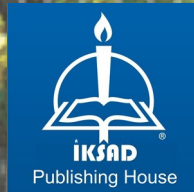




ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİ ALANINDA AKADEMİK ÇALIŞMALAR III

EDİTÖRLER
Doç. Dr. Abdullah EREN
Dr. Öğr. Üyesi Dilek ŞENTÜRK DEMİREL



ZİRAAT, ORMAN VE SU ÜRÜNLERİ ALANINDA AKADEMİK ÇALIŞMALAR III

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Abdullah EREN

Dr. Öğr. Üyesi Dilek ŞENTÜRK DEMİREL

YAZARLAR

Prof. Dr. Adem ÖZARSLANDAN

Prof. Dr. Fisun Gürsel ÇELİKEL

Prof. Dr. Muhammet DÖNMEZ

Doç. Dr. Ali Rahmi KAYA

Doç. Dr. Asuman KAPLAN EVLİCE

Doç. Dr. Aysel GULBANDILAR

Doç. Dr. Aytekin EKİNCİALP

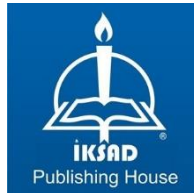
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÜSTÜNDAĞ

Dr. Gözde NOGAY

Arş. Gör. Zeliha AYSABAR

Sıdıka Nur KIYAK

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14260228>



Copyright © 2024 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)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2024©

ISBN: 978-625-367-968-2

Cover Design: İbrahim KAYA

December / 2024

Ankara / Türkiye

Size: 16x24cm

İÇNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1

BUĞDAYDA YAPAY ZEKÂ KULLANIMI ÜZERİNE BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ

Doç. Dr. Asuman KAPLAN EVLİCE.....3

BÖLÜM 2

MERSİN MUT İLÇESİNDE KALİTELİ KAYISI ÜRETİM STRATEJİLERİ

Dr. Gözde NOGAY

Prof. Dr. Adem ÖZARSLANDAN.....23

BÖLÜM 3

TÜRKİYE VE DEPREM YAŞANAN 11 İLDE 6 ŞUBAT DEPREMİ VE ÖNCESİ SOYA FASULYESİ ÜRETİM VE TİCARETİNDEKİ DEĞİŞİMLER

Doç. Dr. Ali Rahmi KAYA

Arş. Gör. Zeliha AYSABAR.....37

BÖLÜM 4

6 ŞUBAT DEPREMİ VE ÖNCESİ TÜRKİYE VE DEPREM YAŞANAN 11 İLDE PAMUK ÜRETİM VE TİCARETİNDEKİ DEĞİŞİMLER

Doç. Dr. Ali Rahmi KAYA

Arş. Gör. Zeliha AYSABAR.....59

BÖLÜM 5

BAHÇE BİTKİLERİ ÜRÜNLERİNİN (MEYVE, SEBZE VE KESME ÇİÇEK) SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE DOSTU HASAT SONRASI TEKNOLOJİLERİ

Prof. Dr. Fisun Gürsel ÇELİKEL.....81

BÖLÜM 6

FARKLI ORGANİK VE KİMYASAL GÜBRE KOMBİNASYONLARI İLE YETİŞTİRİLEN HİBRİD DOLMALIK BİBER (*Capsicum annuum* L.) ÇEŞİDİNE AİT KALİTE ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Doç. Dr. Aytekin EKİNCİALP.....97

BÖLÜM 7

BALIKLARDA BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ VE BAKTERİYOFAJLARIN BAĞIŞIKLIK SİSTEMİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÜSTÜNDAĞ.....113

CHAPTER 8

COMPARISON OF THE PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF THE GEDIZTARHANA PRODUCED BY ADDING HACKBERRY (*Celtis Australis* L)

Sıdıka Nur KIYAK

Prof. Dr. Muhammet DÖNMEZ

Assoc. Prof. Dr. Aysel GULBANDILAR.....133

ÖNSÖZ

Bilim, insanlığın gelişiminde en temel gücü oluşturmuş ve her geçen gün daha fazla alanda yol gösterici olmuştur. Tarım, orman ve su ürünleri gibi doğal kaynakları doğru ve sürdürülebilir bir şekilde kullanmak, hem çevremizin korunması hem de insanların yaşam kalitesinin artırılması açısından son derece önemlidir. Bu bağlamda, bu kitabın amacı, ziraat, orman ve su ürünleri alanlarındaki güncel bilimsel araştırmaları ve yenilikçi yaklaşımları bir araya getirmektir. Alanında uzman akademisyenlerin ve araştırmacıların katkılarıyla, ziraat mühendisliği, ormancılık, su ürünleri ve çevre bilimleri gibi disiplinlerdeki en son bulguları okuyucularla buluşturmayı hedeflemektedir. Kitapta yer alan çalışmalar, hem teorik hem de uygulamalı açıdan önemli bilgiler sunarak, bu alanlarda yapılan araştırmaların geniş bir perspektiften ele alınmasına olanak tanımaktadır. Ziraat, orman ve su ürünleri alanında yapılacak olan her yeni araştırma, bu alanların daha verimli, daha sürdürülebilir ve daha sağlıklı hale gelmesine katkı sağlayacaktır.

Ziraat, orman ve su ürünleri alanlarında çalışan akademisyenlere, araştırmacılara ve öğrencilere ilham vermesini ve gelecekteki araştırmalara ışık tutmasını temenni ediyorum. Bu önemli çalışmanın yayımlanmasında emeği geçen herkese teşekkür eder, kitabın okuyucuları için faydalı ve yol gösterici olmasını dilerim.

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Abdullah EREN¹

Dr. Öğr. Üyesi Dilek ŞENTÜRK DEMİREL²

¹ Mardin Artuklu University, Kızıltepe Vocational School, Department of Organic Agriculture, Mardin-Türkiye Email: abdullaheren@artuklu.edu.tr (ORCID: 0000-0003-1187-7978)

² Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Diyarbakır Email: senturk@dicle.edu.tr (Orcid: 0000-0003-4142-2632)

BÖLÜM 1

BUĞDAYDA YAPAY ZEKÂ KULLANIMI ÜZERİNE BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ

Doç. Dr. Asuman KAPLAN EVLİCE ¹

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sivas, Türkiye
E-mail: asuman.kaplanevlice@sivas.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-0344-6767

GİRİŞ

Buğday, geniş adaptasyon kabiliyeti, yetiştirilmesindeki kolaylık, ekonomik olarak depolanabilir ve taşınabilir olması, besin değerinin yüksek olması yanında toplumların beslenme alışkanlıkları nedenleriyle ülkemizde olduğu gibi birçok ülkede de önemli bir yere sahiptir (Okur, 2017).

Buğdayın kökeni, Türkiye, Irak, İran, Suriye, Lübnan, Filistin ve İsrail'in bazı bölgelerini kapsayan ve "Bereketli Hilal" olarak adlandırılan bölgedir (Özberk ve ark., 2016). Arkeo-botanik çalışmalar, buğday tarımının ilk kez MÖ 10.000-8.000 yılları arasında Türkiye'nin güneyindeki Şanlıurfa Göbekli Tepe'de yapıldığını ortaya koymaktadır (Dietrich ve ark., 2012). Tarih boyunca buğday, yalnızca temel bir gıda olarak kalmamış, insan hayatını sosyal, ekonomik, kültürel açılardan etkilerken, insan da buğdayın evrim sürecini etkilemiştir (Perez-Perez ve ark., 2024).

Günümüzde en yaygın olarak yetiştirilen tür, hekzaploid bir buğday olan ekmeklik buğdaydır (*Triticum aestivum* L.). Ekmeklik buğdaydan sonra ikinci sırada ise tetraploid bir tür olan makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) gelmektedir (de Sousa ve ark., 2021). Son yıllarda bu ekmeklik ve makarnalık buğdaylar dışında kavuzlu buğdaylara olan ilgi de artmaktadır (Frakolaki ve ark., 2018). 2022-2023 üretim sezonunda dünya buğday üretimi 808 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Özellikle bu buğdayın 138 milyon tonu Çin'de, 108 milyon tonu Hindistan'da, 104 milyon tonu ise Rusya'da üretilmiştir (Perez-Perez ve ark., 2024).

Buğday, ekmek, makarna, erişte, bulgur ve diğer çeşitli gıda maddelerinin temel bileşeni olup, dünya nüfusun büyük bir bölümü enerji ve beslenme gereksinimini buğdaydan karşılamaktadır. Buğdaydan elde edilen kişi başına günlük enerji miktarı 450-500 kcal civarındadır (Dixon ve ark., 2009). Yıllık kişi başına düşen buğday tüketimi Doğu ve Güney Afrika ülkelerinde yaklaşık olarak 27 kg iken, Orta Asya'da 170 kg civarındadır (Shiferaw ve ark., 2013). Asya'da durum oldukça dikkat çekicidir; özellikle Çin ve Hindistan gibi ülkeler dünya buğdayının her biri yaklaşık %18'lik kısmını tüketmektedir (RaboResearch, 2017).

Bilgisayar biliminin bir alanı olan yapay zekâ (Artificial Intelligence, AI), zeki insan davranışlarını taklit etmek amacıyla geliştirilmiş bilgisayar programları veya algoritmalarından oluşan bir sistem olarak tanımlanır. Günümüzde tarlada buğday ekiminden hasada, değirmende öğütülmesinden

son ürün işlemlerine olan süreçte karşılaşılabilecek sorunların çözümünde yapay zekâ kullanımına yönelik bilimsel ve endüstriyel uygulamaların sayısı giderek artmaktadır (Uzel, 2024).

Son dönemlerde veri bilimi, yapay zekâ tabanlı programlar, çeşitli makine öğrenimi algoritmalarının kullanımı ve açık erişim kaynakların yaygınlaşmasıyla birlikte bilgiye erişim her geçen gün daha da kolaylaşmaktadır (Dirik ve ark., 2024). Günümüzde bilimsel araştırmaların sayısal, içeriksel ve etkisel açıdan incelenmesi, araştırma alanındaki eğilimleri ve eksiklikleri belirlemeye yönelik bibliyometrik analizlerin kullanılması giderek daha önemli hale gelmiştir (Velez-Estevez ve ark., 2023). Son yıllarda istatistik ve görselleştirmeyi birleştiren farklı bibliyometrik yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlardan biri, bibliyografik veri tabanlarında bulunan büyük miktarda ve karmaşık bilgi alanları hakkında bilgi sunan bibliyometrik analizlerdir (Tekin ve Akar, 2024). Bibliyometrik analizler, özellikle belirli bir araştırma alanında yayınlanan makalelerin dağılımı, kaynaklar, atıflar ve iş birlikleri gibi göstergeleri inceleyerek, o alanın bilimsel gelişimini ortaya koymaktadır (Donthu et al., 2021). Bu çalışmada, buğdayda yapay zekâ konusunda yapılan araştırmalar, Biblioshiny programı kullanılarak bibliyometrik olarak analiz edilmiştir.

BUĞDAY ÜRETİMİ VE TİCARETİ

Buğday, dünyada temel gıda olarak önemini korumakta olup, ekme ve makarnanın gibi buğday bazlı gıdalar, özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerji ihtiyacının büyük bir kısmını karşılamaktadır. Bu nedenle, buğdayın dünya genelinde üretimi ve ticareti büyük önem taşımaktadır. Dünya buğday üretim ve ticaretine ait veriler 2018-2023 yılları için Şekil 2’de verilmiştir. 2021-2022 üretim sezonunda dünya buğday üretimi 781 milyon ton, buğday ticareti ise 197 milyon ton olmuştur (TMO, 2023). Dünya makarnalık buğday üretimi ise 2021-2022 yılında 40,7 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2023).

MATERYAL VE METOT

Bu araştırma kapsamındaki veriler, ilk olarak WOS (Web of Science) veri tabanına girilerek çalışmaların başlığında veya anahtar kelimelerinde (“artificial intelligence” OR “CHATGPT” OR “machine learning” OR “AI” OR “generative AI” OR “natural language processing” OR “NLP” OR “digital” OR “image processing”) ve (“wheat”) anahtar kelimeleri kullanılarak, bu

ifadeleri birlikte içeren çalışmalar 15.11.2024 tarihi itibarıyla araştırılmıştır. Bu arama sonucunda 368 farklı araştırma makalesine ulaşılmıştır.

Elde edilen meta veriler BibTeX formatında dışa aktarılmış ve ardından R yazılımında Bibliometrix paketi Biblioshiny grafik arayüzü kullanılarak işlenmiştir (Aria ve Cuccurullo, 2017).

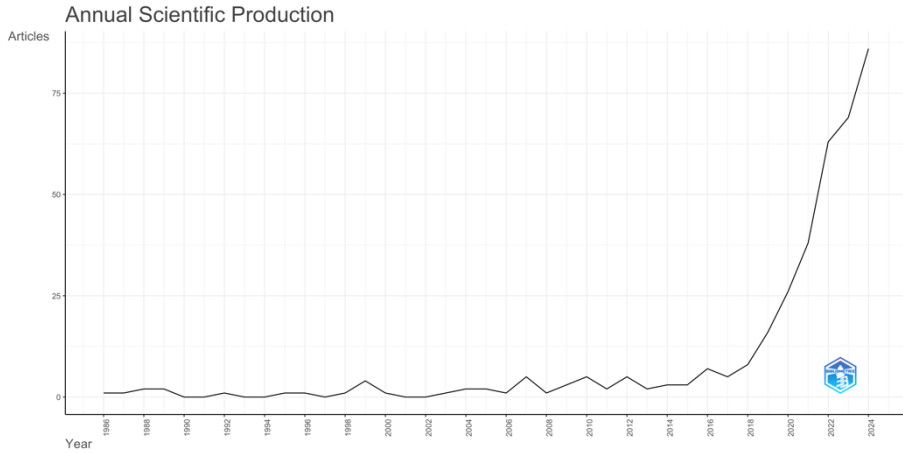
BULGULAR VE TARTIŞMA

Konu taraması sonucunda WoS veritabanından elde edilen makalelere yapılan tanımlayıcı analiz sonucunda belirlenen koleksiyona ait temel bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Koleksiyona ait tanımlayıcı analiz

Veriler Hakkında Ana Bilgiler	
Zaman Aralığı	1986 : 2024
Kaynaklar (Dergi, Kitap vb.)	148
Makale Sayısı	368
Yıllık Büyüme Oranı (%)	12,44
Belgelerin Ortalama Yaşı	4,31
Atıf Sayısı	7.093
Belge Başına Ortalama Atıf	19,27
Referans Sayısı	14.835
Yazarlar	
Yazar	1.653
Tek Yazarlı Belge	5
Belge Başına Ortak Yazar	6,25
Uluslararası Ortak Yazarlıklar (%)	30,16

Web of Science veri tabanında bibliyometrik analizi sonucunda toplamda 368 adet araştırma makalesi elde edilmiştir (Tablo 1). Konuyla ilgili ilk çalışmalar 1986 yılında başlamıştır. Bu yıldan 2017 yılına kadar inişli çıkışlı bir makale üretim süreci olmuş, 2018 yılı ve sonrasında ise her yıl artan bir makale üretimi gerçekleşmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Buğdayda yapay zekâ ile ilgili olarak yapılan çalışmaların yıllık değişimi

Bu konuda yapılan çalışmaların yıllık büyüme oranı %12,44 olup, belgelerin ortalama yaşı ise 4,31’dir (Tablo 1).

Yapılan bibliyometrik analiz sonucunda en sık kullanılan anahtar kelimeler de belirlenmiştir. Analiz sonucunda yazarlar tarafından yayınlarda en sık kullanılan ilk altı kelimenin “vegetation indexes”, “yield”, “classification”, “regression”, “prediction” ve “reflectance” olduğu ortaya konulmuştur. Konu ile ilgili olan 25 anahtar kelime (Keywords Plus) Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. En sık kullanılan 25 anahtar kelime ve yayınlarda bulunma sayıları

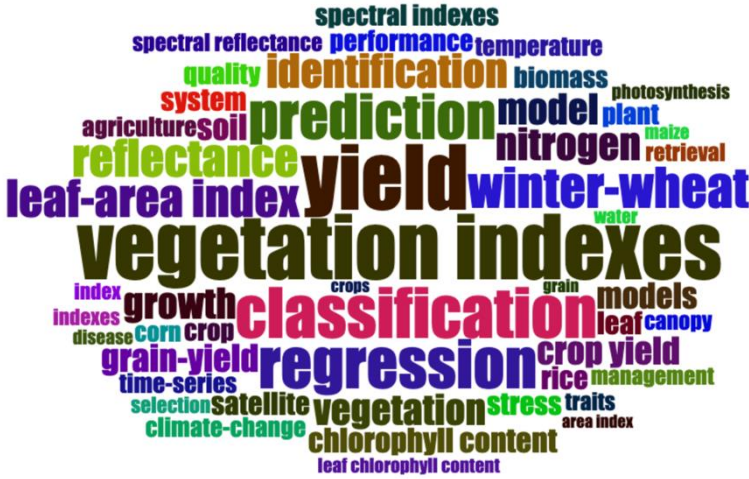
Keywords Plus	Anahtar Kelimeler	Yazılma Sayısı
vegetation indexes	bitki örtüsü indeksleri	40
yield	verim	40
classification	sınıflandırma	31
regression	regresyon	30
prediction	tahmin	28
winter-wheat	kışlık buğday	25
leaf-area index	yaprak alanı indeksi	23
reflectance	yansıma	23
identification	tanımlama	21
nitrogen	azot	20
growth	büyüme	19
model	model	19
vegetation	bitki örtüsü	19

crop yield	ürün verimi	17
grain-yield	tane verimi	17
models	modeller	16
soil	toprak	16
chlorophyll content	klorofil içeriği	15
leaf	yaprak	14
satellite	uydu	14
stress	stres	14
system	sistem	14
biomass	biyokütle	13
crop	ürün	13
performance	performans	13

Bibliyometrik analiz sonucunda yayınlarda geçen anahtar kelimeler tree-map şeklinde Şekil 2’de verilmiştir. Buna göre en sık kullanılan anahtar kelime olan “vegetation indexes” kelimesi %5 oranında temsil edilirken, ilk 25 anahtar kelime içerisinde en son sırada yer alan “performance” anahtar kelimesi ise %2 oranında temsil edilmiştir (Şekil 2, 3).



Şekil 2. Yayınlarda en çok rastlanan anahtar kelimelerin tree-map analizine ait görsel



Şekil 3. Yayınlarda en çok rastlanan anahtar kelimelerin word-cloud şeklindeki görseli

Buğdayda yapay zekâ ile ilgili olarak yapılan araştırma makalelerinin yayımlandığı dergilere bakıldığında, bu 368 araştırma makalesinin WoS veri tabanında taranan 148 farklı dergide yayımlandığı (Tablo 1), bu dergilerden 88 tanesinde sadece bir makale yayınlanırken, 60 dergide ise iki veya daha fazla makale yayımlandığı belirlenmiştir.

En fazla makalenin yayımlandığı dergi 30 makale ile Remote Sensing olurken, bunu Computers and Electronics in Agriculture (28), Agriculture-Basel (18), Frontiers in Plant Science (17), Agronomy-Basel (14) ve diğer dergiler takip etmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Buğdayda yapay zekâ ile ilgili makalelerin yayımlandığı önemli dergiler

Kaynak	Makale Sayısı
Remote Sensing	30
Computers and Electronics in Agriculture	28
Agriculture-Basel	18

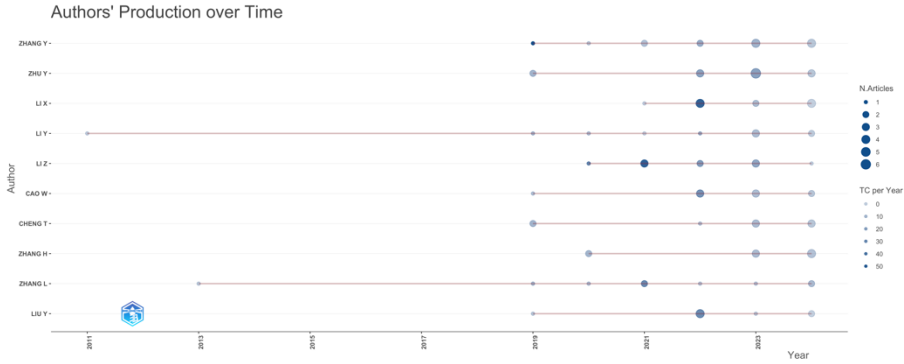
Frontiers in Plant Science	17
Agronomy-Basel	14
European Journal of Agronomy	12
Agricultural and Forest Meteorology	9
Journal of Cereal Science	8
Plants-Basel	8
Precision Agriculture	8
Diğer Dergiler	152
Toplam	368

Bu çalışmaya konu olan makaleler incelendiğinde, ilk makalenin yayınlandığı 1986 yılından bu yana 5 tanesi tek isimli makale olmak üzere toplam 368 makalede 1.653 yazarın yer aldığı çalışma yayınlanmıştır. Makale başı yazar sayısı 6,25 olup, uluslararası iş birliği yapılan ortak yazarlı makale oranı %30,16 olmuştur (Tablo 1).

Konuyla ilgili en fazla makalesi bulunan yazarların ismi ve makale sayısı Tablo 4'te, bu çalışmalarının yıllara göre dağılımı ise Şekil 4'te verilmiştir. En fazla yayın 14 makale ile Zhang, Y. ve Zhu, Y. tarafından yapılırken, bunu Li, X. (11), Li, Y. (10), Li, Z. (10), Cao, W. (9), Cheng, T. (9), Zhang, H. (9), Zhang, L. (9) ve diğerleri izlemiştir.

Tablo 4. Buğdayda yapay zekâ ile ilgili en fazla çalışması bulunan yazarlar

Yazar	Makale Sayısı	Yazar	Makale Sayısı
Zhang Y	14	Li S	7
Zhu Y	14	Yao X	7
Li X	11	Zhang X	7
Li Y	10	Cao Q	6
Li Z	10	Chen J	6
Cao W	9	Cheng Q	6
Cheng T	9	Fei S	6
Zhang H	9	He L	6
Zhang L	9	Li	6
Liu Y	8	Li L	6
Tian Y	8	Liu J	6
Wang J	8	Wang H	6
Wang Y	8	Yang G	6
Zhang Z	8	Zhang J	6
Chen Z	7	Ali A	5



Şekil 4. Yazarların buğdayda yapay zekâ ile ilgili çalışmalarının zaman içindeki üretimi

Bu 368 araştırma makalesi küresel olarak toplamda 7.093 atıf almış olup, makale başına ortalama atıf sayısı ise 19,27'dir (Tablo 1). Buğdayda yapay zekâ ile ilgili yapılan makaleler atıf sayısına göre sıralandığı zaman; en fazla atıf 326 adet ile Cai, Y.'nin 2019 yılında yaptığı çalışmaya yapılmıştır. Bu çalışmayı, 277 adet atıf ile Pantazi, X.E. (2016), 175 adet atıf ile Adamsen, F.J. (1999), 162 adet atıf ile Han, J. (2020), 153 adet atıf ile Kamir, E. (2020) ve diğerleri takip etmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Buğdayda yapay zekâ ile ilgili yapılan makalelerin aldığı küresel atıf sayısı

	Makale	DOI	Küresel Atıf Sayısı
1	Cai Y, 2019, Agric For Meteorol	10.1016/j.agrformet.2019.03.010	326
2	Pantazi XE, 2016, Comput Electron Agric	10.1016/j.compag.2015.11.018	277
3	Adamsen FJ, 1999, Crop Sci	10.2135/cropsci1999.0011183X003900030019x	175
4	Han J, 2020, Remote Sens	10.3390/rs12020236	162
5	Kamir E, 2020, Isprs-J Photogramm Remote Sens	10.1016/j.isprsjprs.2019.11.008	153
6	Shah SH, 2019, Remote Sens	10.3390/rs11080920	140
7	Cabitz F, 2021, Int J Med Inform	1016/j.ijmedinf.2021.104510	136
8	Casadesus J, 2007, Ann Appl Biol	10.1111/j.1744-7348.2007.00116.x	136
9	Baret F, 2010, Agric For Meteorol	10.1016/j.agrformet.2010.04.011	131

10	Feng P, 2019, Agric For Meteorol	10.1016/j.agrformet.2019.05.018	128
11	Feng P, 2020, Agric For Meteorol	10.1016/j.agrformet.2020.107922	126
12	Singh CB, 2010, Comput Electron Agric	10.1016/j.compag.2010.06.001	119
13	Lukina EV, 1999, J Plant Nutr	10.1080/01904169909365631	103
14	Neuman M, 1987, J Cereal Sci	10.1016/S0733-5210(87)80049-8	103
15	Upreti D, 2019, Remote Sens	10.3390/rs11050481	100
16	Zhou X, 2021, Plant Prod Sci	10.1080/1343943X.2020.1819165	100
17	Cao J, 2021, Eur J Agron	10.1016/j.eja.2020.126204	96
18	Fei S, 2023, Precis Agric	10.1007/s11119-022-09938-8	91
19	Wang Y, 2020, Remote Sens	10.3390/rs12081232	87
20	Pourreza A, 2012, Comput Electron Agric	10.1016/j.compag.2012.02.005	85

Bibliometrik analiz sonucunda en çok atıf alan yazarlara ait bilgiler aşağıda verilmiştir (Tablo 6). En çok atıf alan yazar 467 adet atıf ile Zhang, Z. olmuştur. Bu yazarı 456 atıf ile Li, Z., 446 adet atıf ile Zhang, Y., 359 adet atıf ile Wang, B., 354 adet atıf ile Wang, B. ve diğer yazarlar takip etmiştir.

Tablo 6. En çok atıf alan 20 yazar sıralaması

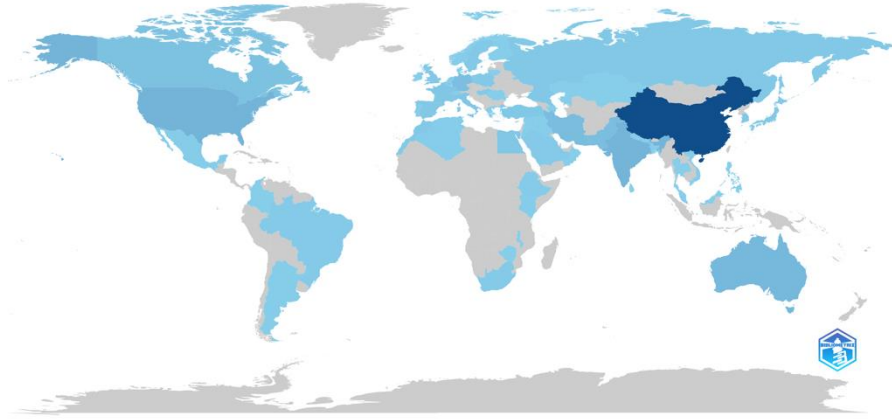
Yazar	Atıf Sayısı	Yazar	Atıf Sayısı
Zhang Z	467	Peng B	326
Li Z	456	Peng J	326
Zhang Y	446	Potgieter AB	326
Wang B	359	You L	326
Wang S	354	Feng P	317
Xu T	337	Zhang J	313
Asseng S	326	Liu DI	305
Cai Y	326	Mouazen AM	294
Guan K	326	Whetton RL	294
Lobell D	326	Cao J	292

Sorumlu yazarların ülkelerinin analiz edildiği çalışmada en fazla makalenin Çin'de yapıldığı ve bu ülkeyi sırasıyla, Hindistan, ABD, İran,

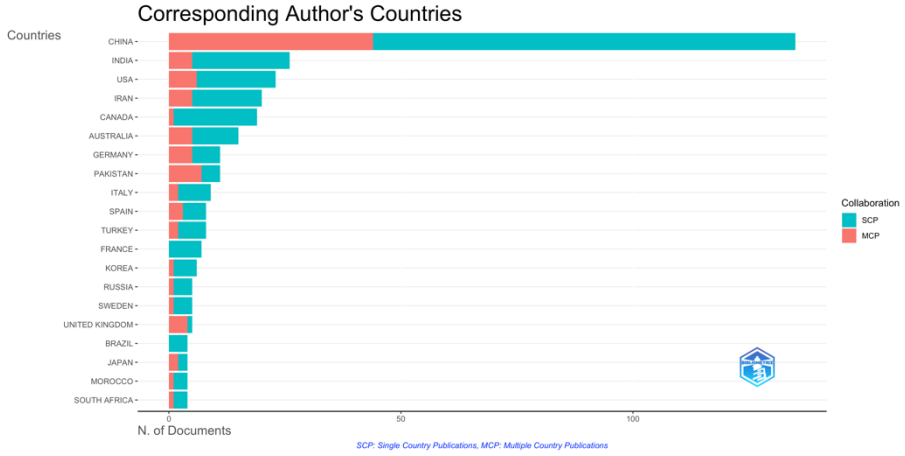
Kanada, Avusturalya, Almanya, Pakistan, İtalya, İspanya, Türkiye, Fransa ve diğer ülkelerde yapılan çalışmaların takip etmiştir. Çin, 135 adet makale sayısı ile ilk sırada yer alırken, konu ile ilgili makaleler içerisindeki oranı %36,7 olmuştur. Bu 135 makalenin, 91 adedinde yazarlar sadece Çin'den iken, 44 adet makalede farklı ülkelerden yazarlar da yer almıştır (Tablo 7, Şekil 5, 6).

