and nodule traits in the field as well as the identification of genes, proteins, and also metabolites involved in such traits (Kunert et al., 2016). The regulation of many genes whose expression is driven by drought stress is a crucial component of drought tolerance. The majority of the information that reveals the molecular background of drought tolerance is based on quantitative trait loci (QTL) analyses and segregation mapping (Ali et al., 2017). Furthermore, the genome editing's basic principles provided the quick ability to understand the production of mutant alleles in superior soybeans cultivars. The improvement of soybean genotypes drought tolerance was made possible by molecular mechanisms. For instance, drought stimulated the production of four GmLHYs, and its mutants showed dramatically increased drought tolerance in soybean. According to profile of transcriptome, the GmLHYs

control ABA signalling pathways to react to drought tolerance (Wang et al., 2021). The summary of soybean genes associated with drought stress tolerance is presented in (Table 1).

Table 1. Gene related to drought stress tolerance in soybean crop

Species	Objectives	Gene related	Results	References
Soybean (*Glycine max* L.)	Water deficit priming developed the soybean drought tolerance	GmLHYs gene, CCA1/LHY Orthologues gene	Abscisic acid (ABA) signaling pathway	Wang et al., 2021
	Determination of GmMYB14 overexpression effect on soybean yield and drought tolerance via the regulation of brassinosteroid pathway	GmMYB14	Regulating plant architecture mediated for high-density yield of soybean and drought tolerance	Chen et al., 2021
	To improve drought tolerance of soybean drought stress through priming	LEA (Glyma.19G147200) PP2C (Glyma.14G195200), NAC (Glyma.06G248900), and MYB (Glyma.05G234600), genes	Selected encoded genes factors based on drought tolerance development have demonstrated to be highly influenced in primed plants	Sintaha et al., 2022
	Development of soybean drought resistance using physiological and molecular approaches	NCED3 gene	The biosynthesis of ABA induced dehydration via molecular mechanisms of dynamic etabolic networks	Manavalan et al., 2009
	Analysis of zinc oxide nanoparticles (NPs), copper, iron, and cobalt responses in soybean under drought-induced conditions	GmERD1	The 3 drought responsive genes expression have increased in all plant treated by NP	Linh et al., 2020b

	Overexpression of the "GmDREB2" gene increases proline accumulation and tolerance to drought tress in soybean plants	GmDREB2	The overexpressed GmDREB2 raised the P5CS transcription level and proline accumulation	Pham et al., 2020
	Analysis of genetically altered soybean under drought field condition	TF AtDREB1A gene	Survival gene after severe water shortage i.e drought stress	Fuganti-Pagliarini et al., 2017
	Identification of genes, metabolites, promoters, and proteins associated with water stress responses	Transcription factors (bHLH, ERF, WRKY, MYB, and NAC; JMT, LOX1, and ABA1 genes	Receptor-like kinases, transcriptional factors, Ca^{2+} signaling pathways and JMT, LOX1, and ABA1 genes were identified	Tripathi et al., 2016
	Genome-wide determination of gene family such as GmAP2/ERF144 gene functional and AP2/ERF analysis for drought		Candidate genes like Glyma20g22311, Glyma19g33750, and Glyma19g34210 were associated with a stress response	Wang et al., 2022

5. CONCLUSIONS AND FUTURE PERSPECTIVES

In many soybean-producing locations, water shortage is the main stressful environmental factor which results in financial and production losses. Transcriptional factors and gene related to drought stress have been employed to create the genetically modified plants that are more resilient to abiotic stressors. Biotechnological improvement techniques of drought stress tolerance in soybeans remain valuable tools for advanced plant breeding. In

the same way, genes have been effectively used to enhance vegetable crops, mostly focused on improved tolerance to biotic and abiotic stress, high nutrition content, increased crop yield, minimizing new cultivar production time, and better pre- and post-harvest features. Biotechnological techniques, such as genome editing techniques, can be used to introduce mutations of traits of interest into the plant genome. Furthermore, the demand for soybeans on the global market has resulted in the implementation of cutting-edge genomic and biotechnological techniques such functional genomics, marker assisted breeding, genetic engineering, and marker-assisted selection to accelerate the soybean breeding program.