Tablo 7. Sorumlu yazarların ülkeleri, makale sayıları, tüm makaleler arasındaki oranı ile tek veya çok ülke yazarlı makale sayısı

	Makale Sayısı	Toplam Makale Sayısına Oranı (%)	Tek Ülke Yazarlı Makale Sayısı	Çok Ülke Yazarlı Makale Sayısı
Çin	135	36,7	91	44
Hindistan	26	7,1	21	5
ABD	23	6,3	17	6
İran	20	5,4	15	5
Kanada	19	5,2	18	1
Avusturalya	15	4,1	10	5
Almanya	11	3	6	5
Pakistan	11	3	4	7
İtalya	9	2,4	7	2
İspanya	8	2,2	5	3
Türkiye	8	2,2	6	2
Fransa	7	1,9	7	0
Kore	6	1,6	5	1
Rusya	5	1,4	4	1
İsveç	5	1,4	4	1
İngiltere	5	1,4	1	4
Brezilya	4	1,1	4	0
Japonya	4	1,1	2	2
Fas	4	1,1	3	1
Güney Afrika	4	1,1	3	1

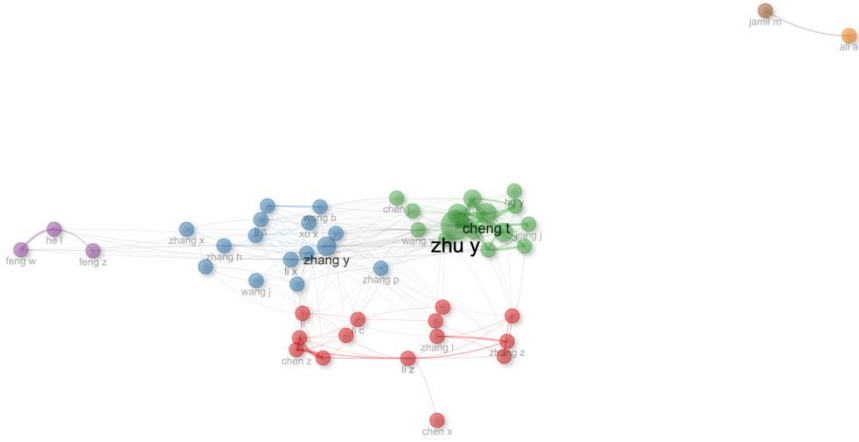


Şekil 5. Ülkelerin makale sayılarına ait görsel (mavilik arttıkça makale sayısı artmaktadır)



Şekil 6. Sorumlu yazarların ülkeleri, makale sayıları, tek veya çok ülke yazarlı makale sayısı

Sorumlu yazarların iş birliği yaptığı yazar ağı Şekil 7’de verilmiştir. Şekil incelendiği zaman yazarlara ait farklı renklere sahip olan 5 grup oluşmuştur.

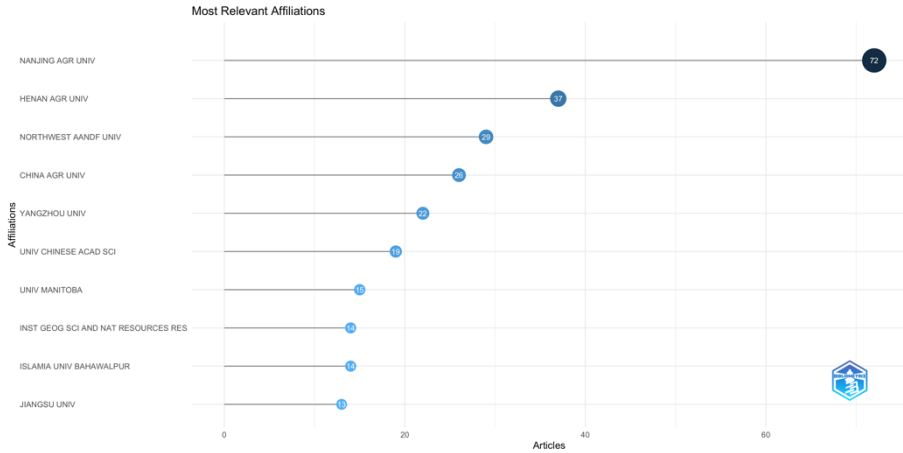


Şekil 7. Sorumlu yazarların iş birliği yaptığı yazar ağı

En çok yayının yapıldığı kuruluş ise 72 makale ile Nanjing Agricultural University (Çin) olmuştur. Bu kuruluşu sırasıyla 37 makale ile Henan Agricultural University (Çin), 29 makale ile Northwest A&F University (Çin) ve diğer kuruluşlar izlemiştir (Tablo 8, Şekil 8).

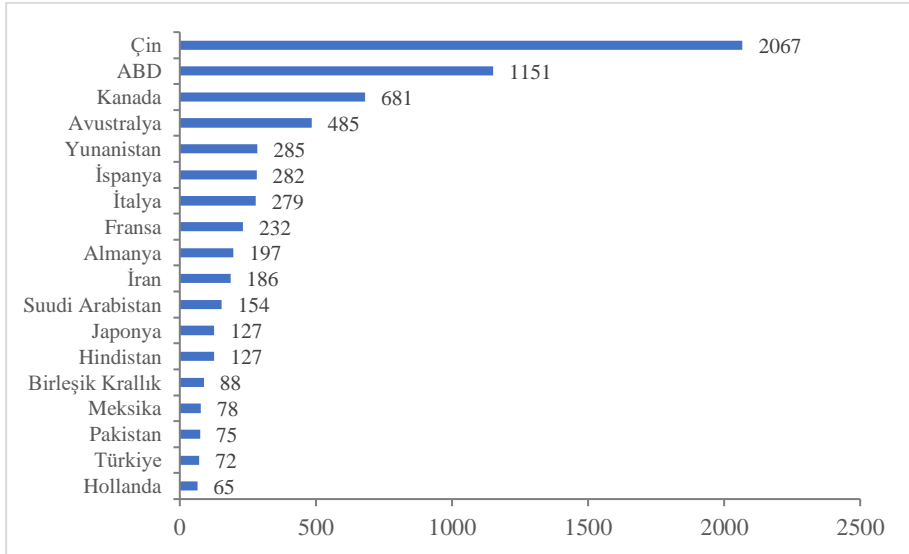
Tablo 8. Konu ile ilgili yayın yapan ilk 20 kuruluş ve makale sayıları

Kuruluş	Makale Sayısı	Kuruluş	Makale Sayısı
Nanjing Agr Univ	72	Kansas State Univ	13
Henan Agr Univ	37	Beijing Normal Univ	12
Northwest A&F Univ	29	Indian Agr Res Inst	12
China Agr Univ	26	Beijing Acad Agr and Forestry Sci	11
Yangzhou Univ	22	Int Maize and Wheat Improvement Ctr Cimmyt	11
Univ Chinese Acad Sci	19	Inst Farmland Irrigat	10
Univ Manitoba	15	Murdoch Univ	10
Inst Geog Sci and Nat Resources Res	14	Univ Western Ontario	10
Islamia Univ Bahawalpur	14	Icar Indian Agr Res Inst	9
Jiangsu Univ	13	North Dakota State Univ	9



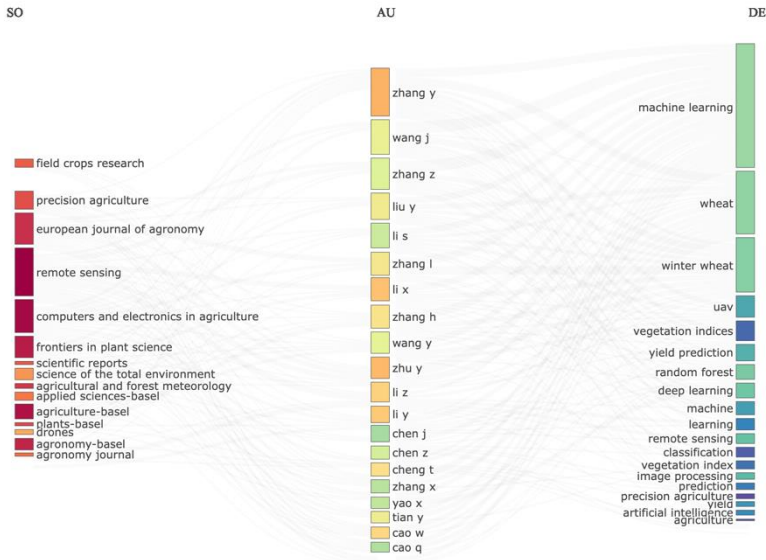
Şekil 8. Konu ile ilgili yayın yapan ilk 10 kuruluş ve makale sayıları

Yapılan yayınlara yapılan atıflar ülkesel olarak değerlendirildiğinde ise en fazla atıfı Çin menşeli yayınların aldığı belirlenmiş ve atıf sayısı 2.067 olarak saptanmıştır. İkinci sırada atıf alan ülke ise ABD olmuş ve atıf sayısı ise 1.151'dir. Üçüncü sırada 681 atıf ile Kanada, dördüncü sırada ise 485 atıf ile Avustralya olmuştur (Şekil 9).



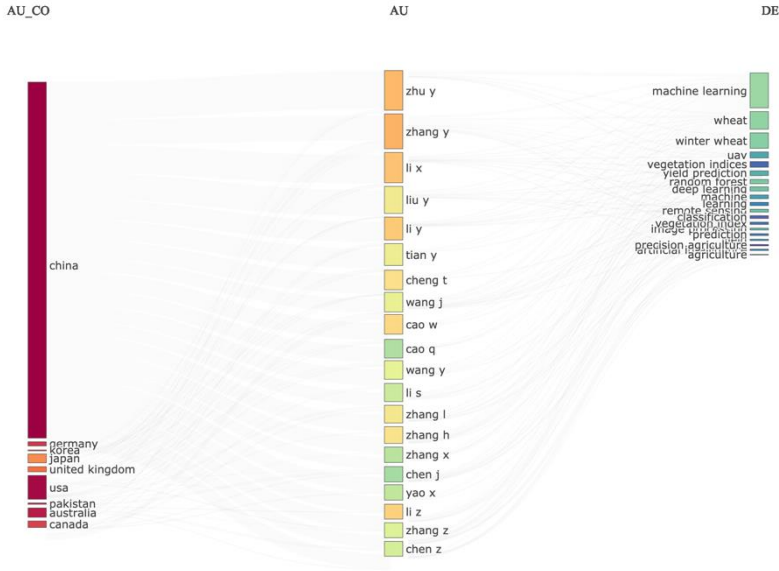
Şekil 9. En çok atıf alan ülkeler sıralaması

Programın ThreeFieldsPlot özelliği ile oluşturulan “dergi, yazar ve yazar anahtar kelimeleri” eşleştirme grafiği incelendiği zaman; öne çıkan degiler Remote Sensing, Computers and Electronics in Agriculture, European Journal of Agronomy, yazarlar Zhang, Y., Wang, J., Zhang Z., yazarlar tarafından verilen anahtar kelimeler ise makine öğrenmesi, buğday ve kışlık buğday’dır (Şekil 10).



Şekil 10. Dergi, yazar ve anahtar kelimeler seçilerek oluşturulan grafik

Sorumlu yazar ülkesi, yazar ve yazar anahtar kelimeleri kullanılarak oluşturulan grafikte ise en fazla yazarın yer aldığı Çin; Zhu, Y. ve Zhang, Y. yazarları; makine öğrenmesi, buğday ve kışlık buğday ise yazarların kullandığı anahtar kelimeler ön plana çıkmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Sorumlu yazar ülkesi, yazar ve anahtar kelimeler seçilerek oluşturulan grafik

SONUÇ

Yapay zekâ ilgili terimler ve buğday kelimeleri kullanılarak elde edilen verilere R programı ile bibliyometrik analiz yapılmış ve sonuçlar çeşitli parametreler açısından incelenmiştir. WOS veri tabanından elde edilen verilerin bibliyometrik analiz sonuçları incelendiğinde; konuya dair yapılan çalışmaların önemli bir ivme kazandığı, farklı ülke ve kuruluşlardan birçok yayının literatüre eklendiği ve bu alandaki çalışmaların hız kaybetmeden devam edeceği gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Aria, M., Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics* 11(4), 959-975
- de Sousa, T., Ribeiro, M., Sabença, C., Igrejas, G. (2021). The 10,000-year success story of wheat. *Foods* 103960. <https://doi.org/10.3390/foods10092124>
- Dietrich, O., Heun, M., Notroff, J., Schmidt, K., Zarnkow, M. (2012). The role of cult and feasting in the emergence of Neolithic communities. New evidence from Göbekli Tepe, South-Eastern Turkey. *Antiquity* 86: 674-695. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00047840>
- Dirik, D., Erhan, T., Eryılmaz, İ. (2024). Yapay Zekâ ve Örgüt Temelli Araştırmaların Potansiyel Eğilimleri Üzerine Bibliyometrik Bir Analiz. *Bulletin of Economic Theory and Analysis* 9(3): 669-698
- Dixon, J., Braun, H. J., Kosina, P., Crouch, J. (2009). Wheat facts and futures 2009, Mexico: CIMMYT, <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/1265>, (Erişim tarihi: 27.04.2023)
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., Lim, W.M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research* 133: 285-296
- Frakolaki, G., Giannou, V., Topakas, E., Tzia, C. (2018). Chemical characterization and breadmaking potential of spelt versus wheat flour. *Journal of Cereal Science*. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.08.023>
- Okur, Y. (2017). Ekmeklik buğday kalitesini değerlendirmede kullanılan kimyasal ve fiziksel özelliklerin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- Özberk, İ., Atay, S., Altay, F., Cabi, E., Özkan, H., Atlı, A. (2016). Türkiye'nin Buğday Atlası. *WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı)*, İstanbul, Türkiye
- Pérez-Pérez, M., Ribeiro, M., Fdez-Riverola, F., Igrejas, G. (2024). Insights into wheat science: a bibliometric review using unsupervised machine learning techniques. *Journal of Cereal Science* 118: 103960

- RaboResearch, (2017). Global Wheat Consumption. Utrecht: Rabobank, https://research.rabobank.com/far/en/sectors/grainsoilseeds/global_wheat_demand_article_1.html, (Erişim tarihi: 27.11.2024)
- Shiferaw, B., Smale, M., Braun, H. J., Duveiller, E., Reynolds, M., Muricho, G. (2013). Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Security* 5: 291-317
- Tekin, Y. S., Akar, T. (2024). Bibliometric Analysis of Durum Wheat Studies Adressed in Türkiye. *Bilge International Journal of Science and Technology Research* 8(2): 90-97
- TMO, (2023). T.C. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü 85. Hesap Dönemi Faaliyet Raporu 22. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/maliisler/2022faaliyetraporu.pdf>, (Erişim Tarihi: 27.10.2023)
- TÜİK, (2023). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr/>. (Erişim Tarihi: 25.10.2023)
- Uzel, S. (2024). [https://departspares.com/gelecegin-degirmenciligi-bugdaydan-una-yapay-zeka-uygulamaları/#:~:text=Yapay%20sinir%20a%C4%9F%C4%B1%20\(artificial%20neural,et%20al.%2C%202020\)](https://departspares.com/gelecegin-degirmenciligi-bugdaydan-una-yapay-zeka-uygulamaları/#:~:text=Yapay%20sinir%20a%C4%9F%C4%B1%20(artificial%20neural,et%20al.%2C%202020)).
- Velez-Estevez, A., Perez, I.J., García-Sánchez, P., Moral-Muñoz, J. A., Cobo, M.J. (2023). New trends in bibliometric APIs: A comparative analysis. *Information Processing & Management* 60(4): 103385

BÖLÜM 2
MERSİN MUT İLÇESİNDE KALİTELİ KAYISI ÜRETİM
STRATEJİLERİ

Dr. Gözde NOGAY¹
Prof. Dr. Adem ÖZARSLANDAN²

¹ Mersin Üniversitesi Mut Meslek Yüksekokulu Deveci Mah. Bilim. Sok. Fakülte cad.
No:2 33600

² Mersin Üniversitesi Yeni Mahalle Kayraktepe Mevkii Silifke / Mersin

1.Giriş

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.), Dünya üzerinde ve ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılmakta olan hem taze hem de kurutulmuş olarak tüketilmekte olan meyve türlerinden biridir. Bugün Sibirya'nın çok soğuk, Orta Asya'nın çöl, Kuzey Afrika'nın subtropik, Japonya ve Doğu Çin'in ise nemli bölgelerinde kayısı yetiştiriciliği yapılmaktadır (Asma, 2000; Paydaş ve ark., 1992). Yüksek miktarda C vitamini, A vitamini, çeşitli antioksidanlar ve lifler içermekte olan kayısı, sağlık açısından oldukça zengin bir içeriğe sahiptir. Ayrıca, içeriğindeki fenolik bileşikler ve karotenoidler sayesinde anti-inflamatuar ve anti-kanser özelliklere sahip olduğu, bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır (Asma, 2000; Gülcan, 2001; Özçağırın ve ark., 2004; Eriş ve Barut, 2000)

Kayısının, M.Ö. 3. binyılda Orta Asya'da ilk kez kültüre alındığına dair arkeolojik bulgular bulunmaktadır. Toprak yapısı ve iklim incelendiğinde bölgenin kayısı yetiştiriciliği için son derece elverişli olduğu tespit edilmiştir. Tarihsel süreçte kayısının hem besin kaynağı olarak hem de ilaç olarak kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca kendisine farklı medeniyetler tarafından tarımda ve mutfakta yer verilmiştir. Romalılar ve Eski Yunanlılar kayısının sağlık üzerindeki faydalarını fark etmişler ve bu meyveyi taze ve kurutulmuş olarak beslenmelerine dahil etmişlerdir.

2023 yılında Türkiye kayısı üretimi 750 000 tonu bulmuştur. Türkiye'de bu meyvenin üretiminin yaklaşık olarak %48.7'sini Malatya, %20.2'sini Mersin, %5.4'ünü Iğdır, %3.9'unu Elazığ, %2.6'ünü Hatay, %2.3'ünü Kahramanmaraş ve %16.9'unu ise diğer iller yapmaktadır (TÜİK,2024). Türkiye'nin, Dünya genelinde kuru kayısı üretimi ve ihracatında önemli bir konumda olmasına rağmen, sofralık kayısı üretiminde geri kaldığı bilinmektedir (Paydaş ve ark., 1992; Baş ve ark., 2001). Dünya sofralık kayısı ticaretinin %80'inden fazlası turfanda olarak gerçekleştirilmekte olup, bu durumdan Akdeniz ülkeleri büyük ölçüde faydalanmaktadır. Kayısı ihraç eden ülkelerin başını İtalya, İspanya, Fransa, Macaristan ve Yunanistan çekmektedir. Türkiye bu ülkelerle aynı iklim şartlarını sağlamasına rağmen, taze kayısı ihracatı verileri oldukça düşük seviyelerdedir. Fakat, Türkiye ve İran, dünya pazarlarına kurutulmuş kayısı ihracatıyla nam salmaktadır (Kaşka, 2006). Ayrıca ilk bahar geç donlarının risk oranı subtropik iklim bölgelerinde düşüşe geçmektedir (Rodrigo ve Julian, 2006). Ülkemizde yapılan kayısı üretimi

incelendiğinde son yıllarda kayısı üretimi ve ağaç sayısı bazı dalgalanmalar yaşamaktadır. Bu dalgalanmaların iklim olaylarının olumsuz etkilerinden kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Fakat bu dalgalanmalara rağmen, kayısı üretimi ve kayısı ağaç sayısı sürekli olarak artış göstermektedir (Durgaç, 2011). Bu meyve, ülkemizin Karadeniz Bölgesinin nemi yüksek bölgeleri ve Doğu Anadolu Bölgesinin kışları çetin geçen dağlık alanları hariç ülkenin pek çok yerinde üretilmektedir. Dünya kuru ve yaş kayısı üretiminde birinci sırayı Türkiye almaktadır (Anonim, 2007). Ege ve Akdeniz bölgeleri sofralık kayısı ve erkenci kayısı yetiştiriciliğinde Türkiye’de başı çekmektedir. Söz konusu potansiyelin değerlendirilmesinde kaliteli ve erkenci çeşitlerin sayılarının artırılması büyük bir öneme sahiptir. Son yıllarda adaptasyon çalışmaları yapılarak Akdeniz Bölgesi’ndeki sofralık ve erkenci kayısı üretimi artırılmıştır (Asma ve ark., 2004). Ege ve Akdeniz bölgeleri erkenci ve sofralık kayısı yetiştiriciliği açısından diğer bölgelerden daha yüksek bir potansiyel gösterir. Bu potansiyeli değerlendirmek için yola dayanıklı, kaliteli ve erkenci kayısı çeşitlerinin artırılması gerekmektedir (Önal ve ark., 1995). Ülkemiz, kayısı yetiştiriciliği konusunda pek çok araştırmaya öncülük etmiştir (Son ve Küden, 2001; Batmaz, 2005; Özkardeş ve ark., 2008; Abacı ve Asma, 200; Yılmaz ve ark., 2012; Osmanoglu ve Göksüncükil, 2014).

Akdeniz Bölgesi’ndeki kayısı üretiminin büyük bölümü geçit bölgelerinde yapılırken, sadece küçük bir kısmı kıyı kesimlerinde gerçekleşmektedir. Mut, İskenderun ve Antalya Türkiye’deki pazara giren ilk kayısıları üretmektedir (Kaşka ve ark., 1982). Mersin’in Mut ilçesi, tarıma oldukça elverişli olan ve Akdeniz Bölgesi’nde kıyıya yakın, Toros Dağları’nın eteklerinde yer alan bir ilçedir. Bu ilçede toprak yapısı ve iklim bolca sebze ve meyve çeşidi yetiştirmeye olanak sağlar. Bölgede zeytin, incir gibi meyveler de üretilmesine rağmen bölge aslen kayısı yetiştiriciliğiyle öne çıkmaktadır. Kayısı meyvesi, bu ilçede kültürel ve ekonomik olarak büyük önem taşımaktadır. Bu bölümde, Mersin ilinin Mut ilçesinde, kayısı yetiştiriciliğinin tarihçesi, ekonomik etkileri, uygulanan teknikler ve karşılaşılan zorluklar ele alınacaktır.

2. Kayısının Tarihçesi Ve Mut’a Gelişi

Birtakım ipuçları olmasına rağmen kayısının, Mersin ilinin Mut ilçesine tam olarak ne zaman geldiği kesin olarak bilinmemektedir. Genel görüşe göre

kayısı Orta Asya kökenlidir. Yüzyıllar içinde göçler ve yayılmalar sebebiyle kayısının Anadolu'ya kadar geldiği düşünülmektedir. Kayısının Anadolu'ya girişinin Antik Çağ'da olduğu düşünülmektedir ve Roma ve Bizans dönemlerinde tarım pratiğinde önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Mut ilçesi, Orta Çağ'dan itibaren, tarımın merkezlerinden biri olarak namını korumaktadır. Tarım açısından elverişli iklim ve toprak özellikleri, bu bölgede kayısı üretiminin başlamasına sebebiyet vermiştir. Arkeolojik ve tarihsel çalışmalar Anadolu'da, bilhassa Mut bölgesinde kayısının yanı sıra üzüm, nar ve zeytin gibi meyvelerin de üretildiğini göstermektedir. Mut ilçesinin tüm bu meyve türlerini yetiştiriyor oluşu bölgenin tarımsal çeşitlilik açısından zenginliğini gösterdiği söylenebilir.

Osmanlı İmparatorluğu tarımsal faaliyetlerin artışı ve modernleşmesi için çeşitli çalışmalar yürütmüştür. Bu çalışmalar kayısı üretimine de yansımıştır. Artan kayısı üretimi Osmanlı'da kayısının önemli meyveler arasına girmesini sağlamıştır. Haliyle Osmanlı döneminde kayısının mutfakta ve ticaretteki rolü artmıştır. Kayısı, hem saray sofralarında hem de halk sofralarında yerini almıştır. 19. yüzyılın sonlarında kayısının üretim merkezi olarak Mut görülmeye başlanmıştır. Bu dönemde, Mut'un kayısı sadece ülkede değil uluslararası pazarda da tanınmıştır. Kayısının bu yükselişi, dönemsel olarak Mut'un ticari bağlantıları ve tarım stratejilerinin bir meyvesi olarak görülebilmektedir.

Mut'ta üretilen kayısılar önce yerel, bölgesel ve ardından uluslararası ekonomik değerlere ulaşmıştır. Mersin'in Mut ilçesi, bu zaman diliminde en kaliteli kayısı çeşitlerini üretmeye devam etmiş ve bölgeyi ekonomik ve tarımsal açıdan güçlendirmiştir. Bölgeyi güçle temsil eden kayısı hem kendi kültürel ve tarihsel özelliklerini hem de Mut bölgesinin üretim yeteneklerini ve tarımsal zekasını temsil etmektedir.

3. Mut İlçesine Ekonomik Etkisi ve Önemi

Kayısı üreticiliği, Mut ilçesi için ekonomiyi canlı tutmakta ve şekillendirmektedir. Mut'ta kayısı hem halkın tüketimi hem de ticari kaygıları için büyük bir yere sahiptir. Bu meyvenin dikkat çekmesinin sebebi bölge ekonomisini bizzat etkilemesidir. Bölgede ticari açıdan en çok önem arz eden unsur erken kayısı yetiştiriciliğidir. Nisan ayı sonu mayıs ayı başında yani sezon başlangıcında olgunlaşmakta olan kayısılar piyasada ilk sıralarda yer

almaktadır bu sayede taze kayısı pazarına ilk giriş önceliğini bu bölgenin elde etmesini sağlamaktadır. Pazar giriş önceliği uluslararası pazarlarda ve yerel pazarlarda yüksek fiyat getirmektedir ve bölge rekabette avantajlı duruma gelmektedir. Erkenci kayısı hem piyasa ihtiyacını karşılamaktadır hem de taze kayısı sayesinde üreticiyi ve tüketiciyi eş zamanlı olarak memnun etmektedir. Bunlara ek olarak erkenci kayısı, bölgenin ticaretini sürdürülebilir bir hale getirmektedir. Tadı ve kalitesiyle de bölgenin ve üreticinin saygınlığını arttırmaktadır. Bu sebeplerle, erkenci kayısı üreticiliği, Mut'un tarımsal ekonomisi için stratejik bir rol oynamakta ve yerel üreticilere önemli kazanç fırsatları sağlamaktadır.