6. REFERENCES

Ali, F., Bano, A., Fazal, A. (2017). Recent methods of drought stress tolerance in plants. Plant Growth Regulation, 82(3), 363-375.

Bhatia, V. S., Jumrani, K. A. N. C. H. A. N., & Pandey, G. P. (2014). Developing drought tolerance in soybean using physiological approaches. Soybean Res, 12(1), 1-19.

Buezo, J., Sanz-Saez, Á., Moran, J. F., Soba, D., Aranjuelo, I., & Esteban, R. (2019). Drought tolerance response of high-yielding soybean varieties to mild drought: physiological and photochemical adjustments. Physiologia plantarum, 166(1), 88-104.

Chen, L., Yang, H., Fang, Y., Guo, W., Chen, H., Zhang, X., Dai, W., Chen, S., Hao, Q., Yuan, S., Zhang, C. (2021). Overexpression of GmMYB14 improves high-density yield and drought tolerance of soybean through regulating plant architecture mediated by the brassinosteroid pathway. Plant biotechnology journal, 19(4), 702-716.

Devi, J. M., Sinclair, T. R., Chen, P., & Carter, T. E. (2014). Evaluation of elite southern maturity soybean breeding lines for drought-tolerant traits. Agronomy Journal, 106(6), 1947-1954.

Farooq, M., Gogoi, N., Barthakur, S., Baroowa, B., Bharadwaj, N., Alghamdi, S. S., & Siddique, K. H. (2017). Drought stress in grain legumes during reproduction and grain filling. Journal of Agronomy and Crop Science, 203(2), 81-102.

Fenta, B. A., Beebe, S. E., Kunert, K. J., Burridge, J. D., Barlow, K. M., Lynch, J. P., & Foyer, C. H. (2014). Field phenotyping of soybean roots for drought stress tolerance. Agronomy, 4(3), 418-435.

Fuganti-Pagliarini, R., Ferreira, L.C., Rodrigues, F.A., Molinari, H.B., Marin, S.R., Molinari, M.D., Marcolino-Gomes, J., Mertz-Henning, L.M., Farias, J.R., De Oliveira, M.C., Neumaier, N. (2017). Characterization of soybean genetically modified for drought tolerance in field conditions. Frontiers in plant science, 8, 448.

Kunert, K. J., Vorster, B. J., Fenta, B. A., Kibido, T., Dionisio, G., Foyer, C. H. (2016). Drought stress responses in soybean roots and nodules. Frontiers in plant science, 7, 1015.

Linh, T. M., Mai, N. C., Hoe, P. T., Lien, L. Q., Ban, N. K., Hien, L. T. T., Van, N. T. (2020a). Metal-based nanoparticles enhance drought tolerance in soybean. Journal of Nanomaterials.

Linh, T.M., Mai, N.C., Hoe, P.T., Lien, L.Q., Ban, N.K., Hien, L.T.T., Chau, N.H. and Van, N.T. (2020b). Metal-based nanoparticles enhance drought tolerance in soybean. Journal of Nanomaterials.

Liu, S., Zhang, M., Feng, F., Tian, Z. (2020). Toward a "green revolution" for soybean. Molecular plant, 13(5), 688-697.

Manavalan, L. P., Guttikonda, S. K., Phan Tran, L. S., Nguyen, H. T. (2009). Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soybean. Plant and cell physiology, 50(7), 1260-1276.

Mishra, N., Tripathi, M. K., Tiwari, S., Tripathi, N., Sapre, S., Ahuja, A., & Tiwari, S. (2021a). Cell suspension culture and in vitro screening for drought tolerance in soybean using poly-ethylene glycol. Plants, 10(3), 517.