4.Kayısı Yetiştiriciliğinde Dikkat Edilmesi Gereken Unsurlar

4.1.İklim ve Sıcaklık

Kayısı, verimli meyve üretebilmek için yaz mevsimlerinde sıcak bir iklime sahip, kış mevsimlerinde bir tık soğuk, nemin oranlı olduğu bölgelerde üretilebilmektedir. Havadaki nem oranının çok düşük olması meyve dökümlerine sebebiyet vermekte, nem oranının yüksek ve yağışın fazla olması durumu ise monilya ve çil gibi hastalıkların artmasına sebebiyet vermektedir. Bunun yanı sıra kısa ve çok kısa soğuklama ihtiyacı olan çeşitlerin ıslah edilmesi sağlanmıştır ve üreticiler verimde artış elde etmişlerdir. Kayısı, çeşitlerine göre farklılık göstermesiyle beraber bilhassa kurutmalık çeşitlerin normal bir gelişim gösterebilmesi adına belli bir sıcaklık toplamına ihtiyacı vardır. İhtiyaç duyulan sıcaklık toplamı ne kadar hızlı elde edilirse o kadar hızlı bir şekilde meyve olgunlaşması gerçekleşmektedir. Erkenci kayısı üreticiliğinde ve daha az sıcaklık toplamı isteyen çeşitler için Ege ve Akdeniz en uygun bölgeler olarak bilinmektedir. Sıcaklık toplamının yeterli olmaması durumunda kayısı ağaçlarının meyveleri ya istenilen kalitede olmaz ya da meyveler asla olgunlaşmaz (Paydaş ve ark.2015). Genellikle kurutmalık kayısılar şeker oranı yüksek türlerdir ve bu türlerin soğuklama ihtiyaçları fazla olmaktadır. Bu türler yerli kayısı çeşitlerimizdendir. Aynı zamanda Ege ve Akdeniz bölgeleri turfanda üretime uygun olması sebebiyle Avrupa grubu yabancı çeşitlere de ev sahipliği yapmaktadır ve başarılı sonuçlar vermektedir. Taze olarak tüketilen ve ihraç edilen çeşitlerin de bu bölgelerde yetiştirilmesi gerekmektedir. Kurutmalık kayısı çeşitlerinin ihtiyaçları sofralık ve turfanda çeşitlerden farklılık göstermektedir. Bu kayısı çeşitlerinin uzun soğuklama

sürelerine ihtiyacı vardır. Kış soğuklama ihtiyacı $+7.2^{\circ}\text{C}$ 'nin altında geçen saatler toplamı olarak tespit edilmiştir. Kayısı bahçesi oluştururken sıcaklıklar tespit edilmeli ve bahçenin kurulacağı bölgenin sıcaklığına uygun kayısı çeşitleri dikilmelidir.

4.2. Toprak ve Sulama İsteği

Kayısıyı toprak istekleri bakımından ele alırsak fazla seçici olmadığını görürüz. Kayısı, besin açısından zengin, dokusu ince, tınlı yahut tınlı-kireçli topraklarda güzel yetişen bir meyve çeşididir (Koday, 2003). Kayısı bahçelerinde yıl içerisinde en az iki kez toprağın işlenmesi göz ardı edilmemesi gereken bir işlemdir. Bu işlem sayesinde hem ağaçların kökleri havalandırılacak hem de bahçedeki yabancı otlar temizlenecektir. Kayısının gelişim gösterdiği toprakların reaksiyonu (pH) 6.5-7.5 arasında bir değere sahiptir ve bu toprakların hem organik hem de inorganik besin maddelerince yeterli bir dereceye sahip olması gerekmektedir (Şahin ve Atay, 2021). Toprağın tuz oranının yüksek olması kayısının verimini düşürmektedir. Drenaj şartlarının yetersiz olması ya da bünyenin ağırlığına bağlı sebepler, bitkinin gereken miktarın üzerinde su alması ve ciddi bir sorun teşkil eden zamklanma (Gummosis) göstermesine yol açabileceği için bu gibi şartlar gözlemlendiğinde bahçenin kurulmaması gerekmektedir. Ayrıca, ağır ve besin maddelerinin zengin olduğu topraklarda vegetatif gelişme kuvvetli olmakla beraber ürün verme yaşı gecikir; meyveler kuru madde açısından düşük, sulu ve iri görünümlü olmaktadır (Eryüce, 2010).

Kayısı ağaçları diğer meyve türlerine kıyasla daha az su istemektedir. Kayısı ağaçlarının ihtiyacı olduğu zamanda ağacın isteğine uygun miktarda yapılan sulama meyvelerin kalitesini ve verimini arttırmaktadır. Kayısı bahçesinin sulama zamanı, sulama sayısı ve her sulamada verilecek su miktarı; bahçede uygulanan sulama sistemi, bahçenin toprak yapısı, iklim şartları, bahçenin eğimi ve ağaç yaşına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu şartlara, bahçenin rakımına ve ağacın meyve yüküne göre değişiklik gösterse de kayısı ağaçları ortalama olarak yılda 5-10 kez sulanmaktadır. Bu sulamalar, sıcak ve kurak bölgelerde mayıs ayı sonu-haziran ayı başlarında başlar, eylül ayı sonu-ekim ayı başına kadar 10-20 gün aralıklarla sulamaya devam edilir. Sulamaların tam olarak doğru uygulanmaması ve suyun erken kesilmesi durumunda, ağacın gelecek yıl açacak çiçek sayısını azalmakta kalmayıp

çiçeklerin ve meyve dökümlerinin artmasıyla sonuçlanmaktadır. Ağacın meyve yükünün artması durumunda ağacın su ihtiyacı da artış göstermektedir. Bu dönemde kayısı ağaçları bol ve sık sulamaya ihtiyaç duymaktadır. Meyvenin kaliteli ve verimli olabilmesi için kayısı ağaçları hasattan birkaç gün önce muhakkak sulanmalıdır (Şahin ve Atay, 2021).

4.3. Gübreleme

Kayısı üretiminde meyvelerin verimini ve kalitesini arttıran önemli uygulamalardan birisi de gübrelemedir. Gübreleme düzenli ve dengeli yapılırsa kayısı ağaçları yüksek verim ve sağlıklı gelişim göstermektedirler. Bu bölümde, kayısı ağaçlarının gübrenmesinin inceliklerini, yöntem ve stratejilerini inceleyeceğiz.

Kayısı ağaçlarının optimal büyüme ve meyve verimliliği için gerekli besin maddeleri şunlardır:

Azot (N): Ağaçlarda yaprak gelişimini ve sürgün gelişimini teşvik etmektedir. Azot yetersizliği durumunda, ağacın yaprakları sararır ve büyümede zayıflığa sebebiyet vermektedir.

Fosfor (P): Ağacın kök gelişimini ve çiçeklenmesini desteklemektedir. Ağaçta fosfor eksikliği, kök büyümesinde yavaşlamaya ve düşük meyve verimine neden olabilmektedir.

Potasyum (K): Ağacın meyve kalitesini, dayanıklılığını ve genel sağlık durumunu arttırmaktadır. Potasyum eksikliği durumunda, meyve çatlaması ve düşük şeker içeriği gözlemlenmektedir.

Mikro Besinler: Demir (Fe), çinko (Zn), manganez (Mn) ve bakır (Cu) gibi mikro besinler, ağaçların gelişimini sağlıklı etkiler ve verimli meyve üretimi için olmazsa olmazlardır.

Etkili gübreleme yapabilmek için öncelikle toprak analizi yapılmalıdır. Toprak analizi sonucunda toprakta bulunan besin maddeleri, topraktaki organik madde içeriği ve toprağın pH seviyesi tespit edilir. Gübreleme bu istatistiklere göre şekillenir.

Kaynakların verimli kullanılabilmesi ve etkinliğin artırılabilmesi için kayısı ağaçlarının doğru yöntemler ve doğru zamanda gübrenmesi gerekmektedir.

İlkbahar Gübrelmesi: Ağaçlar bu dönemde büyümeye başlar ve bu dönemde kullanılan gübrelere azotlu olması gerekmektedir. İlkbahar gübrelmesi bitkinin yaprak ve sürgün gelişimini desteklemektedir.

Çiçeklenme Öncesi: Ağaçlar çiçeklenme döneminde fosforlu gübrelere ihtiyaç duymaktadır. Çiçeklenme döneminde kullanılan gübrenin fosforlu olması çiçek oluşumunu ve meyve bağlamayı teşvik etmektedir.

Meyve Gelişimi: Ağaçların meyve gelişimi sırasında kullanılan gübrenin potasyumlu olması bitkinin meyve kalitesini ve dayanıklılığını arttırmaktadır. Potasyum, meyve olgunlaşmasını desteklemektedir ve su dengesini düzenlemektedir.

Toprağın verimliliğini artırmak ve besin maddelerini sağlamak için, her iki veya üç yılda bir çiftlik gübresi uygulanmalıdır. Fakat, bu gübrenin iyi bir şekilde yanmış olmasına dikkat edilmelidir. Bunun yanı sıra gövde etrafından 50 cm mesafeden başlayarak taç iz düşüm çizgisine kadar yayılan bir alana serilmesi ve özellikle azot kayıplarını en aza indirmek amacıyla toprakla iyice karıştırılması gerektiği de unutulmamalıdır. Başarılı gübrelenmenin temel unsurları; toprak analizi ile besin maddelerinin durumunun belirlenmesi, gübrelenmenin doğru zamanda yapılması, uygun uygulama yöntemleri ve dengeli beslenme stratejilerinin geliştirilmesidir. Bu stratejiler doğru uygulanırsa kayısı üretiminin kalitesi ve verimliliği artacaktır. Aynı zamanda bu stratejiler sürdürülebilir tarım uygulamalarına büyük katkı sağlamaktadır. Bu uygulamalar hem toprak sağlığını korur hem de kayısı ağaçlarının optimum besin alımı ve sağlıklı gelişimini desteklemektedir (Eryüce, 2010).

4.4. Budama

Meyvecilik uzun yıllarca sürdürülen bir tarımsal uygulamadır. Dolayısıyla ağaçlardan düzenli ve kaliteli ürün alınabilmesi için ağaçların yıllık bakımları yapılmalıdır. Bu yıllık bakımların doğru tekniklerle usulüne uygun olarak uygulanması gerekmektedir. Bu uygulamalardan biri de budamadır. Diğer bitki türlerinde olduğu gibi kayısı ağacında da dikim, şekil ve mahsul budaması yapılmaktadır.

Dikim budaması: Fidan dikimi sırasında, kök tuvaleti ve tepe kesimi uygulaması yapılmaktadır. Söküm sırasında zarar gören kökler, sağlam

kısımlarından ayrılarak, birbirine dolanmış veya fazla uzun olan kökler dikim çukuruna uygun şekilde ayıklanır veya kısaltılır.

Şekil Budaması: Düzenli ve kaliteli meyve verimi sağlanabilmesi ve ağaç gelişiminin sürdürülebilmesi için, fidanlara dikimden itibaren uygun şekil verilmesi önemlidir. Bu uygulamada genellikle Goble, Doruk Dallı ve Değişik Doruk Dallı şekiller tercih edilmelidir

Mahsul Budaması: Şekil budaması yapıldıktan sonra, mahsule yatan kayısı ağaçlarında fazla budama yapılmasına gerek yoktur. Ancak, şekli bozan ve güneşlenmeyi engelleyen birbirine giren dallar kesilerek budama işlemi devam ettirilmelidir. Kayıslarda aşırı budama, zamklanma sorununa yol açabilir ve kalın dal kesimlerine karşı hassastırlar; bu tür kesimler sararmalar ve kurumalar gibi tepkilerle hemen kendini gösterir. Eğer kalın dal kesimi yapılacaksa, bu işlem birkaç yıla yayılmalıdır. Bu nedenle, gençleştirme budamalarında dikkatli olunmalı ve gerekirse budama yerine sulama, gübreleme ve besleme gibi yöntemlerle ağaçlar ıslah edilmelidir.

4.5.Mersin Mut Ekolojisinde Yetiştiriciliği Yapılan Çeşitler

Precoce de Tyrinthe: Erken bir Yunan çeşididir. Sofralık bir çeşittir, ağaçları kuvvetli ve oldukça verimlidir. Meyveleri iri, uzunca şekilli ve oldukça dayanıklıdır. Meyve kabuğu açık portakal sarısı ve kırmızı yanaklıdır. Çekirdekleri acı, orta uzun şekilli ve meyve etine yarı yapışıktır.

Ninfa: Zayıf gelişen ağaç yapısına sahip, sofralık kayısı çeşitlerindedir. Yüksek verimli bir çeşittir.

Sebas-Red: Meyve et rengi kırmızı, yüksek verimli, düşük soğuklanma ihtiyacı olan kayısı çeşididir. Şubat ayı ortasında çiçeklenme görülmeye başlar, Mayıs başında ise hasata gelmektedir.

Magador: Yuvarlak meyve şekline sahip, turuncu zemin üzerine %60 kırmızı renktedir. Erken kayısı çeşitlerindedir. 25-30 Nisanda hasat başlamaktadır.

Orange Ruby: Mersin'in Mut ilçesinde halk arasında 'Aldeniz' kayısı çeşidi olarak bilinmektedir. Diğer bölgelerde ise 'Perceft red kayısı' olarak anlandırılan bu kayısı çeşidinin asıl adı 'Orange ruby'dir. Bu çeşidin verimi,

tadı, rengi, yola dayanımı, meyve iriliği çok iyidir. Ağaç gelişimi hızlı ve yayvandır. Tozlayıcıya ihtiyaç duymaz.

Ninfa: İtalyan orijinli kayısı çeşitidir. Verimi yüksek ve süreklidir. Ağaçları az güçlü, geniş yapılı, karışık dallar ve bir yıllık dallar üzerinde meyvelenmektedir. Kendine verimli bir çeşittir. Meyveleri orta büyüklükte, yuvarlak şekilli, üzerinde belli belirsiz kırmızı renk görülen açık sarı renge sahiptir. Meyveleri oldukça dayanıklıdır.

Bebeco: Albenisi yüksek, meyveleri sarı renkte ve iri, sofralık bir kayısı çeşididir. Uzun yola dayanımı çok iyidir. Bu nedenle ihracatta fazlaca tercih edilen bir çeşittir. Ağaç gelişimi hızlı olup yetişmiş bir ağacın ortalama verimi 100-150 kg arasındadır.

Mikado: Turuncu zemin üzerine kırmızı yanaklı, yuvarlak şekilli, basık, çatlama hassasiyeti göstermeyen kayısı çeşitidir. Oldukça dayanıklı meyve yapısına sahiptir. Dengeli bir tadı vardır ve lezzetlidir.

KAYNAKÇA

- Anonim, (2007). VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Kayısı Raporu
- Asma, B. M., Birhanlı, O. (2004). Mişmiş ISBN 975-288-755-4 Evin ofset Malatya.
- Asma, B.M. 2000. Kayısı yetiştiriciliği. Evin Ofset. Malatya Syf. 243..
- Baş, M., Erbil, Y., Erenoğlu, B. (2001). Bazı kayısı Çeşitlerinin Marmara Ekolojisine Uyumu Üzerine Elde Edilen İlk Sonuçlar. I. Sert Çekirdekli Meyveler Sempozyumu 25-28 Eylül 2001, Yalova: 441- 447
- Durgaç, C. (2011). Sakıt Kayıslarının Seleksiyonu, Meyve Büyüme Durumları ve Sakıt Vadisinin Soğuklanma Sürelerinin Belirlenmesi (Doktora Tezi) Adana, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2001).
- Eriş, A., Barut, E., 2000. Ilıman İklim Meyveleri-1, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, Sayfa: 65.
- Eryüce, N. KAYISI YETİŞTİRİCİLİĞİNDE GÜBRELEME. *Editör: Prof. Dr. Dilek Anaç*, 35.
- Gülcan, R., 2001. Kayısı Araştırmaları (KAYSAR) Ünitesi Kapsamında Yer Alan Projelerin Tanıtımı, Kayısı Sempozyumu, Malatya, Sayfa: 14-20.
- Kaşka, N. (2006). Orchard Management In Apricots. Acta Hort. 717: 287-294.
- Önal, K., Özakman, S., Özkarakaş, İ. (1995). Ege Bölgesi Koşullarında Ümitvar Ereknici ve Kaliteli Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. Türkiye II Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt: 1, 159-163.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeke, E., İsfendiyaroğlu, M., 2004. Ilıman İklim Meyve Türleri, Vol:1, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, Sayfa: 68.
- Paydaş, S., Kafkas E., Dikkaya Y. (2015). Kayısı Yetiştiriciliği <http://tae.gov.ct.tr/Portals/25/Kays%20Yetistiriciligi.pdf>
- Paydaş, S., N. Kaşka., A.A. Polat ve H. Gübbük., 1992. Yeni bazı kayısı (*Prunus armeniaca* L.) çeşitlerinin Adana ekolojik koşullarına adaptasyonu üzerinde araştırmalar. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kong. (13-16 Ekim) Cilt I: 465-471, İzmir.
- Rodrigo, J., Julian, C. (2006). Spring Frost Damage In Buds, Flowers and Developing Fruits In Apricot. Acta Hort. 717: 87-89.

Son, L., Küden, A. (2001). Yeni bazı kayısı çeşitlerinin Mut ekolojik koşullarına adaptasyonu üzerinde araştırmalar. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 16(1): 93-98

Şahin, S., & Atay, S. Organik Kayısı Yetiştiriciliği.

TÜİK, 2024. Türkiye İstatistik Kurumu. www.Tuik.Gov.Tr

BÖLÜM 3

TÜRKİYE VE DEPREM YAŞANAN 11 İLDE 6 ŞUBAT DEPREMİ VE ÖNCESİ SOYA FASULYESİ ÜRETİM VE TİCARETİNDEKİ DEĞİŞİMLER

Doç. Dr. Ali Rahmi KAYA¹
Arş. Gör. Zeliha AYSABAR²

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri.Bölümü
Kahramanmaraş, Türkiye. alirahmikaya@ksu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-0318-6034

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri.Bölümü
Kahramanmaraş, Türkiye. aysabarzeliha@gmail.com, Orcid ID: 0000-0001-8690-5959



Şekil 1. Soya fasulyesi V6-Vn (7 ve daha fazla boğumlu) devresinden görünüm (Zeliha AYSABAR'ın arşivinden)

GİRİŞ

Afetler geçmişten günümüze insanoğlunun fiziksel, ekonomik ve psikolojik olarak yaşam standartlarını etkileyen doğal ya da teknolojik olaylara verilen bir isimdir. Afetler doğal afetler ve sosyal afetler olarak ayrılmaktadır. Doğal afetler deprem, sel, heyelan, fırtına gibi doğa olaylarından oluşmaktadır. Afetler sonucunda can ve mal kayıplarının yanı sıra yaşadığımız dünyanın doğal dengesi de bozulmaktadır. Doğal afetler arasında yer alan depremlerin yüzeye yakınlık derecesi ve şiddetine göre birçok sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların başında insanların can ve mal kaybı başta olmak üzere toplumsal, sosyal, ekonomik, ailevi, sanayi, ticaret, tarım, ulaşım gibi birçok başlığı da yakından etkilenmektedir.

Depremlerden sonra tarım arazilerinde çatlaklar, yarıklar, yer kaymaları ve kırılmaların oluşması ile tarım arazilerinin kullanılabilirliği zorlaşmaktadır. Depremlerin bitkisel üretimin yetiştirme sezonunda veya hemen öncesinde oluşması durumunda ise; depreme bağlı dışarıya göçlerle ailelerin yaşam alanlarının değişmesi, çalıştırılacak işçi noktasında sıkıntılar yaşanması vb. sosyal boyutu noktasında tarımsal faaliyetlerin sekteye uğraması, neticede üretim miktarındaki düşüşü de beraberinde getirecektir.

Tarımsal üretimin içerisinde; hayvansal ürünlerin elde edilmesinin yanında, insan ve hayvan beslenmesinde esas teşkil eden bitkisel ürünlerin ekim, sulama, gübreleme, hastalık zararlı ve yabancı ot kontrolü gibi bakım, hasat-harman gibi tarımsal faaliyetlerle elde edilmesi yer almaktadır. Zira tarımsal üretimin devamlılığı da, insanların ve hayvanların yaşamını devam ettirebilmesi açısından önemlidir. Türkiye’de tarımsal üretimin gerçekleştirildiği işlenen tarım alanları toplamı 23.97 milyon ha olup; bunun 16.75 milyon ha’ını tahıllar ve diğer bitkisel ürünler oluşturmaktadır (TÜİK 2024a).



Şekil 2. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri; Hatay (solda, 20.03.2023) ve Kahramanmaraş (sağda, 12.02.2023) illerinden görünüm (Ali Rahmi KAYA arşivinden)

6 Şubat 2023 yılında Kahramanmaraş merkezli depremin etkisinin görüldüğü on bir ilimizin tarım alanı (4.06 milyon ha) Türkiye'nin (23.97 milyon ha) % 16.94'ünü kapsamaktadır (TÜİK 2024b). Bu çalışmada yaklaşık altışar yıllık üç dönem; 2004-2010, 2011-2016, 2017-2022 yılları ve depremin etkisinin görüldüğü 2023 yılı üretim sezonunda Türkiye ve depremin yaşandığı on bir ilin soya fasulyesi ekiliş üretim verim ve ithalat değerlerinin değişimi ve incelenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 3. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri; Kahramanmaraş (solda, 09.07.2023) ve Hatay (sağda, 20.03.2023) illerinden görünüm (Ali Rahmi KAYA arşivinden)

MATERYAL VE METOT

Yapılan çalışmada kullanılan veriler TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim ve Dış Ticaret İstatistikleri) ve FAO (BM Tarım ve Gıda Örgütü) istatistiklerinden elde edilmiştir. 2004-2022 yılları üç döneme ayrılmış (yaklaşık altışar yıl); 2004-2010, 2011-2016, 2017-2022 ve depremin yaşandığı 2023 yılı olarak dört döneme ayrılmıştır. Ekim alanı, üretim miktarı ve verim değerlerine ait alan indeksleri hesaplanarak; ekim alanı, üretim miktarı, verim değerleri, ithalat, ihracat, arz, kullanım ve yeterlilik derecesinin trend grafikleri elde edilmiştir. 2004-2010 yılları ortalama değerleri indeksi 100 kabul edilmiştir. Şekil 1'de soya fasulyesi V6-Vn (7 ve daha fazla boğumlu) devresinden görünüm verilmiştir. Şekil 2 ve Şekil 3'te 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin yaşandığı Hatay (solda, 20.03.2023) ve Kahramanmaraş (sağda, 12.02.2023) illerinden görünüm vermiştir.

SOYA FASULYESİ ÜRETİMİNİN TÜRKİYE'DEKİ DURUMU

Türkiye'de Son 20 Yılda Soya Fasulyesi Ekim Alanında Değişimler

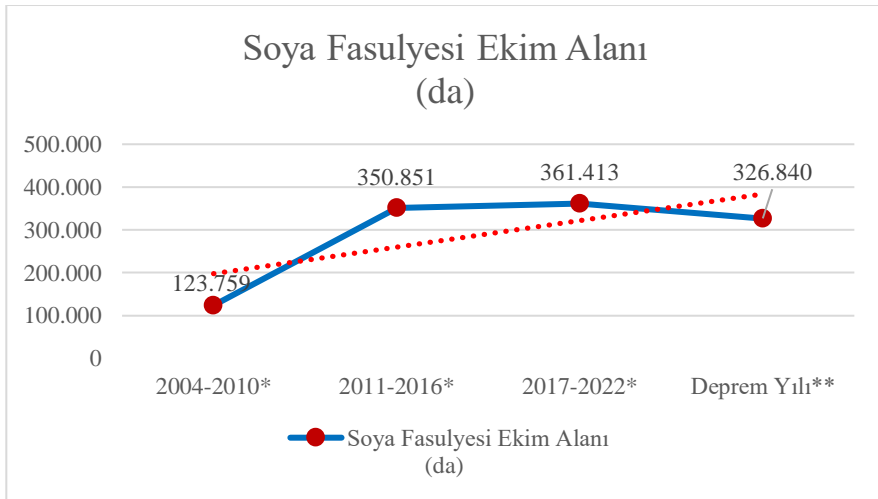
Türkiye'de son 20 yıllık soya fasulyesi ekim alanlarına ait verilere bakıldığında zaman 2004-2010 döneminde 123759 da olan ekim alanı, 2011-2016 döneminde %183.49 artarak 350851 da'a yükselmiş, 2017-2022 döneminde %192.03'lük bir artış göstererek 361413 da'a yükselmiştir. Soya fasulyesi ekim alanındaki artış depremin etkisinin yaşandığı 2023 yılında da diğer yıllarda olduğu gibi %164.09 artarak 326840 da ekim alanına ulaşmakla birlikte, 2011-2016 ve 2017-2022 dönemlerinin altında kalmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Türkiye'de soya fasulyesi ekim alanındaki değişimler (2004-2023)

Yıllar	Soya Fasulyesi Ekim Alanı (da)	Alan İndeksi (2004-2010= 100)
2004-2010*	123759	100.00
2011-2016*	350851	283.49
2017-2022*	361413	292.03
Deprem Yılı**	326840	264.09

*: yıllar ortalaması, **: 2023 yılı

Kaynak: TÜİK, 2024c



Şekil 4. Türkiye'de soya fasulyesi ekim alanındaki değişimler, 2004-2023 (TÜİK, 2024c).

Veriler dikkate alındığında, 2004-2010 dönemi baz alınarak 2011-2016 dönemi belirgin olmakla birlikte ve 2017-2022 döneminde sürekli bir artış görülmekle, ancak depremin etkisinin yaşandığı 2023 yılında soya fasulyesi ekim alanlarında gözle görülür bir düşüş söz konusu olmuştur (Şekil 4).

Türkiye’de Son 20 Yılda Soya Fasulyesi Üretim Miktarındaki Değişimler

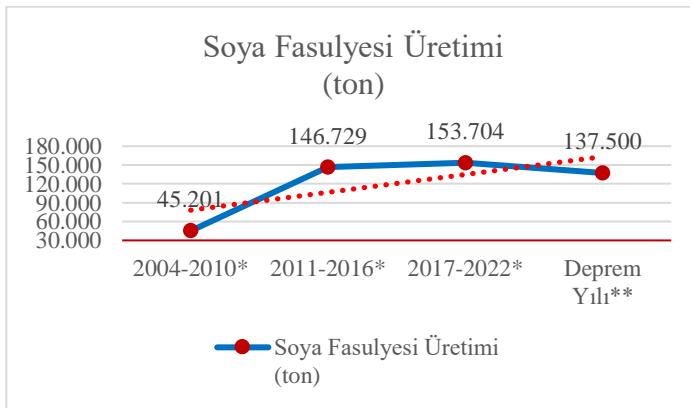
Soya fasulyesi üretim miktarı 2004-2010 döneminde 45201 ton iken, 2011-2016 döneminde %224.61’lik bir artış göstererek 146729 ton’a yükselmiştir. 2017-2022 döneminde 2011-2016 dönemine göre bir miktar yükseliş göstererek %240.04’lük bir artış ile 153704 ton’a ulaşmıştır. Depremin etkisinin yaşandığı 2023 yılında ise %204.19 artış göstererek 137500 ton’a yükselmiştir, ancak bu artış 2011-2016 ve 2017-2022 dönemlerinin altında kalmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Türkiye’de soya fasulyesi üretim miktarındaki değişimler (2004-2023)

Yıllar	Soya Fasulyesi Üretimi (ton)	Soya Fasulyesi Üretim İndeksi (2004-2010= 100)
2004-2010*	45201	100.00
2011-2016*	146729	324.61
2017-2022*	153704	340.04
Deprem Yılı**	137500	304.19

*: yıllar ortalaması, **: 2023 yılı

Kaynak: TÜİK, 2024c



Şekil 5. Türkiye’de soya fasulyesi üretim miktarındaki değişimler, 2004-2023 (TÜİK, 2024c).

Veriler incelendiğinde, soya fasulyesi üretim miktarında 2004-2010 dönemi baz alındığında 2011-2016 dönemi bariz olmak üzere ve 2017-2022 döneminde sürekli artış görülmektedir. Ancak, depremin etkisinin görüldüğü 2023 yılında 2011-2016 ve 2017-2022 dönemlerine göre gözle görülür bir düşüş söz konusu olmuştur. Soya fasulyesi üretim miktarı ekilişe paralel bir trend göstermektedir (Şekil 5).

Türkiye’de Son 20 Yılda Soya Fasulyesi Verimindeki Değişimler

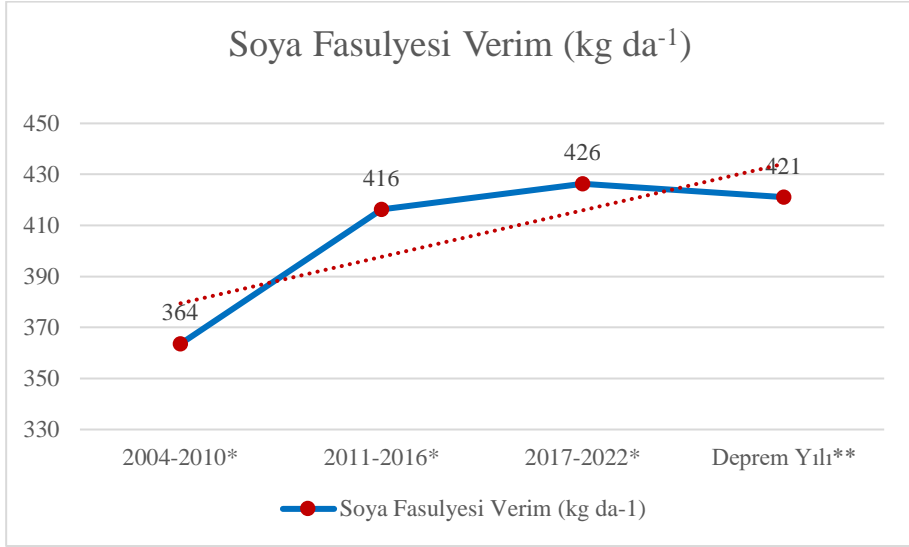
Türkiye’de son 20 yıllık soya fasulyesi verim değerlerine bakıldığında, 2004-2010 döneminde soya fasulyesi ortalama verimi 364 kg da⁻¹ iken, 2011-2016 döneminde %14.51 artış göstererek 416 kg da⁻¹’a 2017-2022 döneminde ise %17.26 artış göstererek 426 kg da⁻¹’a yükselmiştir. 2023 deprem yılında ise %15.80’lik artışla 421 kg da⁻¹’a ulaşılmıştır, ancak ortalama verim 2004 -2010 ve 2011-2016 dönemlerinden yüksek olmakla birlikte 2017-2022 dönemine göre ortalama verimde düşüş gerçekleşmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Türkiye’de soya fasulyesi verimindeki değişimler (2004-2023)

Yıllar	Soya Fasulyesi Verim (kg da ⁻¹)	Soya Fasulyesi Verim İndeksi (2004-2010= 100)
2004-2010*	364	100.00
2011-2016*	416	114.51
2017-2022*	426	117.26
Deprem Yılı**	421	115.80

*: yıllar ortalaması, **: 2023 yılı

Kaynak: TÜİK, 2024c



Şekil 6. Türkiye’de soya fasulyesi verimindeki değişimler, 2004-2023 (TÜİK, 2024c)

Soya fasulyesi ortalama verim değerlerine bakıldığında, yıllar ortalamalarında belirgin bir artış söz konusu iken, depremin yaşandığı 2023 yılında ise artış olmakla birlikte sadece 2017-2022 dönemine göre ortalama verimde bir düşüş gerçekleşmiştir. Aynı şekilde soya fasulyesi ortalama veriminde ekiliş ve üretim değerlerine paralel bir trend gerçekleşmiştir (Şekil 6).

Türkiye’de 2023 Yılı Soya Fasulyesi Ekim Alanı ve Üretimi En Fazla Olan ve Deprem’in de Yaşandığı İller

Türkiye’de 2023 yılı soya fasulyesi tarımı yapılan ilk beş il ve depremin yaşandığı on bir il ile ait ekim alanı, üretim miktarı ve verim değerleri Çizelge 4’te verilmiştir. Deprem yaşanan on bir ilden; Adıyaman, Elazığ, Kilis ve Malatya olmak üzere toplam dört ilde soya tarımı yapılmamakta ancak Adana, Kahramanmaraş, Osmaniye, Hatay, Diyarbakır, Şanlıurfa, Gaziantep illerinde soya tarımı yapılmaktadır.

Çizelge 4. Türkiye'de 2023 yılı soya fasulyesi tarımı yapılan illere ait ekim alanı, üretim miktarı ve verim değerleri

İller	Ekim alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da ⁻¹)
TÜRKİYE	326840	137500	421
Adana*	193655	89747	463
Mersin	44363	15921	359
Kahramanmaraş*	38222	14382	376
Osmaniye*	18300	7218	394
Samsun	13575	3653	269
Hatay*	7232	2879	398
Diyarbakır*	7162	2519	352
Şanlıurfa*	2395	557	233
Mardin	400	82	205
Amasya	370	159	430
Edirne	220	83	377
Gaziantep*	215	70	326
Ankara	200	50	250
Konya	195	61	313
Afyonkarahisar	97	40	412
Kütahya	80	20	250
Çanakkale	60	23	383
Nevşehir	30	15	500
Muğla	20	7	350
Ordu	20	5	250
Kastamonu	15	7	467
Tokat	10	1	100
Bursa	4	1	250

Kaynak: TÜİK, 2024c

*: Depremin yaşandığı iller

Soya fasulyesi ekim alanının %59.25'i Adana, %13.57'si Mersin, %11.69'u Kahramanmaraş, %5.59'u Osmaniye ve %4.15'i Samsun illerine aittir. Türkiye'de yirmi üç ilde ekimi yapılan soya fasulyesi ekim alanının %94.27'sini ilk beş il oluşturmaktadır, hatta bunlar içerisinde depremin yaşandığı Adana, Kahramanmaraş ve Osmaniye illeri toplam ekim alanının

%76.54 gibi yüksek bir oranını karşılamaktadır (Çizelge 4). Soya fasulyesi üretim miktarında ekim alanına paralel olarak sırasıyla en fazla değere Adana (89747 ton), Mersin (15921 ton), Kahramanmaraş (14382 ton), Osmaniye (7218 ton) ve Samsun (3653 ton) illeri sahip olmuştur (Çizelge 4, Çizelge 5).

Çizelge 5. Türkiye'de 2023 yılı soya fasulyesi ekiliş ve üretimi en fazla olan ve depremin de yaşandığı iller

İller	Ekim alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da ⁻¹)	Üretimde Türkiye Sıralaması	Verimde Türkiye Sıralaması (23 Soya Fasulyesi Yetiştirilen İlden)
Adana*	193655	89747	463	1. sırada	3. sırada
Mersin	44363	15921	359	2. sırada	11. sırada
Kahramanmaraş*	38222	14382	376	3. sırada	10. sırada
Osmaniye*	18300	7218	394	4. sırada	7. sırada
Samsun	13575	3653	269	5. sırada	16. sırada
Hatay*	7232	2879	398	6. sırada	6. sırada
Diyarbakır*	7162	2519	352	7. sırada	12. sırada
Şanlıurfa*	2395	557	233	8. sırada	21. sırada
Gaziantep*	215	70	326	12. sırada	14. sırada

*: Depremin yaşandığı iller

Kaynak: TÜİK, 2024c

Çizelge 5'te görüldüğü üzere, 2023 yılında soya fasulyesi ekiliş ve üretimi en fazla olan ve depremin de yaşandığı illere ait ortalama verim değerleri karşılaştırıldığında 463 kg da⁻¹ ile Adana 3. sırada, 359 kg da⁻¹ ile Mersin 11. sırada, 376 kg da⁻¹ ile Kahramanmaraş 10. sırada, 394 kg da⁻¹ ile Osmaniye 7. sırada, 269 kg da⁻¹ ile Samsun 16. sırada, 398 kg da⁻¹ ile Hatay 6. sırada, 352 kg da⁻¹ ile Diyarbakır 12. sırada, 233 kg da⁻¹ ile Şanlıurfa 21. sırada, 326 kg da⁻¹ ile Gaziantep 14. sırada yer almaktadır.

Çizelge 6. Türkiye'de 2023 yılı itibariyle en fazla soya fasulyesi ekimi yapılan (depremin yaşandığı ve yaşanmadığı) ilk beş il (2004-2023)

Yıllar	Adana		Mersin		Kahramanmaraş		Osmaniye		Samsun	
	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ
2004-2010*	55314	100.00	22046	100.00	3197	100.00	16721	100.00	21930	100.00
2011-2016*	216097	390.67	67128	304.50	6339	198.29	17284	103.37	29124	132.80
2017-2022*	203218	367.39	75955	344.53	24715	773.10	23655	141.47	20066	91.50
Deprem Yılı**	193655	350.10	44363	201.23	38222	1195.61	18300	109.44	13575	61.90

*: Yıllar ortalaması, **: 2023 yılı, EA: Soya fasulyesi Ekim Alanı, Aİ: Alan İndeksi (2004-2010= 100)

Kaynak: TÜİK, 2024c

Çizelge 7. Türkiye'de 2023 yılı itibariyle en fazla soya fasulyesi ekimi yapılan depremin yaşandığı diğer iller (2004-2023)

Yıllar	Hatay***		Diyarbakır***		Şanlıurfa***		Gaziantep***	
	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ
2004-2010*	701.00	100.00	400.50	100.00	2802.00	100.00	70.00	100.00
2011-2016*	934.00	133.24	993.50	248.06	4357.00	155.50	256.00	365.71
2017-2022*	2738.00	390.58	1996.33	498.46	5432.00	193.86	454.00	648.57
Deprem Yılı**	7232.00	1031.67	7162.00	1788.26	2395.00	85.47	215.00	307.14

*: Yıllar ortalaması, **: 2023 yılı, ***:Hatay'da 2009-11 2014 ve 2017, Diyarbakır'da 2004-8, Şanlıurfa'da 2011, Gaziantep'te 2004-9 ve 2016 yıllarında ekim yapılmamış ve ortalamalara dâhil edilmemiştir. EA: Soya fasulyesi Ekim Alanı, Aİ: Alan İndeksi (2004-2010= 100)

Kaynak: TÜİK, 2024c

2023 yılında Türkiye'de en fazla soya fasulyesi ekimi yapılan ilk beş il ve depremin yaşandığı on bir ilde ait ekim alanındaki değişimler 2004-2010 dönemi ortalama değerler indeksi 100 olmak üzere; 2011-2016 dönemi, 2017-2022 dönemi ve depremin etkisinin yaşandığı 2023 yılı değerleri Adana'da sırası ile %290.67, %267.39 ve %250.10 artış, Mersin'de %204.50, %244.53 ve %101.23 artış, Kahramanmaraş'ta sırasıyla %98.29, %673.10 ve %1095.61 artış, Osmaniye'de %3.37, %41.47 ve %9.44 artış, Samsun'da 2011-2016 dönemi %32.80 artış, 2017-2022 dönemi ve 2023 yılında sırasıyla %8.50 ve %38.10 düşüş, Hatay'da %33.24, %290.58 ve %931.67 artış, Diyarbakır'da %148.06, %398.46 ve %1688.26 artış, Şanlıurfa'da 2011-2016 ve 2017-2022 dönemlerinde sırasıyla %55.50 ve %93.86 artış ve 2023 yılında ise %14.53

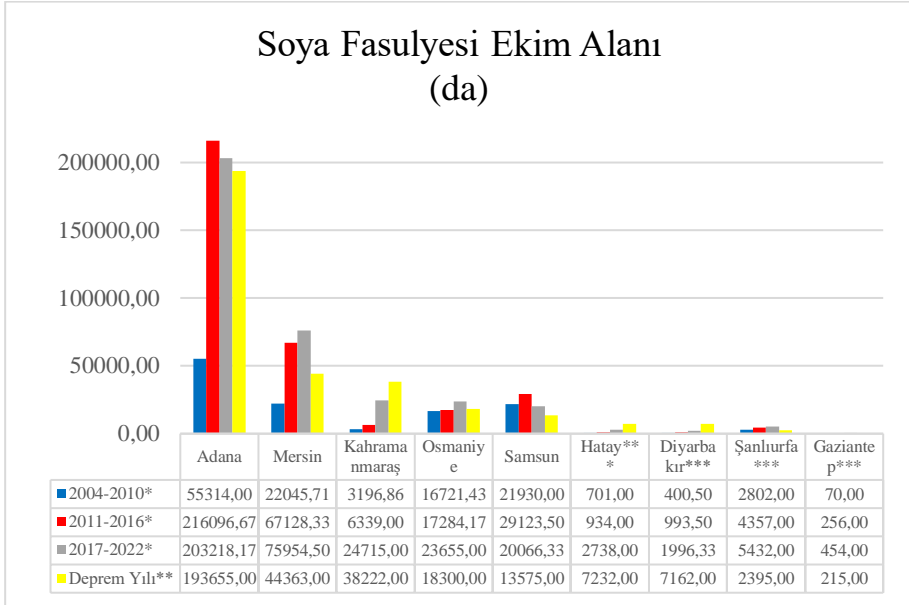
düşüş, Gaziantep ilinde %265.71, %548.57 ve %207.14 artış şeklinde gerçekleşmiştir (Çizelge 6 ve 7).

Çizelge 8. Türkiye'de 2021-2023 yılları soya fasulyesi ekim alanı en fazla olan ve depremin de yaşandığı iller

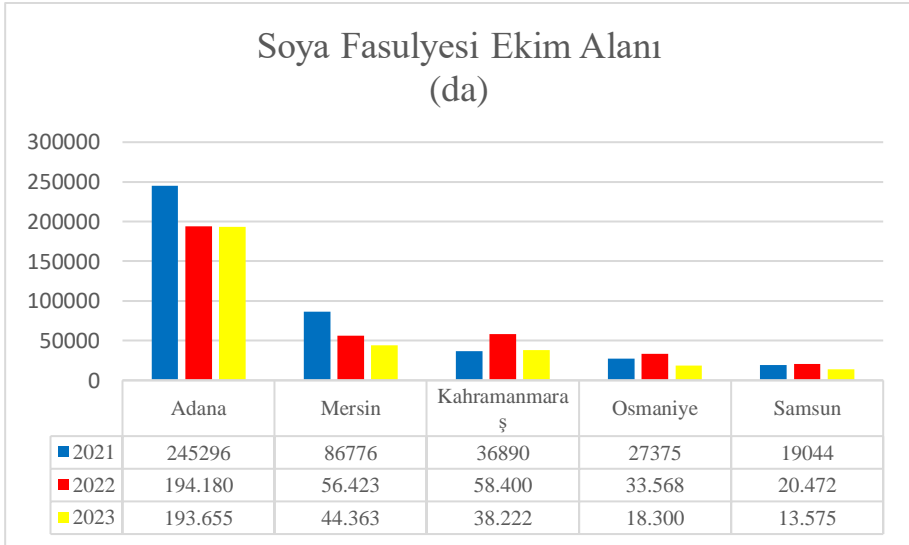
	Adana	Mersin	Kahramanmaraş	Osmaniye	Samsun	Hatay	Diyarbakır	Şanlıurfa	Gaziantep
Yıllar	Soya Fasulyesi Ekim Alanı (da)								
2021	245296	86776	36890	27375	19044	6086	2762	4058	1200
2022	194.180	56.423	58.400	33.568	20.472	6.675	4.046	2.353	215
2023*	193.655	44.363	38.222	18.300	13.575	7.232	7.162	2.395	215

Kaynak: TÜİK, 2024c, *: Deprem yılı

Dönemler boyunca geline noktada Çizelge 6 ve Çizelge 7’de yer alan illerden Samsun ve Şanlıurfa dışındaki tüm illerde 2004-2010 dönemi baz alındığında, 2011-2016 2017-2022 dönemleri ve 2023 deprem yılında ekim alanlarında kayda değer artışlar olmuştur. Ancak özellikle Kahramanmaraş Hatay ve Diyarbakır illerinde indeksin binler seviyesinin üzerine çıktığı görülmektedir. Bu üç ilin deprem yaşanan iller olduğu da göz önüne alındığında, bu illerde depremin soya fasulyesi tarımında ekim alanlarının azalmasına olumsuz etkilerinin olmadığı görülebilmektedir. Ancak daha iyi bir değerlendirme yapılacak olursa; Çizelge 8’de verildiği üzere bu illere ait dönemsel bazda değil de son üç yıllık (2021 2022 ve 2023 yılları) ekim alanları incelendiğinde 2022 yılına göre 2023 depremin yaşandığı yılda depremin yaşanmadığı illerden Mersin Samsun illerinde ve depremin yaşandığı Adana, Kahramanmaraş, Osmaniye, illerinde düşüş görülürken Gaziantep ilinde aynı, Hatay Diyarbakır ve Şanlıurfa illerinde ise artış görülmüştür. Tabi ki %94.27’lik bir oranla ekim alanının en fazla olduğu ilk beş ilin tamamında da düşüş olması depremin olduğu yılın tüm ülke genelinde ekim alanlarında yaygın bir düşüş seyri arz ettiği görülebilmektedir. Özetle depremin olduğu 2023 yılında Türkiye’de en fazla soya fasulyesi tarımının yapıldığı ilk beş ilde (toplam ekim alanının %94.27’lik kısmının) deprem yaşanan ve yaşanmayan iller bazında bir önceki yıla göre ekim alanlarında düşüşler meydana gelmiştir.



Şekil 7. Türkiye’de 2023 yılı itibariyle soya fasulyesi ekiliş ve üretimi en fazla olan ve depremin de yaşandığı illere ait ekim alanı, 2004-2023 (TÜİK, 2024c)



Şekil 8. Türkiye’de 2021-23 yılları itibariyle en fazla ekim yapılan ilk beş ile ait soya fasulyesi ekim alanı (TÜİK, 2024c)

Verilere bakıldığı zaman depremin yaşandığı yılda ekim alanı alan indeksi açısından Kahramanmaraş, Diyarbakır ve Hatay illerinde dönemsel bazda artış görülür iken diğer illerde düşüş görülmektedir (Şekil 7), ancak 2022 ve 2023 yılı kıyaslamasında genel bir düşüş görülmüştür (Şekil 8).

TÜRKİYE'DE SOYA FASULYESİ TİCARETİ

Türkiye'nin soya fasulyesine ait on dokuz yıllık veriler dikkate alındığında; 2004 yılında ithalat 1503545 ton iken 2022 yılında ise %92.08'lik artış göstererek 2888084 ton'a ulaşmıştır. Soya fasulyesi ihracatı ise ihlalat değerleri yanında bir kıymetiharbiyesi olmamakla birlikte 2004 yılında 30326 ton iken 2022 yılında %134.87'lik artış göstererek 71228 ton'a ulaşmıştır. 2004 yılında soya fasulyesi arz miktarı 1553245 ton iken 2022 yılında 3041844 ton ile %95.84'lük artış göstermiştir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Soya fasulyesi ürün denge tablosu (arz ve kullanımı (ton) ve yeterlilik derecesi (%))

Y	KÜ (ton)	ÜK (ton)	Ü (ton)	İT (ton)	A (ton)	T (ton)	TOK (ton)	YK (ton)	EK (ton)	K (ton)	YİK (ton)	İH (ton)	K (ton)	KBT (ton)	YD (%)
2004	49700	300	50000	1503545	1553245	1510100	860	Bilgi yoktur	Gizli veri	19126	1530086	30326	1553245	21,4	3,3
2005	28826	174	29000	1964418	1993244	1299051	1192	652306	Gizli veri	24716	1977265	15979	1993244	Bilgi yoktur	1,5
2006	47016	284	47300	2051102	2098118	1283591	867	730761	Gizli veri	25509	2040729	51450	2098118	Bilgi yoktur	2,3
2007	30421	245	30666	1464909	1495330	946066	867	497231	Bilgi yoktur	18281	1462445	38824	1495330	13,4	2,1
2008	34185	276	34461	1140812	1174998	744070	944	391204	Bilgi yoktur	14383	1150601	23910	1174998	10,4	3,0
2009	38134	308	38442	1699086	1737220	1111011	1052	583940	Bilgi yoktur	21468	1717471	20236	1737220	15,3	2,2
2010	85848	692	86540	1368446	1454294	922133	2347	485441	Bilgi yoktur	17847	1427769	26525	1454294	12,5	6,0
2011	101442	818	102260	1810219	1911661	1217494	2642	640689	Gizli veri	23555	1884380	27281	1911661	16,3	5,4
2012	121137	977	122114	1263699	1384836	841916	3160	443746	Gizli veri	16314	1305136	79700	1384836	11,1	9,3
2013	178560	1440	180000	1653418	1831978	1164281	4326	613631	Gizli veri	22560	1804798	27180	1831978	15,2	9,9
2014	148800	1200	150000	2197472	2346272	1141824	3432	1127991	Gizli veri	28775	2302022	44250	2346272	14,7	6,5
2015	159712	1288	161000	2283457	2443169	1153105	3673	1139339	Gizli veri	29065	2325182	117987	2443169	14,6	6,9
2016	163680	1320	165000	2271335	2435015	27392	3818	993100	1249455	28782	2302547	132468	2435015	0,3	7,1
2017	138880	1120	140000	2777455	2916335	38043	3167	1716392	1102205	36200	2896007	20328	2916335	0,5	4,8
2018	138880	1120	140000	2411582	2550462	17768	3285	981909	1400630	30425	2434017	116445	2550462	0,2	5,7
2019	148800	1200	150000	3038957	3187757	18202	3530	1602242	1485165	39356	3148494	39263	3187757	0,2	4,7
2020	153983	1242	155225	2745415	2899398	18271	3514	920927	1859770	35474	2837956	61442	2899398	0,2	5,4
2021	180544	1456	182000	2949273	3129817	18462	4389	1234680	1699148	37426	2994106	135711	3129817	0,2	6,0
2022	153760	1240	155000	2888084	3041844	18632	3801	1190753	1720298	37133	2970616	71228	3041844	0,2	5,2
	a	b	c	d	e	f	g	h	ı	j	k	l	m	n	0

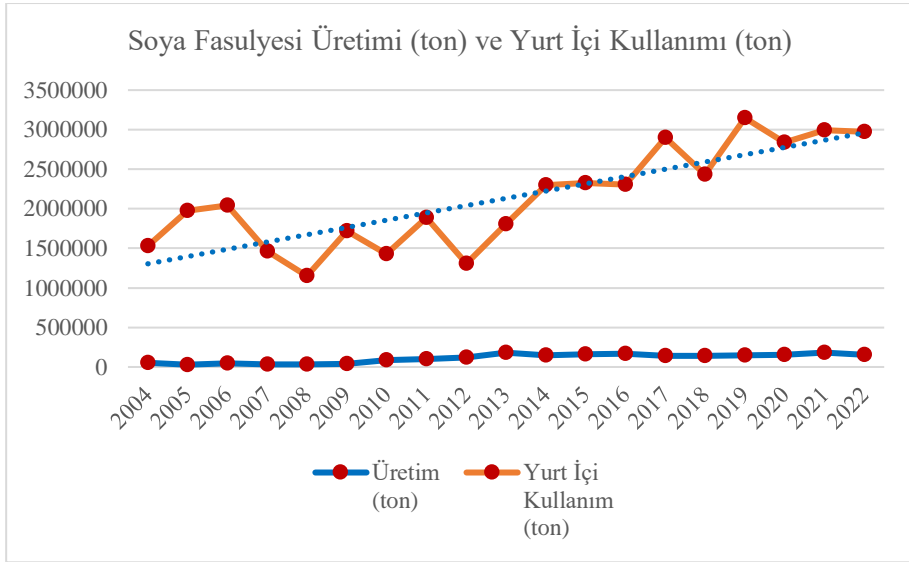
Y: Yıllar, KÜ: Kullanılabilir Üretim (ton), ÜK: Üretim Kayıpları (ton), Ü: Üretim (ton), İT: İthalat (ton), A: Arz (ton), T: Tüketim (ton), TOK: Tohumluk Kullanım (ton), YK: Yemlik Kullanım (ton), EK: Endüstriyel

Kullanım (ton), K: Kayıplar (ton), YİK: Yurt İçi Kullanım (ton), İH: İhracat (ton), K:Kullanım (ton), KBT: Kişi Başı Tüketim (ton), YD: Yeterlilik derecesi (%)

Kaynak: TÜİK (2024c), TÜİK (2024d)

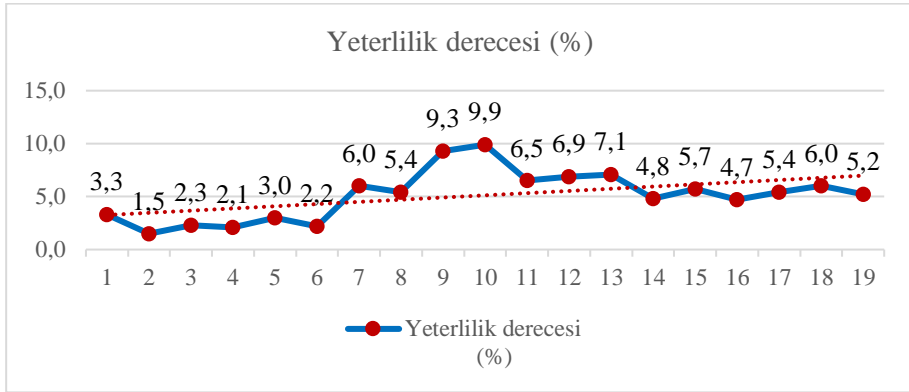
Çizelge 9'daki veriler aşağıdaki gibi formüle edilmiştir;

$c=a+b$	$e=a+d$	$k=f+g+h+i+j$	$m= k + l$	$y=(a/k)*100$
c= üretim	e= arz	k= yurt içi kullanım	m= kullanım	y= yeterlilik derecesi
a= kullanılabilir	a= kullanılabilir	f= tüketim	k= yurt içi	a= kullanılabilir üretim
üretim	üretim	g= tohumluk kullanım	kullanım	(üretim - üretim kayıpları)
b= üretim	d= ithalat	h= yemlik kullanım	l=ihracat	k= yurt içi kullanım
kayıpları		i= endüstriyel kullanım		
		j= kayıplar		



Şekil 9. Türkiye’de soya fasulyesi üretimi ve yurt içi kullanımı, 2004-2022 (TÜİK, 2024d)

Türkiye’de son on dokuz yıllık soya fasulyesi üretim miktarlarına bakıldığında zaman; 2004 yılında soya fasulyesi üretim miktarı 50000 ton iken 2022 yılında 155000 ton’a ulaşarak %210’luk bir artış göstermiştir. Türkiye’nin soya fasulyesi yurt içi kullanımı 2004 yılında 1530086 ton iken 2022 yılında %94.15’lik artış göstererek 2970616 ton’a ulaşmıştır (Şekil 9).