Mishra, N., Tripathi, M. K., Tripathi, N., Tiwari, S., Gupta, N., Sharma, A., & Shrivastav, M. K. (2021b). Changes in biochemical and antioxidant enzymes activities play significant role in drought tolerance in soybean. International Journal of Agricultural Technology. 2021b, 17(4), 1425-1446.

Mohamed, H. I. and Latif, H. H. (2017). Improvement of drought tolerance of soybean plants by using methyl jasmonate. Physiology and Molecular Biology of Plants, 23(3), 545-556.

Pagano, M. C. and Miransari, M. (2016). The importance of soybean production worldwide. In Abiotic and biotic stresses in soybean production (pp. 1-26). Academic Press.

Pham, T. T. N., Nguyen, H. Q., Nguyen, T. N. L., Dao, X. T., Sy, D. T., Van Son, L., Hoang Mau, C. (2020). Overexpression of the'GmDREB2'gene increases proline accumulation and tolerance to drought stress in soybean plants. Australian Journal of Crop Science, 14(3), 495-503.

Rathod, D. P., Brestic, M., & Shao, H. B. (2011). Chlorophyll a fluorescence determines the drought resistance capabilities in two varieties of mycorrhized and non-mycorrhized Glycine max Linn. African Journal of Microbiology Research, 5(24), 4197-4206.

Saepudin, A., Khumaida, N., Sopandie, D., Ardie, S. W. (2017). In vitro selection of four soybean genotypes using PEG for drought tolerance. Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy), 45(1), 14-22.

Sakthivelu, G., Devi, M. A., Giridhar, P., Rajasekaran, T., Ravishankar, G. A., Nedev, T., Kosturkova, G. (2008). Drought-induced alterations in growth, osmotic potential and in vitro regeneration of soybean cultivars. General and Applied Plant Physiology, 34(1-2), 103-112.

Sinclair, T. R., Purcell, L. C., King, C. A., Sneller, C. H., Chen, P., Vadez, V. (2007). Drought tolerance and yield increase of soybean resulting from improved symbiotic N2 fixation. Field crops research, 101(1), 68-71.

Sinclair, T. R., Zwieniecki, M. A., & Holbrook, N. M. (2008). Low leaf hydraulic conductance associated with drought tolerance in soybean. Physiologia Plantarum, 132(4), 446-451.

Sintaha, M., Man, C. K., Yung, W. S., Duan, S., Li, M. W., Lam, H. M. (2022). Drought Stress Priming Improved the Drought Tolerance of Soybean. Plants, 11(21), 2954.

Tripathi, P., Rabara, R.C., Reese, R.N., Miller, M.A., Rohila, J.S., Subramanian, S., Shen, Q.J., Morandi, D., Bücking, H., Shulaev, V. and Rushton, P.J. (2016). A toolbox of genes, proteins, metabolites and promoters for improving drought tolerance in soybean includes the metabolite coumestrol and stomatal development genes. Bmc Genomics, 17(1), 1-2.

Ullah, A. and Farooq, M. (2022). The challenge of drought stress for grain legumes and options for improvement. Archives of Agronomy and Soil Science, 68(11), 1601-1618.

Wang, K., Bu, T., Cheng, Q., Dong, L., Su, T., Chen, Z., Kong, F., Gong, Z., Liu, B. and Li, M. (2021). Two homologous LHY pairs negatively control soybean

drought tolerance by repressing the abscisic acid responses. New Phytologist, 229(5), 2660-2675.

Wang, H., Ni, D., Shen, J., Deng, S., Xuan, H., Wang, C., Xu, J., Zhou, L., Guo, N., Zhao, J. and Xing, H. (2022). Genome-Wide identification of the AP2/ERF gene family and functional analysis of GmAP2/ERF144 for drought tolerance in soybean. Frontiers in Plant Science, 13.

Widoretno, W., Arumingtyas, E. L., Basuki, N., & Soegianto, A. (2012). Drought resistant selection on soybean somaclonal variants. AGRIVITA, Journal of Agricultural Science, 34(1), 22-27.

ISBN: 978-625-8246-53-7