Şekil 10. Türkiye’de soya fasulyesi yeterlilik derecesi, 2004-2022 (TÜİK, 2024a)

Türkiye’nin on dokuz yıllık soya fasulyesi yeterlilik derecesindeki veriler incelendiğinde %1.5 ile %9.9 arasında değişmektedir. 2004 yılında soya fasulyesi yeterlilik derecesi %3.3 iken 2022 yılındaki yeterlilik derecesi %5.2’ye yükselmiştir, ancak bu yükseliş görüldüğü üzere yeterli bir artış değildir (Şekil 10).

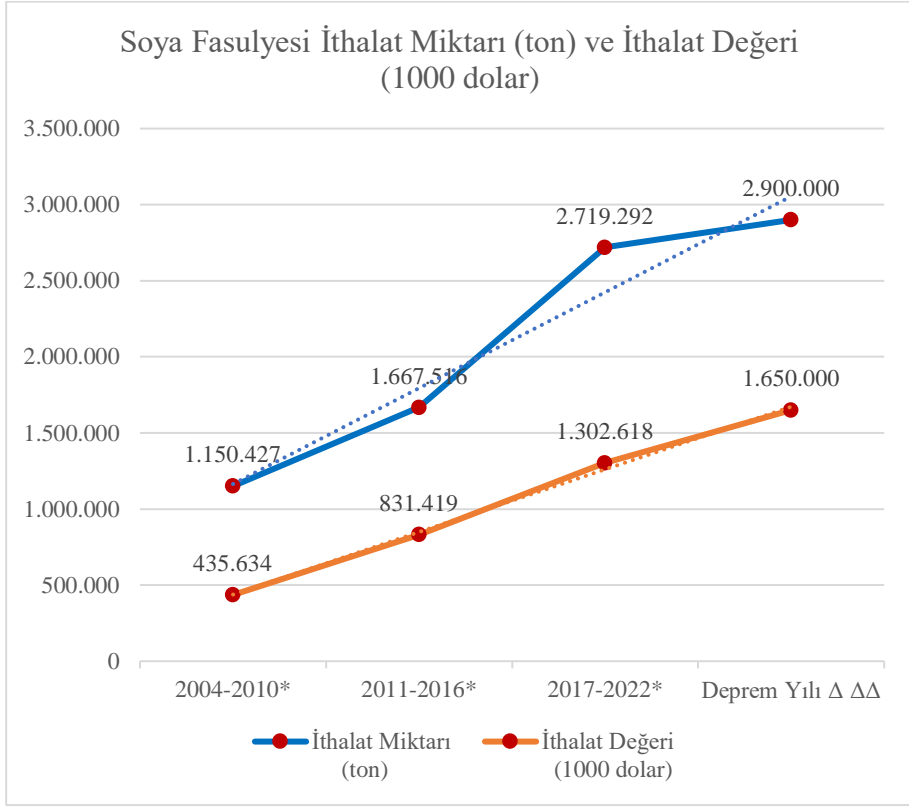
Çizelge 10. Türkiye’nin soya fasulyesi dış ticareti (2004-2023)

Yıllar	İthalat Miktarı (ton)	İthalat Değeri (1000 dolar)	İhracat Miktarı (ton)	İhracat Değeri (1000 dolar)
2004-2010*	1.150.427	435.634	253	128
2011-2016*	1.667.516	831.419	38.071	23.454
2017-2022*	2.719.292	1.302.618	80.179	48.058
Deprem Yılı Δ, ΔΔ	2.900.000	1.650.000	80.080	52.347

*: Yıllar ortalaması, **: 2023 yılı,

Kaynak: FAOSTAT (2024), Δ: Anonim (2024a), ΔΔ: Anonim (2024b)

FAOSTAT verilerine göre, son on dokuz yıllık verilere bakıldığında 2004-2010 döneminde 435 634 dolar karşılığı 1 150 427 ton olan soya fasulyesi ithalatı baz alındığında 2011-2016 döneminde %44.95 artarak 831 419 dolar karşılığı 1 667 516 ton’a, 2017-2022 döneminde %136.37 artarak 1 302 618 dolar karşılığı 2 719 292 ton’a yükselmiştir (FAOSTAT, 2024). Depremin etkisinin yaşandığı 2023 yılında ise %152.08 artış göstererek 1 650 000 dolar karşılığı 2 900 000 ton’a yükselmiştir (Anonim 2024a ve Anonim 2024b) (Çizelge 10).



Şekil 11. Türkiye'nin soya fasulyesi dış ticareti, 2004-2023 (FAOSTAT 2024, Anonim 2024a, Anonim 2024b)

Değerler göz önüne alındığında, toplamda soya fasulyesi ithalat değerlerinde belirgin bir artış trendi görülmektedir. 2004-2010 dönemi soya fasulyesi ithalatı baz alındığında toplamda soya fasulyesi ithalat miktarı 2011-2016, 2017-2022 ve depremin etkisinin yaşandığı 2023 yılında belirgin bir artış trendi görülmüştür (Şekil 11).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye şartlarında soya fasulyesi doğrudan besin olarak değil de daha ziyade hayvan beslenmesi için yemlik kullanım ve işlenmiş gıdalar için endüstriyel kullanım olarak tüketilmektedir. 2023 yılında soya fasulyesi üretim miktarı 137 500 ton iken, %5 civarında seyreden kendine yeterlilikle 1 650 000 bin dolar karşılığı 2 900 000 ton soya fasulyesi ithal edilmiştir. Verilerden de anlaşıldığı üzere soya fasulyesi üretimi iç piyasayı karşılayamamakta olup dışardan ithal edilen bir ürün durumundadır. Soya fasulyesi Türkiye iklim

şartlarına uygun bir bitki olmasına rağmen çiftiler tarafından diğer bitkilere kıyasla fazla tercih edilmemektedir. Soya fasulyesi üretimini artırmak için diğer bitkilere nazaran devlet tarafından yapılan teşvik ve desteklerin artırılması gerekmektedir.

“6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri”, deprem yaşanan illerde büyük yıkımlara neden olmuştur. Meydana gelen depremde insan yaşamı doğrudan ve dolaylı olarak birçok alandan etkilenmiştir. İnsanoğlunun yaşamını devam ettirebilmesi için başlıca yeme, içme ve barınma gibi ihtiyaçlarını karşılaması gerekmektedir. 2023 yılında depremin yaşanması özellikle tarım sektöründe irili ufaklı birçok olumsuz etkilere neden olmuştur.

Doğrudan ve dolaylı olarak oluşan etkiler;

- Depremin etkisiyle bölgenin önemli tarım alanlarından olan Adana, Kahramanmaraş, Osmaniye, Adıyaman ve Hatay illerine ait tarım arazilerinde toprak kaymaları ve çatlaklar oluşarak tarım alanlarının özellikle fay hattında kırılmaların olduğu yerlerde toprak yapısında (strüktüründe) bozulmalar meydana gelmesiyle küçük ölçekli de olsa verim kayıpları oluştuğu,
- Yollarda, sulama sistemlerinde, drenaj kanallarında, tarımsal alet ve ekipmanlar da zarar görme sonucunda üretimde kayıplara neden olduğu,
- Yem stoklarının yapıldığı tesislerdeki zararlanmalar, yolların zarar görmesinden dolayı tarımsal ürünlerin pazara ulaşması zorlaşarak sadece deprem bölgesinde değil aynı zamanda ülke genelinde tedarik zincirinin bazı aksamalara yol açtığı,
- Piyasada gıda arzının daralması ile özellikle küçük pazarlarda fiyatların artmasına sebep olduğu
- kısa süreli de olsa depremin etkisiyle lojistik alt yapıdaki hasarlar, ürünlerin pazara ulaşmasını zorlaştırdığı, bölgede üretilen ürünlerin diğer bölgelere taşınmasını zorlaştırdığı,
- Can kaybının yaşanması, göç, ev ekipman vb. varlığını kaybeden çiftçilerde üretim kapasitesini düşürdüğü, öngörülebilir.

Genel olarak bakacak olursak; Türkiye soya fasulyesi 2004-2010 yılları baz alındığında, ekim alanları 2011-2016 döneminde %183.49, 2017-2022 döneminde %192.03 ve depremin yaşandığı 2023 yılında diğer yıllara paralel

olarak %164.09 yükseliş göstermektedir. Soya fasulyesi üretim miktarı 2011-2016 döneminde %224.61, 2017-2022 döneminde %240.04 ve depremin yaşandığı 2023 yılında %204.19 artış göstermektedir. Verim değerleri 2011-2016 döneminde %14.51, 2017-2022 döneminde %17.26 ve depremin yaşandığı 2023 yılında %15.80'lik bir artış göstermektedir. Ancak depremin olduğu 2023 yılında Türkiye'de en fazla soya fasulyesi tarımının yapıldığı ilk beş ilde yukarıda anılan sebeplere ilave olarak sosyal etkilerinden de kaynaklı olmak üzere (toplam ekim alanının %94.27'lik kısmının) deprem yaşanan ve yaşanmayan iller bazında ekim alanlarında üretim miktarlarında ve verim değerlerinde bir önceki yıla göre düşüşler meydana gelmiştir. Elbette ekim ve üretimdeki düşüşlerin tamamını depreme ve dolaylı etkilerine bağlamak tamamen doğru olmaz, ancak rakamsal bazda bu tespitlerin de ortaya konması resme daha geniş bir çerçeveden bakmamızı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Anonim, 2024a. Tridge. Overview of Soybean Market in Türkiye (Türkiye'deki Soya Fasulyesi Pazarına Genel Bakış). <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/TUR/year/2023/tradeflow/Exports/partner/ALL/product/120100> (Erişim Tarihi: 11 Ekim 2024).
- Anonim, 2024b. World Integrated Trading Solution. Turkey Soya beans exports by country in 2023 (2023'te Ülkelere Göre Türkiye Soya Fasulyesi İhracatı). <https://www.tridge.com/intelligences/soybean/TR> (Erişim Tarihi: 11 Ekim 2024).
- FAOSTAT, 2024. FAO İstatistiki Verileri (Türkiye Soya Fasulyesi İthalat İhracat ve Değerleri). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 11 Ekim 2024).
- TÜİK, 2024a. Türkiye İstatistik Kurumu Türkiye Toplam Tarım Alanları. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim Tarihi: 11 Ekim 2024).
- TÜİK, 2024b. Türkiye İstatistik Kurumu Türkiye ve 6 Şubat 2023 Deprem Yaşanan İller Tarım Alanları. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 11 Ekim 2024).
- TÜİK, 2024c. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 11 Ekim 2024).
- TÜİK, 2024d. Türkiye İstatistik Kurumu Dış Ticaret İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr> (Erişim Tarihi: 11 Ekim 2024).

BÖLÜM 4

6 ŞUBAT DEPREMİ VE ÖNCESİ TÜRKİYE VE DEPREM YAŞANAN 11 İLDE PAMUK ÜRETİM VE TİCARETİNDEKİ DEĞİŞİMLER

Doç. Dr. Ali Rahmi KAYA¹
Arş. Gör. Zeliha AYSABAR²

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri.Bölümü
Kahramanmaraş, Türkiye. alirahmikaya@ksu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-0318-6034

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri.Bölümü
Kahramanmaraş, Türkiye. aysabarzeliha@gmail.com, Orcid ID: 0000-0001-8690-5959

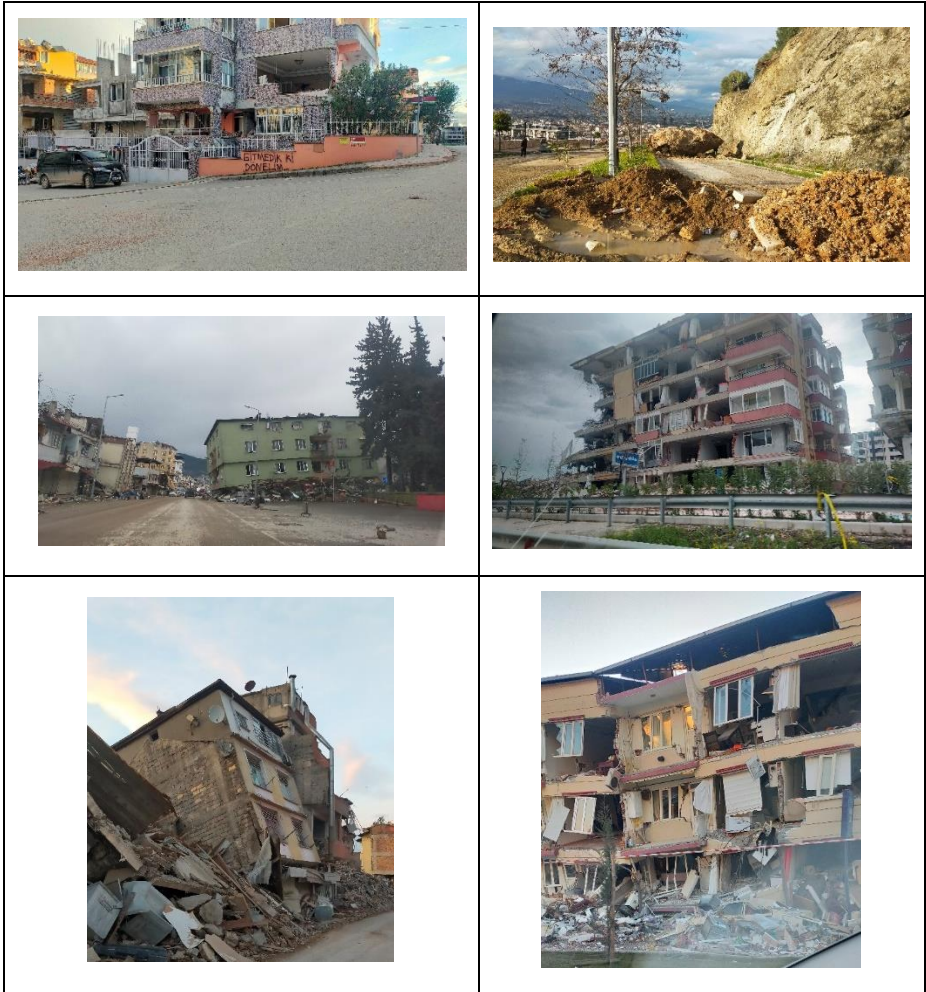


Şekil 1. Pamuk hasat zamanından görünüm (Ali Rahmi KAYA'nın arşivinden)

GİRİŞ

Doğal afetleri tam manasıyla bilmek ve gereğini, belki yüzlerce yıl sonra olma ihtimali de olsa ileriye dönük tedbirlerini almak gerekmektedir. Bunun en kolay hal yolu da "Hiçbiriniz kendisi için istediğini (mü'min) kardeşi için istemedikçe (gerçek) iman etmiş olamaz.." (Buhârî, İmân,7; Müslim, İmân,71) hadisi şerif düsturu olsa gerek. Toplumu oluşturan fertlerin deprem gibi doğal afetler hakkında bilgilere sahip olması, bu konuda kritik analitik düşünce ile eleştirel düşünebilmesi, deprem olmadan önce, deprem anında ve sonrasında ve çok daha sonraları eylem planlarının hazır olması, eyleme geçebilmesi gerekmektedir. Zira, çiftçisiyle, işçisiyle, öğrenci, öğretmen, mühendis, şehir planlamacısı, meteoroloğu ile hâsılı şehirde kasabada köyde yaşayanıyla, toplumun her ferdinin direkt veya dolaylı olarak birbirleriyle organik bağlantıları bulunmaktadır. Kahramanmaraş'ta depremde vefat eden kişi/ler, Kayseri'de tarımla uğraşan çiftçinin birinci dereceden yakını olabilmekte, bütün hayat planını değiştirebilmektedir. Dolayısıyla deprem gibi, hele şümüllü böyle doğal afetlerde ateş sadece düştüğü yeri yakmamakta, tüm ülke genelini etkileyebilmektedir. Deprem gibi doğal afetleri önleme imkânı olmamakla birlikte, gerekli ön tedbirler alınabilir. Ancak sonrasında da yapılması gerekenler ivedilikle yerine getirilmelidir.

İnsan hayatında beslenme ihtiyacının sürekliliği gıda maddelerinin sürekli olarak üretimini, bu da tarımda sürekliliği gerekli kılmaktadır. Yani deprem de olsa tarımsal faaliyetlere devam zorunluluğu vardır. Ancak bu tarımsal faaliyetlerin devamlılığı; sadece bu işi bizzat yapanların yanında, devlet mekanizmasının ilgili kurumlarının deprem durumunda çiftçilerin ne yapması gerektiğine ilişkin acil eylem planlarını uygulamaya koymaları ile mümkündür. Bu bağlamda 04.02.2024 tarihli Tarım ve Orman Bakanlığı'nca 6 Şubat depremlerinden etkilenen illerde üreticilere toplam 14 milyar lira tarımsal destekleme ödemesi yapılmıştır (Anonim 2024).



Şekil 2. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri; Hatay ilinden görüntüler (Ali Rahmi KAYA arşivinden)

6 Şubat 2023 yılında Kahramanmaraş merkezli depremin etkisinin görüldüğü on bir ilimizin tarım alanı (4.06 milyon ha) Türkiye'nin (23.97 milyon ha) % 16.94'ünü kapsamaktadır (TÜİK 2024a, TÜİK 2024b).



Şekil 3. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri; Kahramanmaraş (üstteki resimler) ve Hatay (alttaki resimler) illerinden görüntüler (Ali Rahmi KAYA arşivinden)

Türkiye’de tarımsal üretimin gerçekleştirildiği işlenen tarım alanları toplamı 23.97 milyon ha olup; bunun 16.75 milyon ha’nını tahıllar ve diğer bitkisel ürünler oluşturmakla birlikte deprem yaşanan ve pamuk tarımı yapılmayan Elazığ ve Malatya illeri hariç, pamuk tarımı yapılan Şanlıurfa, Diyarbakır, Hatay, Adana, Adıyaman, Gaziantep, Kahramanmaraş, Osmaniye ve Kilis illerinin toplam tarım alanı 3.69 milyon ha ile Türkiye toplam tarım alanlarının %15.4’üne tekâbül etmektedir (TÜİK 2024a, 2024b). Bu araştırmada 2004-2010, 2011-2016, 2017-2022 yıllarını içeren yaklaşık altışar yıllık üç dönem ve depremin etkisinin görüldüğü 2023 yılı üretim sezonunda Türkiye ve depremin yaşandığı on bir il içerisinde pamuk tarımı yapılan dokuz ilin pamuk ekiliş üretim verim ve ithalat değerlerinin değişimi ve incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Yapılan çalışmada kullanılan veriler TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim ve Dış Ticaret İstatistikleri), FAO (Food and Agriculture Organization / BM Gıda ve Tarım Örgütü) ve ICAC (International Cotton Advisory Committee / Uluslar Arası Pamuk Danışma Komitesi) istatistiklerinden elde edilmiştir. 2004-2022 yılları yaklaşık altışar yıldan üç dönem (2004-2010, 2011-2016, 2017-2022) depremin yaşandığı 2023 yılı da dâhil olmak üzere toplam dört döneme ayrılmıştır. Ekim alanı, üretim miktarı ve verim değerlerine ait alan indeksleri hesaplanarak; ekim alanı, üretim miktarı, verim değerleri, ithalat, ihracat verilerinin trend grafikleri elde edilmiştir. 2004-2010 yılları ortalama değerleri indeksi 100 kabul edilmiştir. Ayrıca lif pamuk ithalat ve ihracat miktar ve değerleri de verilmiştir. Şekil 1’de pamuk hasat zamanından, Şekil 2 ve Şekil 3’te 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin yaşandığı Hatay (20.03.2023) ve Kahramanmaraş (12.02.2023) illerinden görünüm vermiştir.

PAMUK ÜRETİMİNİN TÜRKİYE’DEKİ DURUMU

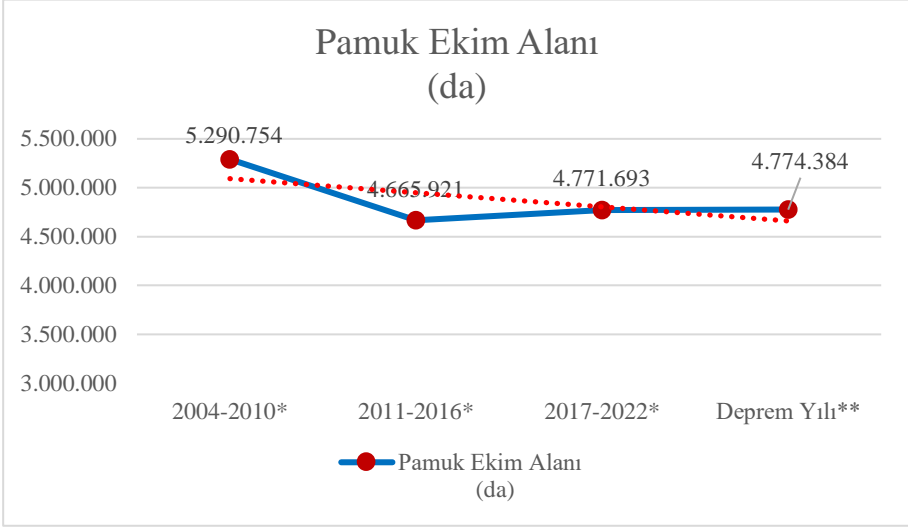
Türkiye’de Son 20 Yılda Pamuk Ekim Alanında Değişimler

Son 20 yıllık pamuk ekim alanlarına ait verilere bakıldığı zaman Türkiye’de 2004-2010 döneminde 5290754 da olan ekim alanı, 2011-2016 döneminde %11.81 azalarak 4665921 da’a düşmüş, 2017-2022 döneminde %9.81 azalarak 4771693 da’a düşmüştür. Pamuk ekim alanındaki azalış depremin etkisinin yaşandığı 2023 yılında da diğer yıllarda olduğu gibi %9.76 azalarak 474384 da ekim alanı gerçekleşmiştir. Her ne kadar 2017-2022 dönemine göre az bir miktar artış görünse de 2022 yılında 5731613 da olan ekim alanının deprem yılı 2023 yılında 4774384 da’a gerilemiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Türkiye’de pamuk ekim alanındaki değişimler (2004-2023)

Yıllar	Pamuk Ekim Alanı (da)	Alan İndeksi (2004-2010= 100)
2004-2010*	5.290.754	100.00
2011-2016*	4.665.921	88.19
2017-2022*	4.771.693	90.19
Deprem Yılı**	4.774.384	90.24

*: Yıllar ortalaması, **: 2023 yılı Kaynak: TÜİK, 2024c



Şekil 4. Türkiye’de pamuk ekim alanındaki değişimler, 2004-2023 (TÜİK, 2024c).

Veriler dikkate alındığında, 2004-2010 dönemi baz alınarak 2011-2016 dönemi belirgin olmakla birlikte, 2017-2022 dönemi ve depremin etkisinin yaşandığı 2023 yılında pamuk ekim alanlarında bir düşüş söz konusu olmuştur, bu durum deprem ve harici zamanlarda tecrici olarak pamuk ekilişinin Türkiye’de azaldığını göstermektedir. Ancak 2022 yılındaki 5731613 ha’lık Türkiye pamuk ekim alanı göz önüne alındığında, deprem yılı 2023’te bir önceki yıla göre bir azalma söz konusudur (Şekil 4).

Türkiye’de Son 20 Yılda Pamuk Üretim Miktarındaki Değişimler

Pamuk üretim miktarı kütlü pamuk üretimi ve lif pamuk üretimi olarak iki şekilde incelenmiştir. Kütlü pamuk üretim miktarı 2004-2010 döneminde 2173582 ton iken, 2011-2016 döneminde %4.67’lik bir artış göstererek 2275000 ton’a yükselmiş, 2017-2022 döneminde bir miktar daha yükseliş göstererek %7.30’luk bir artış ile 2332274 ton’a ulaşmıştır. Depremin etkisinin yaşandığı 2023 yılında ise %3.39 düşüş göstererek 2100000 ton’a gerilemiştir. Lif pamuk üretim miktarı ise 2004-2010 döneminde 824606 ton iken, 2011-2016 döneminde %1.67’lik bir artış göstererek 838.417 ton’a yükselmiş, 2017-2022 döneminde bir miktar daha yükseliş göstererek %4.67’lik bir artış ile

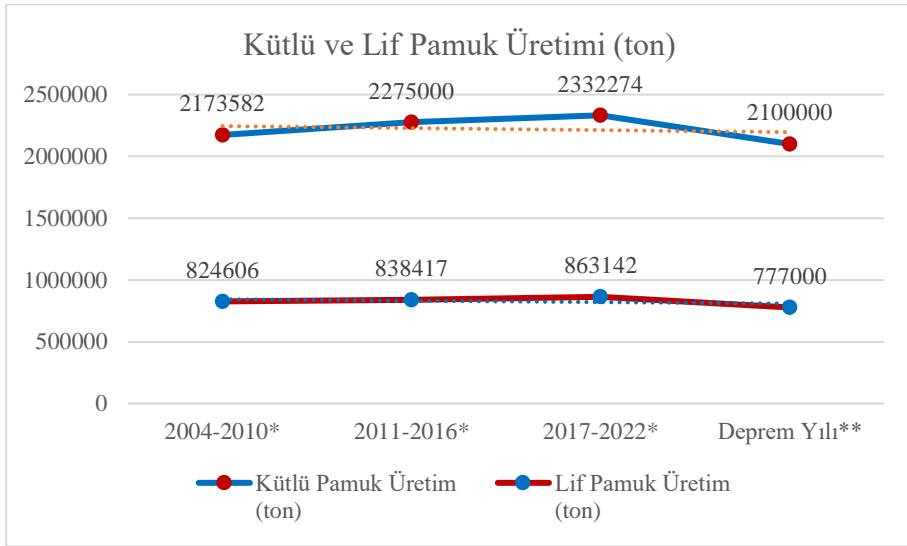
863142 ton'a ulaşmıştır. Depremin etkisinin yaşandığı 2023 yılında ise %5.77'lik bir düşüş göstererek 777000 ton'a gerilemiştir. (Çizelge 2).

Çizelge 2. Türkiye'de pamuk üretim alanındaki değişimler (2004-2023)

Yıllar	Kütlü Pamuk Üretim (ton)	Kütlü Pamuk Üretim İndeksi (2004-2010=100)	Lif Pamuk Üretim (ton)	Lif Pamuk Üretim İndeksi (2004-2010=100)
2004-2010*	2.173.582	100.00	824.606	100.00
2011-2016*	2.275.000	104.67	838.417	101.67
2017-2022*	2.332.274	107.30	863.142	104.67
Deprem Yılı**	2.100.000	96.61	777.000	94.23

*: yıllar ortalaması, **: 2023 yılı

Kaynak: TÜİK, 2024c



Şekil 5. Türkiye'de pamuk üretim alanındaki değişimler, 2004-2023 (TÜİK, 2024c).

Veriler incelendiğinde, pamuk üretim miktarında; kütlü pamuk üretimi 2004-2010 dönemi baz alındığında 2011-2016 dönemi ve 2017-2022 döneminde bir miktar artış görülmektedir. Ancak, depremin etkisinin görüldüğü 2023 yılında gözle görülür bir düşüş söz konusu olmuştur. Lif pamuk üretiminde ise kütlü pamuk üretimine benzer bir seyir izlemiştir, deprem yılına

ait düşüşü net ifade etme adına; 2022 yılında 1017500 ton olan lif pamuk üretimi deprem yılı olan 2023'te 777000 ton'a gerilemiştir (Şekil 5).

Türkiye'de Son 20 Yılda Pamuk Verimindeki Değişimler

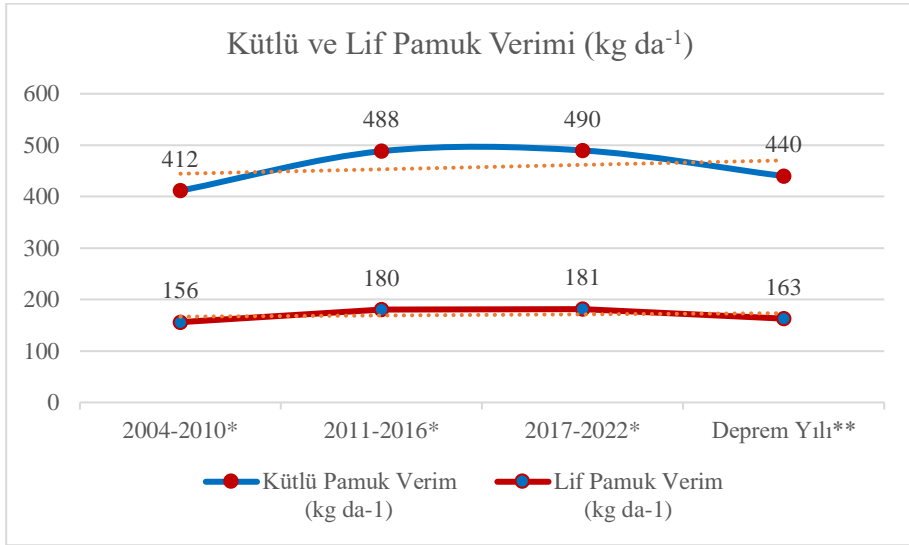
Türkiye'de son 20 yıllık pamuk verim değerleri kütlü pamuk ve lif pamuk şeklinde incelenmiştir. 2004-2010 döneminde kütlü pamuk ortalama verimi 412 kg da⁻¹ iken, 2011-2016 döneminde %18.61'lik artış göstererek 488 kg da⁻¹'a, 2017-2022 döneminde ise %18.97'lik artış göstererek 490 kg da⁻¹'a yükselmiştir. 2023 deprem yılında ise ancak %6.87'lik artışla 440 kg da⁻¹'a ulaşmıştır, ancak ortalama verim 2004-2010 döneminden yüksek olmakla birlikte 2011-2016 ve 2017-2022 dönemlerine göre verimde düşüş gerçekleşmiştir. Lif pamuk verim değerleri ise 2004-2010 döneminde 156 kg da⁻¹ iken, 2011-2016 döneminde %15.38'lik bir artış göstererek 180 kg da⁻¹'a yükselmiş, 2017-2022 döneminde %16.24'lük bir artış ile 181 kg da⁻¹'a ulaşmıştır. Depremin yaşandığı 2023 yılında ise %4.49'luk bir artış göstererek 163 kg da⁻¹'a yükselmiştir, kütlü pamuk veriminde olduğu üzere; lif pamuk ortalama verimi 2004-2010 döneminden yüksek olmakla birlikte 2011-2016 ve 2017-2022 dönemlerine göre verimde düşüş meydana gelmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Türkiye'de pamuk verimindeki değişimler (2004-2023)

Yıllar	Kütlü Pamuk Verim (kg da ⁻¹)	Kütlü Pamuk Verim İndeksi (2004-2010=100)	Lif Pamuk Verim (kg da ⁻¹)	Lif Pamuk Verim İndeksi (2004-2010=100)
2004-2010*	412	100.00	156	100.00
2011-2016*	488	118.61	180	115.38
2017-2022*	490	118.97	181	116.24
Deprem Yılı**	440	106.87	163	104.49

*: yıllar ortalaması, **: 2023 yılı

Kaynak: TÜİK, 2024c



Şekil 6. Türkiye’de pamuk verimindeki değişimler, 2004-2023 (TÜİK, 2024c)

Şekil 6’da görüldüğü üzere, Pamuk ortalama verim değerlerine bakıldığında, kütlü pamuk verimi 2004-2010 dönemi baz alındığında 2011-2016 dönemi ve 2017-2022 döneminde artış görülmektedir. Ancak, depremin yaşandığı 2023 yılında 2004-2010 dönemine göre bir miktar artış olmakla birlikte, 2011-2016 ve 2017-2022 dönemlerine göre belirgin bir düşüş söz konusu olmuştur. Lif pamuk veriminde ise kütlü pamuk verimine benzer bir seyir izlemiştir. Kütlü ve lif pamuk verimlerinde de ekiliş ve üretim değerlerine paralel bir trend gerçekleşmiştir.

2023 Yılı Türkiye’de Pamuk Ekim Alanı ve Üretim Miktarı Bakımından En Fazla Olan Altı İl ve Depremin Yaşandığı Pamuk Tarımı Yapılan Dokuz İl

Türkiye’de 2023 yılı pamuk ekim alanı ve üretimi yapılan iller Çizelge 4’te verilmiştir. Deprem yaşanan on bir ilden; Elazığ ve Malatya olmak üzere iki ilde pamuk tarımı yapılmamakta, ancak Şanlıurfa, Diyarbakır, Hatay, Adana, Adıyaman, Gaziantep, Kahramanmaraş, Osmaniye ve Kilis illerinde pamuk tarımı yapılmaktadır. En fazla pamuk ekim alanı olan altı ilden Türkiye toplam pamuk ekim alanının %42.61’ini Şanlıurfa, %14.77’sini Diyarbakır, %11.84’ünü Aydın, %8.15’ini Hatay, %5.21’ini İzmir ve %3.83’ünü Adana illeri karşılamaktadır. Türkiye’de 22 ilde ekimi yapılan pamuk ekim alanının %86.40’ını altı ilimiz oluşturmaktadır. Hatta bunlar içerisinde depremin

yaşandığı Şanlıurfa, Diyarbakır, Hatay ve Adana illeri toplam ekim alanının %69.36 gibi yüksek bir oranını karşılamaktadır.

Kütlü pamuk ekim alanına paralel olarak seyreden kütlü pamuk üretim miktarı sırasıyla en fazla Şanlıurfa (881030 ton), Diyarbakır (303137 ton), Aydın (242728 ton), Hatay (185009 ton), İzmir (115104 ton) ve Adana (85401 ton) illerinde üretilmektedir. Lif pamuk üretim miktarı kütlü pamuk üretim miktarına paralel olarak sırasıyla en fazla Şanlıurfa (325979 ton), Diyarbakır (112161 ton), Aydın (89809 ton), Hatay (68454 ton), İzmir (42589 ton) ve Adana (31598 ton) illerinde üretilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Türkiye'de 2023 yılı pamuk tarımı yapılan illere ait ekim alanı, üretim miktarı ve verim değerleri

İller	Ekim alanı (da)	Kütlü Pamuk Üretimi (ton)	Kütlü Pamuk Verimi (kg da ⁻¹)	Lif Pamuk Üretimi (ton)	Lif Pamuk Verimi (kg da ⁻¹)
TÜRKİYE	4.774.384	2.100.000	440	777.000	163
Şanlıurfa*	2.034.343	881.030	433	325.979	160
Diyarbakır*	705.158	303.137	430	112.161	159
Aydın	565.360	242.728	429	89.809	159
Hatay*	388.884	185.009	476	68.454	176
İzmir	248.526	115.104	463	42.589	171
Adana*	182.923	85.401	467	31.598	173
Manisa	144.557	72.160	499	26.701	185
Denizli	122.795	57.856	471	21.405	174
Mardin	81.980	36.204	442	13.397	163
Adıyaman*	65.375	26.964	412	9.976	153
Gaziantep*	47.155	19.581	415	7.245	154
Kahramanmaraş*	43.055	16.963	394	6.276	146
Antalya	42.801	17.810	416	6.590	154
Şırnak	42.419	15.658	369	5.793	137
Mersin	18.340	6.371	347	2.357	129
Muğla	12.162	4.733	389	1.751	144
Batman	11.335	5.212	460	1.929	170
Siirt	7.880	4.259	540	1.576	200
Osmaniye*	4.655	1.853	398	685	147
Kilis*	3.155	1.413	448	524	166

Balıkesir	1.510	548	363	203	134
Bursa	16	6	375	2	125

*: Depremin yaşandığı iller

Kaynak: TÜİK, 2024c

Çizelge 5'te görüldüğü üzere, 2023 yılında pamuk ortalama verim değerleri karşılaştırıldığında 476 kg da⁻¹ ile Hatay 1. sırada, 467 kg da⁻¹ ile Adana 2. sırada, 463 kg da⁻¹ ile İzmir 3. sırada, 448 kg da⁻¹ ile Kilis 4. sırada, 433 kg da⁻¹ ile Şanlıurfa 5. sırada, 430 kg da⁻¹ ile Diyarbakır 6. sırada, 429 kg da⁻¹ ile Aydın 7. sırada, 415 ile kg da⁻¹ Gaziantep 8. sırada, 412 kg da⁻¹ ile Adıyaman 9. sırada, 398 kg da⁻¹ ile Osmaniye 10. sırada ve 394 kg da⁻¹ ile Kahramanmaraş 11. sırada yer almaktadır.

Çizelge 5. Türkiye'de 2023 yılı pamuk ekiliş ve kütlü pamuk üretimi en fazla (ilk altı il) olan ve depremin de yaşandığı pamuk yetiştirilen iller

İller	Ekim alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da ⁻¹)	Üretimde Türkiye Sıralaması	Verimde Türkiye Sıralaması (Pamuk Yetiştirilen 22 İlden)
TÜRKİYE	4.774.384	2.100.000	440		
Şanlıurfa*	2.034.343	881.030	433	1. sırada	5. sırada
Diyarbakır*	705.158	303.137	430	2. sırada	6. sırada
Aydın	565.360	242.728	429	3. sırada	7. sırada
Hatay*	388.884	185.009	476	4. sırada	1. sırada
İzmir	248.526	115.104	463	5. sırada	3. sırada
Adana*	182.923	85.401	467	6. sırada	2. sırada
Adıyaman*	65.375	26.964	412	10. sırada	9. sırada
Gaziantep*	47.155	19.581	415	11. sırada	8. sırada
Kahramanmaraş*	43.055	16.963	394	13. sırada	11. sırada
Osmaniye*	4.655	1.853	398	19. sırada	10. sırada
Kilis*	3.155	1.413	448	20. sırada	4. sırada

*: Depremin yaşandığı iller

Kaynak: TÜİK, 2024c

Çizelge 6. Türkiye'de 2023 yılı itibariyle en fazla pamuk ekimi yapılan (depremin yaşandığı ve yaşanmadığı) ilk altı il (2004-2023)

Yıllar	Şanlıurfa Δ		Diyarbakır Δ		Aydın		Hatay Δ		İzmir		Adana Δ	
	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ
2004-2010*	1.897.367	100,0	510.716	100,0	543.424	100,0	491.158	100,0	343.926	100,0	470.866	100,0
2011-2016*	2.040.792	107,6	385.468	75,5	561.987	103,4	420.667	85,7	233.305	67,8	384.977	81,8
2017-2022*	2.030.978	107,0	528.408	103,5	543.183	100,0	440.069	89,6	279.467	81,3	301.127	64,0
Deprem Yılı**	2.034.343	107,2	705.158	138,1	565.360	104,0	388.884	79,2	248.526	72,3	182.923	38,9

*: Yıllar ortalaması, **: 2023 yılı, Δ: Deprem yaşanan iller, EA: Pamuk Ekim Alanı, Aİ: Alan İndeksi (2004-2010= 100)

Kaynak: TÜİK, 2024c

Çizelge 7. Türkiye'de 2023 yılı itibariyle en fazla pamuk ekimi yapılan depremin yaşandığı diğer iller (2004-2023)

Yıllar	Adıyaman		Gaziantep		Kahramanmaraş		Osmaniye		Kilis	
	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ	EA (da)	Aİ
2004-2010*	145.729	100,0	105.478	100,0	92.337	100,0	13.963	100,0	3.964	100,0
2011-2016*	102.252	70,2	80.736	76,5	48.588	52,6	3.209	23,0	1.866	47,1
2017-2022*	69.458	47,7	54.743	51,9	59.009	63,9	3.399	24,3	3.604	90,9
Deprem Yılı**	65.375	44,9	47.155	44,7	43.055	46,6	4.655	33,3	3.155	79,6

*: Yıllar ortalaması, **: 2023 yılı, EA: Pamuk Ekim Alanı, Aİ: Alan İndeksi (2004-2010= 100)

Kaynak: TÜİK, 2024c

2023 yılında Türkiye'de en fazla pamuk ekimi yapılan ilk altı il ve depremin yaşandığı pamuk tarımı yapılan dokuz ilde ait ekim alanındaki değişimler, 2004-2010 dönemi ortalama değerler indeksi 100 olmak üzere; 2011-2016 dönemi, 2017-2022 dönemi ve depremin yaşandığı 2023 yılı değerleri Şanlıurfa'da sırasıyla %7.56, %7.04 ve %7.22'lik artış, Diyarbakır'da %24.52'lik düşüş, %3.46'lık artış ve %38.07'lik artış, Aydın'da sırasıyla %3.42'lik artış, %0.04'lük düşüş ve %4.04'lük artış, Hatay'da sırasıyla %14.35, %10.04 ve %20.82 düşüş, İzmir'de sırasıyla %32.16, %18.74 ve %27.74'lük düşüş, Adana'da sırasıyla %18.24, %36.05 ve %61.15'lik düşüş, Adıyaman'da sırasıyla %29.83, %52.34 ve %55.14'lük düşüş, Gaziantep'te sırasıyla %23.46, %48.10 ve %52.29'lük düşüş, Kahramanmaraş'ta sırasıyla %47.38, %36.09 ve %53.37'lik düşüş, Osmaniye'de sırasıyla %77.02, %75.66

ve %66.66'lık düşüş ve Kilis ilinde ise sırasıyla %52.92, %9.08 ve %20.40'lık düşüş şeklinde gerçekleşmiştir (Çizelge 6 ve 7).

Çizelge 8. Türkiye'de 2021-23 yılları itibariyle ekiliş ve üretimi en fazla olan ve depremin de yaşandığı illere ait pamuk ekim alanı

	Şanlıurfa*	Diyarbakır*	Aydın	Hatay*	İzmir	Adana*
Yıllar	EA (da)	EA (da)	EA (da)	EA (da)	EA (da)	EA (da)
2021	1.834.608	552.467	493.095	389.619	262.207	218.901
2022	2.424.783	829.151	574.129	459.510	332.647	302.836
2023*	2.034.343	705.158	565.360	388.884	248.526	182.923

*: Deprem yılı, EA: Pamuk Ekim Alanı, AI: Alan İndeksi (2004-2010= 100)

Kaynak: TÜİK, 2024c

Çizelge 9. Türkiye'de 2021-23 yılları itibariyle ekiliş ve üretimi en fazla yapılan depremin yaşandığı diğer illere ait pamuk ekim alanı

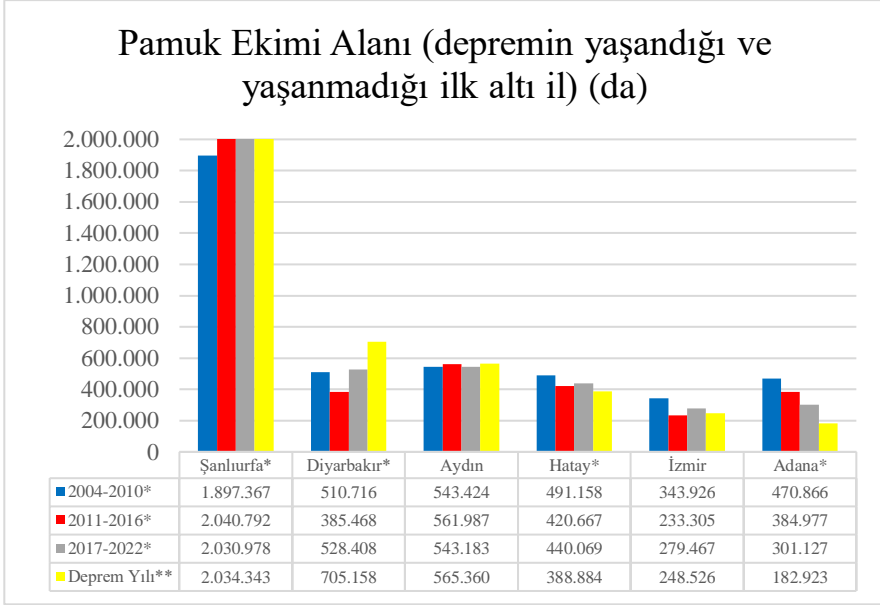
	Adıyaman*	Gaziantep*	Kahramanmaraş*	Osmaniye*	Kilis*
Yıllar	EA (da)	EA (da)	EA (da)	EA (da)	EA (da)
2021	61.169	42.193	38.080	1.700	4.450
2022	81.888	59.074	70.858	4.600	4.120
2023*	65.375	47.155	43.055	4.655	3.155

*: Deprem yılı, EA: Pamuk Ekim Alanı, AI: Alan İndeksi (2004-2010= 100)

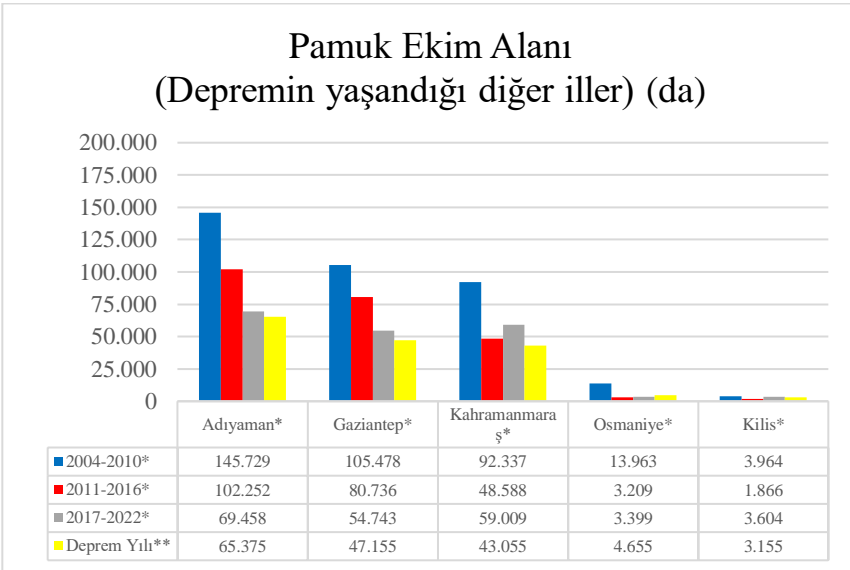
Kaynak: TÜİK, 2024c

Dönemler boyunca gelinen noktada Çizelge 6 ve Çizelge 7'de yer alan tüm illere bakıldığı zaman Şanlıurfa ve Diyarbakır illerinde 2004-2010 dönemi baz alındığında 2017-2022 dönemleri ve özellikle 2023 deprem yılında ekim alanlarında artışlar olduğu indeksin yüz seviyesinin üzerine çıktığı görülmektedir. Bu iki ilin deprem yaşanan iller olduğu da göz önüne alındığında, bu illerde depremin pamuk tarımında ekim alanlarının azalmasına olumsuz etkilerinin olmadığı öngörülebilir, ancak daha iyi bir değerlendirme yapmak adına; Çizelge 8 ve 9'da verildiği üzere bu illere ait dönemsel bazda değil de son üç yıllık (2021 2022 ve 2023 yılları) ekim alanları incelendiğinde 2022 yılına göre depremin yaşandığı yılda depremin yaşanmadığı (Aydın, İzmir) ve depremin yaşandığı illerde 2023 deprem yılında pamuk ekim alanlarında belirgin bir düşüş görülmüştür. Özetle depremin olduğu 2023

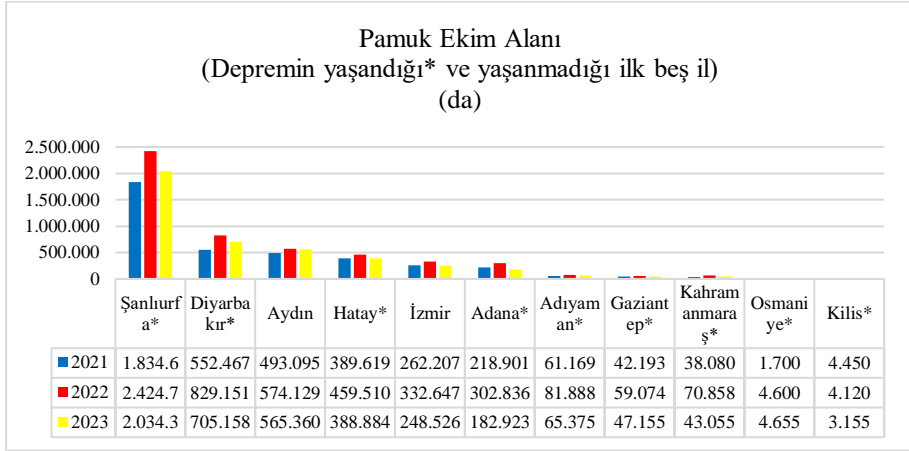
yılında Türkiye’de en fazla pamuk tarımının yapıldığı ilk altı ilde (toplam ekim alanının %86.40’lık kısmının) deprem yaşanan ve yaşanmayan iller bazında bir önceki yıla göre ekim alanlarında düşüşler meydana gelmiştir.



Şekil 7. Türkiye’de 2023 yılı itibariyle en fazla pamuk ekimi ve üretiminin yapıldığı (depremin yaşandığı ve yaşanmadığı ilk altı il (2004-2023) (TÜİK, 2024c)



Şekil 8. Türkiye’de 2023 yılı itibariyle en fazla pamuk ekimi ve üretiminin yapıldığı depremin yaşandığı diğer iller (2004-2023) (TÜİK, 2024c)



Şekil 9. Türkiye'de 2021-23 yılları itibariyle ekiliş ve üretimi en fazla olan ve depremin de yaşandığı illere ait pamuk ekim alanı (TÜİK, 2024c)

Verilere bakıldığı zaman depremin yaşandığı 2023 yılında ekim alanı alan indeksi açısından 2004-2010 dönemi baz alındığında; Şanlıurfa, Diyarbakır ve Aydın illerinde artış görülürken diğer illerde düşüşler görülmüştür (Şekil 7 ve 8). Ancak 2022 ve 2023 yılı kıyaslamasında; Osmaniye ilindeki küçük bir artış dışında, bütün illerde deprem yılında ekim alanlarında bir önceki yıla göre düşüşler gerçekleşmiştir (Şekil 9).

TÜRKİYE'DE PAMUK TİCARETİ

Çizelge 10. Türkiye'nin lif pamuk dış ticareti (2004-2023)

Yıllar	İthalat	İthalat	İhracat	İhracat
	Miktarı (ton)	Değeri (1000 dolar)	Miktarı (ton)	Değeri (1000 dolar)
2004	585.108	836.428	47.793	77.510
2005	775.512	908.201	38.274	52.826
2006	753.715	969.759	62.009	69.617
2007	946.213	1.277.700	65.738	71.844
2008	613.435	1.000.136	58.917	111.236
2009	753.164	1.002.940	35.737	62.330
2010	889.165	1.720.010	29.128	64.206
2011	603.950	1.849.973	52.653	146.264
2012	613.661	1.274.929	51.538	106.893

2013	869.175	1.681.402	47.806	100.196
2014	913.088	1.750.112	46.086	88.395
2015	802.792	1.232.451	47.609	76.441
2016	821.217	1.238.673	76.131	124.443
2017	914.377	1.676.281	59.358	115.659
2018	751.703	1.395.590	95.404	178.585
2019	946.099	1.585.807	131.371	229.206
2020	1.064.782	1.652.640	86.899	159.811
2021	1.191.084	2.413.493	135.690	332.512
2022	1.148.397	3.206.654	147.871	394.719
2023	602.666	1.208.057	367.690	712.982

Kaynak: FAOSTAT (2024), ICAC (2024a), ICAC (2024b)

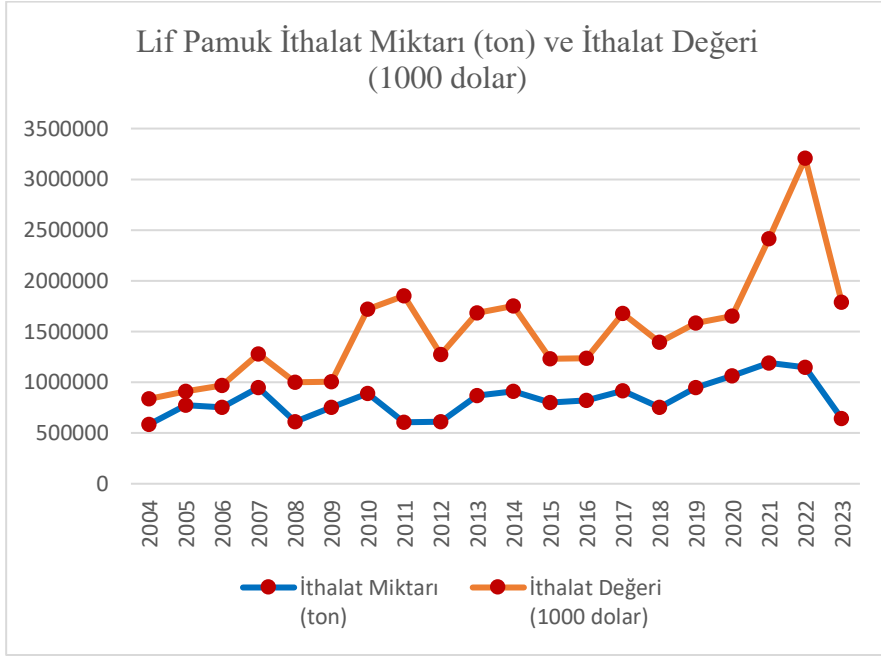
Çizelge 11. Türkiye'nin lif pamuk dış ticareti (2004-2023)

Yıllar	İthalat	İthalat	İhracat	İhracat
	Miktarı	Değeri	Miktarı	Değeri
	(ton)	(1000 dolar)	(ton)	(1000 dolar)
2004-2010*	759.473	1.102.168	48.228	72.796
2011-2016*	770.647	1.504.590	53.637	107.105
2017-2022*	1.002.740	1.988.411	109.432	235.082
Deprem Yılı** Δ, ΔΔ	602.666	1.208.057	367.690	712.982

*: Yıllar ortalaması, **: 2023 yılı

Kaynak: FAOSTAT (2024), Δ: ICAC (2024a), ΔΔ ICAC (2024b)

Türkiye'nin yirmi yıllık lif pamuk verileri dikkate alındığında; 2004 yılında ithalat 585108 ton iken 2022 yılında %96.27'lik artış göstererek 1148397 ton'a yükselmiştir. 2023 yılı deprem yaşanan dönemde ise bir önceki 2022 yılına göre %52.48'lik bir düşüşle 602666 ton'a gerilemiştir. Lif pamuk ihracatı ise ithalat değerleri yanında bir kıymetiharbiyesi olmamakla birlikte 2004 yılında 47793 ton iken 2023 yılında ise 367690 ton'a yükselmiştir. 2004 yılında pamuk ithalat değeri 836.43 milyon dolar iken 2023 yılında 1.21 milyar dolar ile %44.43'lük artış göstermiştir. Dönemler bazında lif pamuk ithalatı ise 2004-2010 döneminde 759473 ton, 2011-2016 döneminde 770647 ton, 2017-2022 döneminde 1002740 ton'luk bir artış göstermişken 2023 deprem yılında 602666 ton'a gerilemiştir. Lif pamuk ihracatına bakıldığı zaman 2004-2010 döneminde 48228 ton iken depremin yaşandığı 2023 yılında 367690 ton'a yükselmiştir (Çizelge 10 ve 11).



Şekil 10. Türkiye’de lif pamuk ithalat (ton) ve ithalat değeri (dolar), 2004-2023 Kaynak: FAOSTAT (2024), ICAC (2024a), ICAC (2024b)

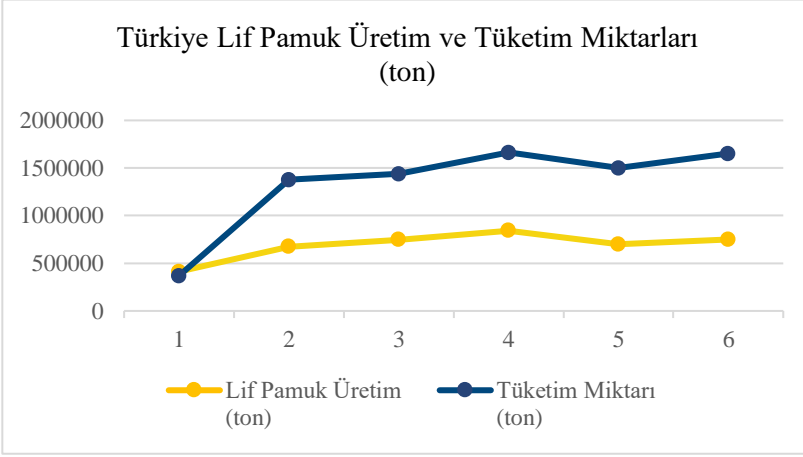
Şekil 10’da görüldüğü üzere yıllar bazında dalgalanmalar olmakla birlikte ithalat miktarında 1191084 ton ile 2021 yılında en yüksek değere ulaşılmıştır ancak deprem yaşanan 2023 yılında ise tekrar düşüşe geçmiştir. İthalat değerleri ise sadece 2022 yılında 3.21 milyar dolar ile diğer yıllara kıyasla fazla pik artışı gerçekleşmiştir.

Çizelge 12. Türkiye lif pamuk bitkisel üretim ve dış ticaret verileri (1940-2024)

Yıllar	PEA (da)	LPV (kg da ⁻¹)	LPÜ (ton)	BS (ton)	İT (ton)	TM (ton)	İHM (ton)	BİS (ton)	YD (%)
1 (1940-2003*)	576.791	62	413.350	91.722	72.496	369.347	108.808	190	112
2 (2004-2010*)	494.379	137	673.100	404.826	773.616	1.379.286	43.611	303	49
3 (2011-2016*)	465.262	161	745.833	703.988	810.202	1.442.000	67.317	495	52
4 (2017-2022*)	470.277	179	841.372	1.062.475	1.023.068	1.664.000	134.973	628	51
5 (Deprem Yılı**)	450.000	156	700.000	1.214.950	640.340	1.500.000	400.000	340	47
6 (2024)	454.500	165	750.000	655.300	1.000.000	1.650.000	400.000	170	45

*: Yıllar ortalaması, **: 2023 yılı

PEA: Pamuk Ekim Alanı, LPV: Lif Pamuk Verimi, LPÜ: Lif Pamuk Üretim, BS: Başlangıç Stoğu, İTM: İthalat Miktarı, TM: Tüketim Miktarı, İHM: İhracat Miktarı, BİS: Bitiş Stoğu, YD: Yeterlilik Derecesi
Kaynak: ICAC, 2024c



Şekil 11. Türkiye’de lif pamuk üretim (ton) ve tüketim (ton) miktarı (1: 1940-2003, 2: 2004-2010, 3: 2011-2016, 4: 2017-2022, 5: 2023 Deprem Yılı, 6: 2024 dönemleri), Kaynak: ICAC (2024c)

ICAC verilerine göre 1940-2024 yılları benzer dönemsel bazda Türkiye lif pamuk üretim tüketim ve yeterlilik durumları ele alındığında; her ne kadar üretim ve tüketim değerlerinde tedrici bir artış görünse de, 1940-2003 dönemi hariç tüm dönemlerde üretim miktarı tüketim miktarlarının altında kalmıştır (Şekil 11). Yeterlilik durumu ele alındığında ise 1940-2003 döneminde Türkiye lif pamuk yeterlilik derecesi %112 olurken; 2004-2010 döneminde %49, 2011-2016 döneminde %52, 2017-2022 döneminde %51, 2023 deprem yılında %47 ve 2024 yılında ise %45’e gerilemiştir (Çizelge 12).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye şartlarında lif pamuk üretimi endüstriyel kullanım olarak tüketilmektedir. 2023 yılında lif pamuk üretim miktarı TÜİK verilerine göre 777000 ton olmakla birlikte Türkiye’nin kendine yeterliliği ICAC verilerine göre takribi %47’dir. FAOSTAT verilerine göre ise 2023 yılında 1.21 milyar dolar karşılığı 602666 ton lif pamuk ithal edilmiştir. Verilerden de görüldüğü üzere lif pamuk üretimi iç piyasayı karşılayamamakta olup dışardan ithal edilen bir ürün durumundadır.

Türkiye’de 6 Şubat 2023 yılında Kahramanmaraş merkezli yaşanan ve on bir ilin doğrudan etkilendiği meydana gelen deprem sonucunda insan yaşamı birçok faktörden doğrudan ya da dolaylı olarak etkilenmiştir. Özellikle can ve mal kayıplarına verdiği zarar yanında tarım sektörüne verdiği zarara bakılacak

olursa; tarım alanlarında fay hatlarının geçtiği yerlerde kırılmaların oluşması ile toprak kaymaları gerçekleşmiştir. Sulama kanallarının tarımsal alet ve ekipmanların zarar görmesi sonucunda; bakım, hasat ve harman işlemlerinde aksaklıklar ve gecikmeler neticesi ürün kayıpları meydana gelmiştir. Depolama alanları zarar görmüş, gıda ihtiyaçlarının karşılanamaması ve gıda arzının daralmasıyla da ürünlerde fiyat artışları yaşanmıştır. Can ve mal kaybı yaşayan çiftçilerin göç etmesi ile de tarım sektörü uzun vadede olumsuz etkilenmiştir.

Genel bir değerlendirme sadedinde; Türkiye pamuk ekimi 2004-2010 yılları baz alındığında, ekim alanları 2011-2016 döneminde %11.81'e düşmüş, 2017-2022 döneminde %9.81'e düşmüş ve 2023 yılında diğer yıllara paralel olarak %9.76'ya düşmüştür. Kütlü pamuk üretim miktarı 2011-2016 döneminde %4.67'lik artış, 2017-2022 döneminde 2011-2016 dönemine göre bir miktar daha yükseliş göstererek %7.30'luk artış ve depremin etkisinin yaşandığı 2023 yılında ise %3.39 düşüş göstermiştir. Lif pamuk üretim miktarı ise 2011-2016 döneminde %1.67'lik artış, 2017-2022 döneminde 2011-2016 dönemine göre bir miktar yükseliş göstererek %4.67'lik artış ve depremin etkisinin yaşandığı 2023 yılında ise %5.77'lik bir düşüş göstermiştir. Kütlü pamuk verim değerleri 2011-2016 döneminde %18.61'lik artış, 2017-2022 döneminde ise %18.97'lik artış ve 2023 deprem yılında ise %6.87'lik artış göstermiştir. Ancak ortalama verim 2004 -2010 döneminden yüksek olmakla birlikte 2011-2016 ve 2017-2022 dönemlerine göre ortalama verimde düşüş gerçekleşmiştir. Lif pamuk verim değerleri ise 2011-2016 döneminde %15.38'lik artış, 2017-2022 döneminde %16.24'lük artış ve depremin etkisinin yaşandığı 2023 yılında ise %4.49'luk bir artış göstermiştir.

6 Şubat depremin gerçekleştiği ve etkilerinin tarım sezonuna yansıdığı 2023 yılında Türkiye'de en fazla pamuk tarımının yapıldığı ilk altı ilde (ki bu iller toplam pamuk ekim alanının %86.40'lık kısmını oluşturmakta) ve deprem yaşanan ve pamuk tarımı yapılan diğer iller bazında Osmaniye ilindeki küçük bir artış hariç olmak üzere ekim alanlarında bir önceki yıla göre düşüşler meydana gelmiştir.

Türkiye için özellikle 2020 COVID-19 pandemi döneminde tarımsal faaliyetlere teşvikin, özellikle deprem yaşanan illere yapılan teşviklerle de ortaya konduğu söylenebilir. Pamuk ekim ve üretimindeki düşüşler sadece depreme ve etkilerine bağlanamaz ancak verilerin ortaya konması her açıdan daha sonra yapılacak olan değerlendirmelere ışık tutacaktır.

KAYNAKÇA

- Anonim, 2024. Tarım ve Orman Bakanlığı Depremden Etkilenen Üreticilere Yapılan Destekleme Ödemesi. <https://www.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/GormeEngellilerDetay.aspx?OgeId=6186&Liste=Haber> (Erişim Tarihi 20 Kasım 2024)
- ICAC, 2024a. 2023 (Deprem) Yılı Lif Pamuk İhracat Değerleri. https://icac.shinyapps.io/ICAC_Open_Data_Dashbooard/_w_82d3a7eb/#tab-2251-6 (Erişim Tarihi 20 Kasım 2024)
- ICAC, 2024b. 2023 (Deprem) Yılı Türkiye Lif Pamuk İthalat Değerleri. https://icac.shinyapps.io/ICAC_Open_Data_Dashbooard/_w_82d3a7eb/#tab-2251-6 (Erişim Tarihi 20 Kasım 2024)
- ICAC, 2024c. 1940-2024 Yılları Türkiye Pamuk Bitkisel Üretim ve Dış Ticaret İstatistikleri. https://icac.shinyapps.io/ICAC_Open_Data_Dashbooard/ (Erişim Tarihi 20 Kasım 2024)
- FAOSTAT, 2024. FAO İstatistik Verileri (2004-2022 Yılları Türkiye Pamuk İthalat İhracat ve Değerleri). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi 20 Kasım 2024).
- TÜİK, 2024a. Türkiye İstatistik Kurumu Türkiye Toplam Tarım Alanları. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim Tarihi 20 Kasım 2024).
- TÜİK, 2024b. Türkiye İstatistik Kurumu Türkiye ve 6 Şubat 2023 Deprem Yaşanan İller Tarım Alanları. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi 20 Kasım 2024).
- TÜİK, 2024c. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi 20 Kasım 2024).

BÖLÜM 5

BAHÇE BİTKİLERİ ÜRÜNLERİNİN (MEYVE, SEBZE VE KESME ÇİÇEK) SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE DOSTU HASAT SONRASI TEKNOLOJİLERİ¹

Prof. Dr. Fisun Gürsel ÇELİKEL²

¹ Güncellenen davetli bildiri 24-26 Ekim 2022 tarihlerinde Samsun'da Ondokuz Mayıs Üniversitesi Atatürk Kongre Merkezi'nde düzenlenen Uluslararası 'İklim için İşbirliği ve Yeşil Anlaşma Sempozyumu' sempozyum kitabında ingilizce olarak yayınlanmıştır.

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Atakum, Samsun, Türkiye. fgcelikel@omu.edu.tr, Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-4722-2693>

GİRİŞ

Ne yazık ki, hasattan sonra üretilen bahçe bitkilerinin önemli bir kısmını kaybediyoruz. Hasattan sonra çeşitli nedenlerle kaybedilen ürünün büyük bir karbon ayak izi vardır. Kalitenin korunmasında ve bozulabilir ürünlerin kayıplarının önlenmesinde hasat sonrası en önemli faktör sıcaklıktır. Üşüme zararına duyarlı olmayan kesme çiçek, meyve ve sebzeler 0°C'ye yakın sıcaklıklarda saklanmalıdır.

Ancak ürünleri bu derecelere kadar soğutmak ve depolamak için daha fazla enerji kullanılması gerekir. Bu nedenle sürdürülebilir soğutma ilkelerinin kullanılması ve geliştirilmesi önemlidir. Depolama tesisleri için açık bir çözüm, güneş enerjisinin kullanılmasıdır. Gündüz mevcut fazla enerjiyi, ürünü serin tutmak için gece boyunca kullanılacak bir şekilde depolamak için çeşitli sistemler geliştirilmiştir.

Quest teknolojisi gibi diğer akıllı soğutma prensipleri, soğuk konteynerlerde çalışmaktadır. Bu sistemler, soğutmalı taşıma sırasında enerji tasarrufu sağlayarak karbon ayak izini azaltmaktadır.

Kesme çiçekler ve diğer bahçe ürünleri, yetiştiriciden tüketiciye taze kalmaları için düşük sıcaklıklarda taşınmalıdır. Ancak frigorifik tırlar, frigorifik olmayanlara göre yaklaşık %25 daha fazla yakıt kullanırlar. Konteynerlerin deniz yoluyla nakliyesi, önemli ölçüde daha az CO₂ emisyonu ile geleneksel hava taşımacılığı ve kara taşımacılığına daha sürdürülebilir bir alternatiftir.

Çevre dostu uygulamalar, bahçe ürünleri endüstrisinin sürdürülebilirliğinde bir diğer önemli konudur. Hasattan sonra, kesme çiçekler ve diğer bazı bahçe bitkileri, depolama performansını iyileştirmek ve vazo veya raf ömrünü uzatmak amacıyla genellikle bazı kimyasal bileşiklerle muamele edilir. Bahçe ürünlerinin hasat sonrası kalitesini korumak için çevre dostu ve sürdürülebilir koruyucu uygulamalar tercih edilmelidir.

Plastiklerin yerini biyolojik olarak parçalanabilen ambalajlar, çevre dostu yenilenebilir ve geri dönüştürülebilir malzemeler, sürdürülebilir şekilde yönetilen veya sertifikalı ormanlardan elde edilen yeni ısıl işleme yapıştırılan, lif bazlı malzemeler ve diğer sürdürülebilir kaplamalar almaktadır.

Hasat sonrası karantina uygulamaları için, kontrollü atmosfer altında sıcaklık uygulamalarına (CATT) dayanan yeni prosedürler, zararlı böcek dezenfeksiyonunda zararlı kimyasalların kullanımının yerini alabilir.

Bahçe bitkileri ürünlerinin (taze meyveler, sebzeler ve kesme çiçekler) sürdürülebilir hasat sonrası kalite yönetimi sırasında karbon ayak izini azaltmak için 4 ana fırsat vardır (Çelikel ve ark., 2023a; 2023b; 2023c). Bunlar:

1. Hasat sonrası kayıpların azaltılması / önlenmesi
2. Soğutma, depolama ve nakliye için enerjinin azaltılması
3. Hasat sonrası zararlı kimyasal kullanımının azaltılması
4. Ambalaj malzemelerinin atığını azaltmak

1. HASAT SONRASI KAYIPLARIN ÖNLENMESİ

Ne yazık ki, hasattan sonra süs bitkileri ürünleri de dahil olmak üzere üretilen bahçe bitkilerinin önemli bir bölümünü kaybediyoruz. Paketleme, pazara hazırlama ve pazarlama sırasında özen gösterilmesine ihtiyaç duyan yüksek oranda suya sahip bozulabilir canlı mahsullerin hasattan sonra solunum yapmaya ve yaşamaya devam ettikleri unutulmamalıdır (Çelikel, 2020; 2024).

Ürünün yanı sıra kullanılan teknolojiye ve hasat sırasında ve sonrasında gösterilen özene bağlı olarak, hasat sonrası kayıplar üretimin %50'sine kadar yüksek oranlara çıkabilmektedir. Bahçe bitkileri ürünlerinde hasattan sonra çeşitli nedenlerle meydana gelen kayıp oranlarının gelişmekte olan ülkelerde %20 - %50 ve gelişmiş ülkeler için %5 -%25 dolaylarında olduğu bildirilmiştir (Mitcham, 2008).

Bu kadar yüksek oranlarda gerçekleşen hasat sonrası kayıpların önlenmesi veya en azından en aza indirilmesi sürdürülebilirlik açısından son derece önemlidir. Hasattan sonra tüketilmeden kaybedilen ürünlerin üretilmeleri sırasında harcanan emek ve tüm insan çabaları, bitki beslenmesi, hastalık ve zararlılarla mücadele edilmesi, kullanılan pestisidler, ilaçlar ve tüm doğal kaynaklar (su, toprak vb.) dahil olmak üzere kullanılan her türlü enerji göz önüne alındığında konunun önemi anlaşılabilir.

Bu nedenlerle, hasat sonrası ürün kayıplarının önlenmesi sera gazı emisyonlarını ve karbon ayak izini azaltarak sürdürülebilirliğe en çok katkıda bulunan faktördür. Hasattan sonra farklı pazara hazırlama aşamalarında bozularak atılan yani kaybolan ürünü üretmek için kullanılan büyük bir karbon ayak izi vardır.

Bahçe bitkileri ürünlerin çeşitli şekillerde gerçekleşen bozulmalar ve kayıplar üzerinde etkili faktörleri hasat öncesi ve sonrası olmak üzere 2 ana başlık altında inceleyebiliriz.

1.1. Hasat öncesi faktörler

Hasat sonrası faktörleri tartışmaya başlamadan önce, hasat öncesi faktörlerin hasat sonrası kalite üzerindeki önemli etkisinin farkında olmak gereklidir.

Her şeyden önce, taze meyveler, sebzeler ve kesme çiçekler / yeşillikler dahil olmak üzere bahçe bitkilerinin bozulabilirlik derecesinde genetiğin önemli rolü olduğunu biliyoruz. Bu nedenle, tüketici tercihleri dışında, hasat sonrası yüksek kalitenin korunması ve daha uzun depolama/raf/vazo ömrü için uygun çeşit seçimi önemlidir. Hasat sonrası canlı ürünlerin yaşamlarını iyileştirmek için zararlı kimyasallar veya çevre dostu olmayan teknolojileri kullanmadan kaçınılmalıdır. Zararlılara, hastalıklara ve çeşitli stres koşullarına karşı üretilen çeşidin dirençli olması, bahçe bitkileri sektörünün sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, yeni çeşitler geliştirmek için yapılan ıslah çalışmalarında, optimal olmayan koşullara karşı dirençli dayanıklı olma özelliği dikkate alınmalıdır.

Genetik faktör dışında, bitki yetiştirme ve ürünün gelişmesi büyümesi sırasında uygulanan bütün kültürel bakım işlemlerinin ve çevresel ekolojik koşulların ürünlerin hasat sonrası kalitesini ve yaşam süresini (longevity) büyük ölçüde belirleyebileceğini biliyoruz. Bu konuda yapılan ilk çalışmalardan olan doktora çalışmasında kesme karanfillerin hasattan sonra dayanım gücünün, çiçeğin ve çiçek sapının kuru madde birikimini ve kimyasal fiziksel özelliklerini etkileyen çeşit, üretici, yöre, örtü materyali, mevsim, bitki yaşı gibi birçok hasat öncesi faktöre bağlı olduğu gösterilmiştir (Çelikel ve Karaçalı, 1991; 1995). Diğer birçok türde yapılan daha yeni çalışmalarda hasat öncesi yetiştirme sırasında birçok koşulun ürünlerin hasat sonrası fizyolojilerini ve ömürlerini büyük oranda belirlediği açık bir şekilde ortaya çıkmıştır (Çelikel, 2024).

Bu çalışmalar sonucunda, bahçe ürünlerinin sadece optimum yetiştirme koşullarında ve uygun yetiştirme teknikleriyle elde edilen yüksek kalitesini hasattan sonra koruyabildiğimizi biliyoruz (Çelikel, 2024).

1.2. Hasat sonrası faktörler

Hasat sonrası kalitenin nasıl korunacağı veya bahçe ürünleri için hasat sonrası kayıpların nasıl önleneceği sorusu önemlidir. Bunun için, elbette meyvelerin, sebzelerin ve çiçeklerin hasat sonrası kaliteleri üzerinde etkili olan ana faktörleri göz önünde bulundurmalıyız. Hasattan sonra kalitenin korunması üzerinde en önemli faktörler sıcaklık ve özen göstermedir (Çelikel, 2024).

2. ÖZEN GÖSTERME

Özen gösterme, meyve, sebze ve çiçeklerin hasat sonrası kaliteleri ve uzun ömürlü olmaları üzerinde ve dolayısıyla hasat sonrası kayıpların azaltılması ve sürdürülebilirlikte önemli bir faktördür.

Dikkatli hasat ve paketlenme, depolama ve nakliye sırasında çürümeye ve mikrobiyal gelişmeye hastalık oluşumuna neden olabilecek mahsul yüzeyinde meydana gelen herhangi bir yaralanmayı en aza indirerek veya ortadan kaldırarak bozulma sonucu atıkları (hasat sonrası kayıpları) önemli ölçüde azaltabilmektedir.

Hasat sonrası kayıpların önlenmesinde özen gösterme en önemli sürdürülebilir araçtır, çünkü kullanılacak enerjiye ihtiyaç duymaz, sadece ürünlere özen göstermek yeterli olmaktadır.

Bu nedenle, işçilerin ve hasat sırasında ve sonrasında dahil olan ilgili tüm kişilerin eğitimi, canlı mahsullerin ve her türlü yaranın mahsul yüzeyleri üzerindeki önemli etkilerinin farkında olmaları bakımından oldukça önemlidir.

Herhangi bir bozulma veya yaralanma sadece ürünlerin kalitesini ve değerini düşürmekle kalmaz, aynı zamanda su kaybına, patojen enfeksiyonuna ve daha birçok yan etkiye neden olarak hasat sonrası kayıpları da artırmaktadır.

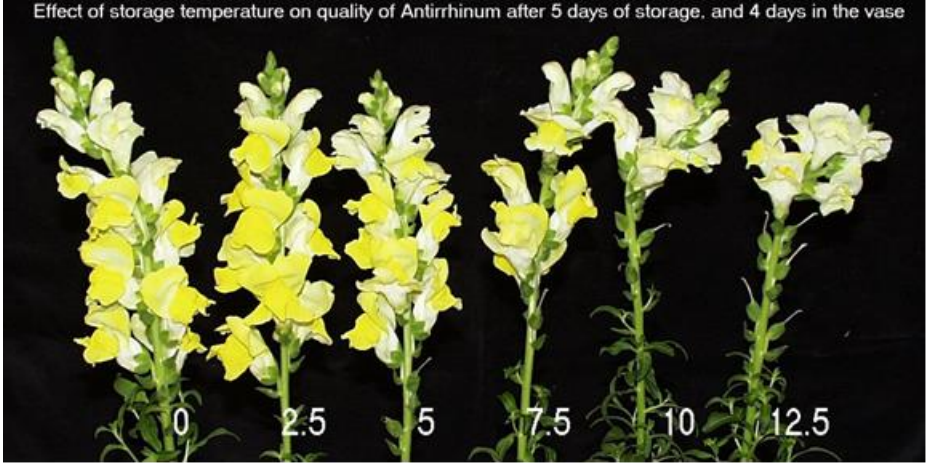
3. SICAKLIK

Bitkilerden ayrıldıktan sonra solunum yapmaya devam eden bahçe bitkileri ürünlerinde hasat sonrası en önemli faktör sıcaklıktır. Bu konuda ABD Kaliforniya Üniversitesi Davis'de yapılan ayrıntılı araştırma çalışmaları (Cevallos ve Reid, 2000; Çelikel ve Reid, 2002a; 2002b; 2005; Çelikel ve ark. 2020), sıcaklığın solunum hızları yoluyla mahsullerin kalitesini ve uzun ömürlü olmasını nasıl önemli ölçüde etkilediğini açıkça göstermiştir.

Depolama veya taşıma sıcaklıkları 0°C'ye düşürüldükçe (tropikal üşüme zararına duyarlı çiçekler/ürünler hariç) kesme çiçeklerin solunum hızlarının

önemli ölçüde azaldığı ve böylece hasat sonrası kesme çiçeklerin kalitelerinin korunduğu saptanmıştır.

Şekil 1'de Aslanağzı çiçeğinde farklı depolama sıcaklıklarında 5 gün depolanan çiçeklerin depolama/taşıma sonrası vazoda 4 günde kaliteleri görülmektedir.



Şekil 1: Farklı depolama sıcaklıklarının Aslanağzı çiçeklerinin (cv. 'Roket Mix') kalitesine etkileri, 5 günlük kuru depolamadan ve vazoda 4 gün kaldıktan sonra vazoda görünüşleri (Çelikel ve ark., 2010).

Bu nedenle, hasattan sonra ve tüketicilere yönelik tüm tedarik zinciri boyunca daha düşük sıcaklık, hasat sonrası daha uzun ömür ve hasat sonrası daha az kayıp anlamına gelmektedir. Bununla birlikte, aynı zamanda daha düşük sıcaklık, kullanılacak daha fazla enerji anlamına gelir.

4. SÜRDÜRÜLEBİLİR SOĞUTMA SİSTEMLERİ

Bu nedenle güneş enerjisi gibi çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak sürdürülebilir soğutma sistemlerini kullanmak önemlidir. Depolama tesisleri için bariz bir çözüm, güneş enerjisi kullanımınıdır. Gündüz fazla enerjiyi, ürünü serin tutmak için gece boyunca kullanılacak bir şekilde depolamak için çeşitli sistemler geliştirilmiştir.

Ayrıca, ek olarak, Hollanda'da bulunan Wageningen Üniversitesi ve Araştırma kurumuna bağlı Wageningen Gıda ve Biyobazlı Araştırma biriminde

geliştirilen Quest teknolojisi gibi sürdürülebilir soğutma teknolojilerinin geliştirilmesi önemlidir. Bu sistemler soğutmalı taşıma sırasında enerji tasarrufu sağlamak ve karbon ayak izini azaltmak için soğuk hava konteynerlerinde kullanılmaktadır.

Quest, Depolama ve Taşımada Kalite ve Enerji anlamına gelir. Quest II, 'Wageningen UR Food & Biobased Research' ve taşıma firması 'Maersk' Hattı ve 'reefer' soğutmalı konteyner ünitesi üreticisi 'Carrier Transicold' tarafından geliştirilmiştir. Orijinal fikir 2002 yılına dayanmaktadır ve Quest I sisteminin geliştirilmesi ile sonuçlanmıştır. 2007'de Maersk, enerji tüketimini azaltmak için Quest I yazılımını kullanmaya başlamıştır. Paralel olarak Quest II'nin geliştirilmesi çalışmaları başlamıştır. Quest II sıcaklık kontrolünün ürün kalitesi üzerindeki etkisi, hem laboratuvar ölçekli testlerde hem de yüzlerce saha deneme sevkiyatında bir çok ürün için kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Laboratuvar ölçeğinde yapılan testler ve saha denemeleri, Quest II'nin ürün kalitesi üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi olmadığını ortaya koymuştur. Geliştirme projesinin 2011 yılında tamamlanmasından bu yana 'Maersk Line', Quest II'yi (Şekil 2) filosunda tanıtmaya başlamıştır (Lukasse ve ark, 2011).

Quest teknolojisi ile CO₂ Emisyonunun azaltılması: Quest II, Maersk Line'in yıllık CO₂ emisyonunu 350.000 ton ile azalttığı saptanmıştır. Bu tür tasarruflar, 2 milyar kilometre yol kat eden otomobillerin CO₂ emisyonuyla karşılaştırılabilir. Bu sistemin iki faaliyet alanında çalışmaları devam etmektedir. Quest II sisteminin soğuk hava deposu gibi kullanım alanlarında kullanılması ve soğuk hava konteynerlerinde daha fazla kontrol için iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır (Lukasse ve ark, 2011).



Şekil 2: Konteyner soğutma üniteleri için yeni Quest II (patent çalışmaları devam ediyor) kontrol metodolojisi, soğuk hava konteynerlerinin enerji tüketimini %65 oranında azaltmaktadır. Bu tasarruf, ürün kalitesi üzerinde herhangi bir olumsuz etkiye yol açmadan gerçekleşmektedir (Lukasse ve ark., 2011).

5. SÜRDÜRÜLEBİLİR TAŞIMA YÖNTEMİ

Bahçe ürünlerinde özellikle kesme çiçeklerde ihracat bugün hala %90 ~ 95 oranlarında hava taşımacılığı ile yapılmaktadır. Oysa, soğuk hava konteynerlerinde deniz taşımacılığı karbon ayak izini %65'ten daha fazla azaltabilmektedir (Lukasse ve ark., 2011).

Bu nedenle deniz taşımacılığı, karbon emisyonunu azaltmak için büyük bir fırsattır. Çiçek endüstrisinin öncelikle Ekvador, Kolombiya, Kenya ve Etiyopya'dan gelen büyük miktarlarda yapılan ihracatı hava taşımacılığından deniz taşımacılığına dönüştürmeye odaklanması önemlidir.

Meyve ve sebze gibi kolay bozulabilir diğer bahçe ürünlerinde de çevre dostu deniz yolunun daha fazla kullanılması sürdürülebilirlik için gereklidir.

Bununla birlikte, mevcut sistemin ticareti, alıcıların 1 veya 2 gün önceden sipariş vermek için kullanılacağı şekilde düzenlenmiştir, ayrıca mevcut tedarik zinciri altyapısının tamamı hava taşımacılığına uyarlanmıştır. Bu nedenle, ön soğutma tesislerinin ve konsolidasyon merkezlerinin yerleri yeniden gözden geçirilmeli ve böyle bir dönüşüm için uyarlanmalıdır.

Bu nedenle, uzun veya kısa süreli depolama tesisleri dışında, nakliye için de sürdürülebilir soğutma prensiplerini bulmalı ve kullanmalıyız.

Hava taşımacılığı en pahalı yol olmasına rağmen, hala bozulabilir ürünler için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çiçeklerin, meyve ve sebzelerin demiryolu veya deniz yoluyla taşınması, karbon ayak izini azaltmak için hava yoluna karşı çevre dostu bir alternatiftir. Çok daha düşük maliyetin yanı sıra, deniz veya demiryolu ile konteyner taşımacılığının birçok avantajı daha vardır.

Demiryolu veya deniz taşımacılığına kıyasla hava taşımacılığı daha hızlıdır. Bozulabilir ürünlerin ticaretinde bu bir avantajdır. Bununla birlikte, hava taşımacılığındaki özellikle gümrük işlemleri sırasında bekleme koşulları genellikle iyi kontrol edilmemektedir.

Soğutuculu konteynerler, hem sıcaklık hem de gaz koşulları optimize edilebildiğinden kaliteyi uzun süre koruyabilmektedir.

6. ÇEVRE DOSTU HASAT SONRASI KİMYASALLAR

Genellikle depolama performanslarını iyileştirmek ve hasat sonrası ömürlerini uzatmak için birçok meyve, sebze, kesme çiçek ve yeşillikler değişik kimyasal bileşiklerle muameleye tabii tutulurlar. Kimyasal bileşikler kesme çiçekler için vazodaki besleme solüsyonu olarak uygulanır veya hasattan sonra sprey ve daldırma şeklinde kullanılır. Kimyasal bileşiklerin bazıları etilen duyarlılığı veya klorofil parçalanması gibi biyolojik süreçleri etkiler, biyositler grubunda yer alan bazı kimyasallar ise hasat sonrası fungal/bakteriyel enfeksiyonlara karşı mücadele etmek için uygulanır, organik

asitler ve deterjanlar gibi bazı uygulamalar kesme çiçeklerin su alımını artırır.

Çiçek endüstrisinin sürdürülebilirliği için çevre dostu uygulamalar (sprey, darbeli ve vazo çözeltileri) kullanılmalıdır. Örneğin, kesme çiçek ve yeşilliklerin hasat sonrası kalitesini korumak için vazo çözeltilerinde biyosit olarak şifalı tıbbi bitkilerden elde edilen doğal özler ve uçucu yağlar tercih edilmelidir.

Bununla birlikte, uçucu yağların çoğu doğal yerel bitkilerden elde edilmektedir. Bu nedenle, çiçeklerin veya diğer bitki ürünlerin toplanması, doğal popülasyonları için bir tehdit olmamalıdır. Doğal özlerin ticari olarak iyosit olarak kullanılmasında başka endişeler ve sorunlar da vardır. Bu nedenle, uçucu yağların biyosit olarak önemli etkileri üzerine birçok yayın yapılmış olmasına rağmen henüz ticari bir ürün bulunmamaktadır.

Bakterisitler dışında vazo suyunda suyun pH'sını düşürmek amacıyla (Çelikel, 2020) asitleştirici ajan olarak limon suyu gibi doğal kaynaklar kullanılabilir.

Etilen; elma, mango, avokado, çeşitli sebze türleri ve birçok kesme çiçek gibi etilene hassas bahçe bitkileri ürünleri için bir sorundur. 1-Metilsiklopropan (1-MCP) etilen zararını önlemek için gıda ürünlerinde güvenli olarak uygulanabilir. 1-MCP kesme çiçeklerde ve saksı bitkilerinde yaygın olarak kullanılan ancak ağır metal içerdiği için zararlı olan gümüş tiyosülfata (STS) çevre dostu bir alternatiftir (Şekil 3).

Ne yazık ki, ağır metal içeren ve çevre kirlenici olan kimyasallar, çiçek endüstrisinde hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Doğal kaynaklara zararlı etkisini önlemek veya en azından azaltmak için iyi bir atık yönetiminin olması son derece önemlidir.

Kontrollü atmosfer altındaki sıcaklık uygulamalarına (CATT) dayanan yeni prosedürler, böcek dezenfeksiyonunda zararlı kimyasalların kullanımının yerini alabilir. CATT uygulamaları ile hasat sonrası böcek kontrolü için yapılan karantina uygulaması, güçlü bir ozon tüketen gaz olan metil bromürün yerini alabilecek alternatif bir çevre dostu yöntemdir.



Şekil 3: Aslanagzı çiçeklerinin etilen ile (+ E) dökümünün önlenmesinde çevre dostu etilen inhibitörü 1-MCP (+ M) uygulamasının etkileri (FG Çelikel).

7. SÜRDÜRÜLEBİLİR PAKETLEME/AMBALAJ

Plastik atıkların giderek artması dünyada büyük bir endişe kaynağıdır. Plastiklerin yerini artık; biyolojik olarak parçalanabilen ambalajlar, çevre dostu yenilenebilir ve geri dönüştürülebilir malzemeler, sürdürülebilir şekilde yönetilen veya sertifikalı ormanlardan elde edilen yeni ısıl yapışmalı, lif bazlı malzemeler ve diğer sürdürülebilir kaplamalar almaktadır. Orman sertifikasyonu; orman yönetimi ve odun tedariki için olumlu çevresel, sosyal ve ekonomik faydalar sağlamak için önemli ve güçlü bir araçtır. Bu sertifika ile kullanılan tüm malzemeler kökenlerine kadar izlenebilmektedir. Orman Yönetim Konseyi (FSC) orman yönetimi sertifikasyonu ile insan (hem işçi hem de tüketici) haklarına saygı da dahil olmak üzere değer zinciri boyunca tüm önemli çevresel, ekolojik, sosyal ve ekonomik yönler dikkate alınmaktadır.

Faydalı mikroorganizmalar ve taze meyve atıkları ile elde edilen biyopolimerler (Weber ve ark., 2002; Kalaitzis ve ark., 2016), atıkları ve karbon

ayak izini azaltmak için önemli bir fırsattır. Bu tür çevre dostu ambalaj malzemeleri ve kaplamaları, gıda ambalajına benzer şekilde çiçek endüstrisinde kullanılmak üzere tercih edilmelidir. Plastiklerin yanı sıra, çiçek ambalajının karton atıkları, yaygın olarak kullanılan plastik kaplamalar nedeniyle çevre açısından büyük bir endişe kaynağıdır. Bu nedenle, sürdürülebilir geri dönüştürülebilir kaplamaların çiçek endüstrisi tarafından kullanılması önerilmektedir.

Ayrıca, ambalaj malzemeleriyle ilgili sürdürülebilirlik piramidi göz önüne alındığında (Azaltma, Yeniden Kullanma, Geri Dönüşüm), şu anda tek kullanımlık olan karton kutuların kullanıldığı meyve, sebze ve çiçek taşımacılığında, yeniden kullanılabilir olan plastik kutuların kullanılması bir çözüm olabilir.

8. SONUÇ

Bahçe bitkileri ürünleri (taze meyve, sebze, kesme çiçek) endüstrisinde sürdürülebilirliğin iyileştirilmesi için geniş olanaklar vardır. Olumsuz hasat sonrası koşullara karşı daha dayanıklı olan çeşitlerinin geliştirilmesi gereklidir. Ayrıca, ürünlerin dayanım gücünü artıran ekolojik koşullarda ve uygun yetiştirme teknikleri ile yetiştirilmesi son derece önemlidir.

Depolama ve taşımada sürdürülebilirliğinin sağlanması, hava yolundan deniz yolu veya tren taşımacılığına geçiş ve daha sürdürülebilir soğutma sistemlerinin geliştirilmesi yoluyla sağlanabilir.

Depolama koşullarının iyileştirilmesi ve zararlı kontrolü için uygulanan hasat sonrası kimyasal işlemler azaltılabilir veya daha çevre dostu alternatif uygulamalar (doğal bileşikler, sıcaklık ve CO₂ uygulamaları) ile değiştirilebilir.

Fosil bazlı plastiklerin ambalajlarda kullanımı, biyolojik olarak parçalanabilen ve geri dönüştürülebilir alternatifler kullanılarak azaltılabilir.

Son olarak, dağıtım zincirinin üreticiden tüketiciye kadar olan bütün süreç boyunca ileri düzeyde kontrol edilmesi, ürün kayıplarının en aza indirilmesini sağlayarak bahçe bitkileri ve bütün tarım ürünleri için değer zincirinin sürdürülebilirliğine katkıda bulunabilir.

TEŞEKKÜR

Uluslararası Bahçe Bitkileri Bilimi Derneği ISHS ‘International Society for Horticultural Science’ın 2018 yılından beri başkanlığını yürüttüğüm ‘Working Group Quality of Ornamentals’ çalışma grubu olarak IHC22 sırasında, bu konuda gerçekleştirdiğimiz çalıştayda birlikte çalışma fırsatı bulduğum Hollanda Wageningen Üniversitesinden (WUR) Ernst Woltering ve Leo Lukasse’ya değerli katkıları için teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Cevallos, J.C., Reid, M.S. (2000). Effect of temperature on the respiration and vase life of *Narcissus* flowers. *Acta Hort.* 517, 335–342. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.517.42>
- Çelikel, F.G. (2020). Kesme çiçekler ve süs bitkilerinin hasat sonrası kaliteleri ve teknolojileri. *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(3), 225-232.
- Çelikel, F.G., Woltering, E.J., Lukasse, L.J.S. (2023a). How to make the transition to sustainable postharvest quality management of ornamental products?. *Acta Hort.* 1368, 423-426. DOI: 10.17660/ActaHortic.2023.1368.51
- Çelikel, F.G., Woltering, E.J., Lukasse, L.J.S. (2023b). Toward sustainable postharvest technologies. *Acta Hort.* 1368, 19-24. DOI: 10.17660/ActaHortic.2023.1368.3
- Çelikel, F.G., Woltering, E.J., Lukasse, L.J.S. (2023c). Sustainable postharvest technologies of horticultural products to reduce carbon footprint. 25-34. *Cooperation for Climate and Green Deal Book*. 928 sayfa. Editor Y. Ardalı ve ark. omuyayinlari.omu.edu.tr
- Çelikel, F.G. (2024). Preharvest and postharvest factors in sustainable quality management of ornamental plants. *Acta Hort.* 1397, 15-22. DOI: 10.17660/ActaHortic.2024.1397.3
- Çelikel, F.G, Karaçalı I. (1991). A study of longevity of cut carnations (*Dianthus caryophyllus* L.) grown in Yalova (İstanbul). *Acta Hort.* 298, 11-118.
- Çelikel F.G., Karaçalı I. (1995). Effect of preharvest factors on flower quality and longevity of cut carnations (*Dianthus caryophyllus* L.). *Acta Hort.* 405, 156-163.
- Çelikel, F.G., Reid, M.S. (2002a). Postharvest handling of stock (*Matthiola incana*). *HortScience* 37, 144–147. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.37.1.144>
- Çelikel, F.G., Reid, M.S. (2002b). Storage temperature affects the quality of cut flowers from the Asteraceae. *HortScience* 37, 148–150. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.37.1.148>
- Çelikel, F.G., Reid, M.S. (2005). Temperature and postharvest performance of rose (*Rosa hybrida* l. 'First red') and gypsophila (*Gypsophila paniculata* l. 'Bristol fairy') flowers. *Acta Hort.* 682:1789-1794.
- Çelikel, F.G., Cevallos, J.C., Reid, M.S. (2010). Temperature, ethylene and the postharvest performance of cut snapdragons (*Antirrhinum majus*). *Sci. Hort.* 125, 429–433. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.04.005>
- Kalaïtzis P., Bitá E.C., Hilmi M. (2016). *MEDITERRA 2016*. Chapter 11. Innovative Postharvest Technologies for Sustainable Value Chain. 263-280.
- Lukasse, L.J.S., Baerentz M.B., Kramer-Cuppen J.E. De (2011). QUEST II: Reduction of CO2 emissions of reefer containers. Wageningen UR Food

- & Biobased Research, Wageningen, The Netherlands.<https://www.wur.nl/en/show/Quest-II-container-refrigeration-with-65-less-CO2-emission.htm>
- Mitcham, E. (2008). Sustainable Postharvest Handling. CROP. Postharvest Technology Center and Extension. Department of Pomology. University of California - Davis. CA. USA. <https://www.growingproduce.com/production/sustainable-postharvest-handling/>
- Weber C.J., Haugaard V., Festersen R., Bertelsen G. (2002). Production and Applications of Biobased Packaging Materials for the Food Industry, Food Additives and Contaminants, 19 (Supplement 1), April, pp. 172-177.

BÖLÜM 6

FARKLI ORGANİK VE KİMYASAL GÜBRE KOMBİNASYONLARI İLE YETİŞTİRİLEN HİBRİD DOLMALIK BİBER (*Capsicum annuum* L.) ÇEŞİDİNE AİT KALİTE ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Doç. Dr. Aytekin EKİNCİALP^{1*}

¹ *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Başkale Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Programı, Van, Türkiye. aytekinekincialp@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-1500-3215

GİRİŞ

Kimyasal gübrelerin sürekli uygulanması toprak yapısının bozulmasına, meyvelerde besin elementi değerlerinde azalmaya, yenilebilir niteliklerinde azalmaya ve sonuç olarak meyve kalitesinin düşmesine neden olur. (Kochakinezhad ve ark., 2012). İnsan sağlığı, çevre güvenliği ve toprak yapısının iyileştirilmesi için sürdürülebilir bir tarım anlayışı ile önerilen gübre dozlarının belirli bir kısmı organik materyallerden sağlanabilir (Mengistu ve ark., 2017).

Biber (*Capsicum annuum* L.), Solanaceae familyasına ait olup, tropik ve subtropik bölgelerde yetişen ve yaklaşık 20-30 türü bulunan bir sebze türüdür (Okay, 2019). Biberin, ılıman iklim koşullarında yetişmekle birlikte, kökeninin Orta ve Güney Amerika olduğu bilinmektedir. (Verit ve ark., 2001; Ahmed, 2013). Yüksek verim ve kalitede ürün eldesi, bitkinin doğru tekniklerle dengeli beslenmesi ile uygun iklim koşullarından geçmektedir. Türkiye’de uygun iklim koşulları sebebiyle biber üretiminde önemli ülkelerin başında gelmektedir (Bayram ve ark., 2019; Güvenç, 2017).

Dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte tarımsal alanlar azalmaktadır. Bu artışa bağlı olarak gıda üretimini artırma amacıyla yapılan kontrolsüz ve aşırı kimyasal gübre, hormon ve pestisit kullanımı (İlter ve Altındışli, 2002), su ve hava kirliliğine yol açarken, toprak verimliliğinin düşmesine ve insan sağlığının olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. (Hossain ve ark., 2000; Öztemiz, 2008). Bitkilerde polyphenol içeriği, yetiştiricilik durumu, olgunlaşma derecesi, plant variety, harvesting conditions and cultivation tarafından etkilenmektedir (Vallverdu-Queralt ve ark., 2012). Organik ve konvansiyonel üretim sistemleri arasındaki önemli farklılıklar, özellikle toprak verimliliği yönetimi ikincil bitki metabolitlerini de içeren bitkilerin besin kompozisyonunu etkileyebilir (Vallverdu- Queralt ve ark., 2012). Entegre ürün koruma stratejileri sürdürülebilir tarımda yaygın olarak kullanılmaktadır. İyi tarım uygulamaları, yanlış tarım yöntemleriyle bozulan doğal dengeyi yeniden sağlamayı ve sürdürülebilirliği hedefleyen, çevre ve insan sağlığına duyarlı bir üretim sistemidir. Bu uygulamalar, toprak verimliliğini korur, biyolojik mücadele ile hastalık ve zararlıları kontrol altına alır ve yalnızca verimi artırmakla kalmaz, aynı zamanda ürün kalitesini de yükseltmeyi amaçlayan alternatif bir üretim modelidir. (Taşbaşı ve Zeytin, 2003; Kurtar ve Ayan, 2004; Çakmakçı ve Erdoğan, 2005).

Yapılan çalışmanın amacı ve planı bu doğrultuda şekillenmiş olup, çalışmada, biber üzerinde kimyasal gübre, katı solucan vermikompostu ve organomineral olarak ifade edilen gübre çeşitlerinin kombinasyonları oluşturularak ekolojik zararı asgari düzeye indirebilecek sürdürülebilir tarıma yönelik şartların oluşumuna yardımcı olacak tarımsal girdileri belirlemeye yönelik olmuştur. Bitki ve meyve kalite özelliklerini belirlemede kullanılan parametrelerin yanında verim parametrelerinin de incelendiği çalışmada genel olarak elde edilen istatistiksel veriler önemli sonuçlar ortaya koymuştur.

1. MATERYAL VE METOD

1.1. Meyve Yetiştiriciliği ve Bakımı

Özel bir firmadan temin edilen Sumo F1 dolmalık biber çeşidine ait fidelerin kullanıldığı çalışmanın yetiştiricilik aşaması Van Yüzüncü Yıl Üniversitesine ait arazilerde 100x50 cm sıra arası ve sıra üzeri dikim mesafeleri oluşturularak tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak, her tekerrürde 20 bitki olacak şekilde düzenlenmiş olup, kenar etkisinden arındırılan ortadaki 6 bitkiden olgunlaşmış meyve örnekleri ve gözlemler alınmıştır. Yetiştirme dönemi boyunca damla sulama sistemi kullanılarak sulama yapılan çalışmada fide dikiminden önce toprak örnekleri alınarak analizleri yapılmıştır (Tablo 1). Çalışmanın gübreleme programı 3 farklı gübre çeşidi ve kontrol grubuyla oluşturulan kombinasyonlarıyla beraber toplamda 10 uygulama şeklinde yapılmış olup kullanılan gübrelere ait içerik ve doz bilgileri ise aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir (Tablo 2, 3).

Tablo 1: Deneme Alanının Toprak Analizi Verileri

Parametre	Değer
P (mg kg ⁻¹)	5.50
K (mg kg ⁻¹)	11.04
Organik madde (%)	0.93
Kireç (%)	10.84
pH (%)	7.83
Elektriksel iletkenlik/Tuz (%)	0.01
Bünye (%)	kum: 37, kil: 24.3, silt: 38.6
N (%)	0.17
Mn (mg kg ⁻¹)	0.98
Na (mg kg ⁻¹)	86.35
Fe (mg kg ⁻¹)	1.12

Cu (mg kg ⁻¹)	0.53
Zn (mg kg ⁻¹)	0.46
Ca (mg kg ⁻¹)	1025
Mg (mg kg ⁻¹)	134

Tablo 2: Çalışmada Kullanılan Gübrelerin İçerikleri

Kimyasal gübre(KG) (20:20:20) (%)	Triple süper fosfat (TSP)	%46 azot gübre	Organomineral gübre (OMG) 11:11:11 (%)	Vermikompost (VK) (%)
<ul style="list-style-type: none"> ● Toplam azot:20 ● Amonyum azotu:3.9 ● Nitrat Azotu: 5.9 ● Üre (N-NH₂):10.2 ● Suda çözünür fosfor pentaoksit:20 ● Suda çözünür potasyum oksit: 20 ● Suda çözünür demir:0.05 ● Suda çözünür bakır:0.02 ● Suda çözünebilir çinko:0.02 ● Suda çözünebilir mangan:0.02 	<ul style="list-style-type: none"> ● Suda çözünür fosfor pentaoksit:39 ● Nötral amonyum sitratta çözünür fosfor pentaoksit (P₂O₅): 42 	<ul style="list-style-type: none"> ● Üre:46 	<ul style="list-style-type: none"> ● Organik madde:10.00 ● Toplam azot:11.00 ● Amonyum azotu:4.00 ● Üre azotu:6.00 ● Suda çözünebilir potasyum oksit: 11.00 ● Toplam fosfor pentaoksit:11.00 ● Suda çözünür fosfor pentaoksit:9.00 ● Suda çözünebilir kükürt trioksit:7.00 ● Toplam kükürt trioksit:30.00 ● Toplam çinko:0.10 ● Toplam humik asit + fulvik asit:5.00 	<ul style="list-style-type: none"> ● Organik madde:35.00 ● Toplam azot:2.00 ● Organik azot:1.00 ● Suda çözünebilir potasyum oksit:2.00 ● Toplam fosfor pentaoksit:0.40 ● Toplam humik asit + fulvik asit:20.00 ● C/N:10.04 ● Max. EC (dS/m):2.00 ● Max nem:35.00 ● pH:6-8

Table 3: Çalışmada Kullanılan Gübrelere Ait Kombinasyonlar ve Dozları

Uygulama numarası	Gübre kombinasyonları	Gübre dozları
1	Kontrol	
2	KG (%100)	19.8 kg/da N:P:K (20:20:20) + 14.21 kg/da TSP + 23.63 kg/da %46 üre
3	KG(%25)+ VK(%75)	4.75 kg/da N:P:K (20:20:20) + 3.55 kg/da TSP + 5.91 kg/da %46 üre + 556.13 kg/da VK
4	KG (%50) + VK (%50)	9.9 kg/da N:P:K (20:20:20) + 7.11 kg/da TSP + 11.82 kg/da %46 üre + 370.75 kg/da VK
5	KG(%75)+VK (%25)	14.85 kg/da N:P:K (20:20:20) + 10.66 kg/da TSP + 17.73 kg/da %46 üre + 185.38 kg/da VK
6	VK (%100)	741.5 kg/da
7	OMG (%25) +VK (%75)	33.71 kg/da OMG + 185.38 kg/da VK
8	OMG (%50) + VK(%50)	67.41 kg/da OMG + 370.75 kg/da VK
9	OMG (%75) + VK(%25)	101.12 kg/da OMG + 556.13 kg/da VK
10	OMG (%100)	134.82 kg/da

KG: Kimyasal gübre; VK: Vermikompost; OMG: Organomineral gübre

1.2. Bitki-Meyve Kalite ve Verim Parametreleri

Her uygulama içerisindeki kenar etkisi dışında kalan bitkilerden, 20'şer günlük aralıklarla 3 dönem boyunca, *bitkilerin boyu (cm)*, *gövde çapı (mm)* gibi parametreler ölçülmüş; ayrıca bu bitkilerden alınan *meyvelerin boyu (mm)* [dijital kumpasla, sap çukuru ile çiçek çukuru arasındaki mesafe], *meyve çapı (mm)* [meyve sapına dik olarak, en geniş noktadan ölçülen çap], *meyve şekil indeksi (boy/en)* [meyve boyu ile eni ortalamalarının oranı], *bitki başına düşen meyve sayısı (adet/bitki)* [kenar etkisi dışında kalan bitkilerde meyve sayısının sayılması] ve *ortalama meyve ağırlığı (g)* [toplam meyve ağırlığının toplam meyve sayısına bölünmesiyle] belirlenmiştir.

Çalışmada ayrıca hasat dönemi boyunca her uygulama için ayrı ayrı meyvelerin tartılarak *Toplam Verim (kg/da)*, hasadın ilk bir ayında elde edilen ürün miktarından *Erkenci Verim (kg/da)* ve toplam verimden pazarlanamaz durumdaki meyvelerin (küçük meyveler, bozuk ve diğer fizyolojik bozukluğu olan) ağırlığının çıkarılmasıyla da *Pazarlanabilir Verim (kg/da)* verileri hesaplanmıştır.

1.3. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler, SPSS istatistik programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi ile $P \leq 0.05$ anlamlılık düzeyine göre incelenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan ortalamalar arasındaki farklar ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile gruplandırılmıştır.

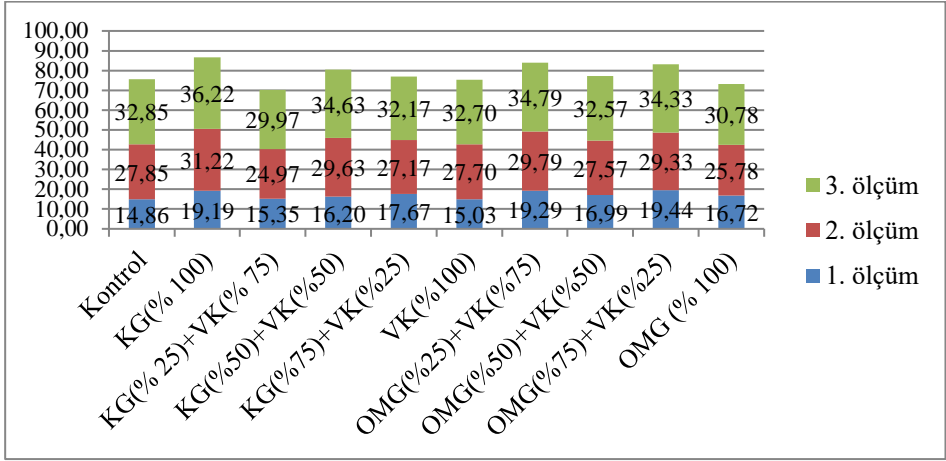
2. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada bitki boyları ve gövde çapları 20 gün aralıklarla 3 dönemde kaydedilmiştir. 1. Ölçümde bitki boyu tüm gübre kombinasyonları kontrole bitkilerine göre daha uzun kaydedilmiş olup en yüksek değer 19.44 cm ile OMG (% 75) + VK (% 25) uygulanmasından en düşük ise 14.86 cm ile kontrol grubundan elde edilmiştir. 2. ve 3. Ölçümlerde en yüksek değerler sırasıyla % 100 kimyasal gübrenin uygulandığı bitkilerden (31.22, 36.22 cm), en düşük değerler ise KG (%25)+ VK (%75- 24.97, 29.97 cm) kombinasyonundan elde edilmiştir (Şekil 1). Bitki gövde çapında 3 dönemde de alınan ölçümlerde istatistiksel önemlilik çıkmamıştır. Genel olarak kombinasyonlar arasında en yüksek değerleri gösteren uygulamalar % 100 kimyasal gübre ve organomineral ile vermikompostun kombine olarak verildiği uygulamalar olmuştur (Şekil 2). Joshi ve Vig (2010), domates bitkilerine uyguladıkları sığır vermikompostunun bitkilerin boylarını kontrol bitkilerine göre önemli derecede artırdığını, % 15, 30 ve 45 oranlarındaki vermikompost uygulanan bitkilerin boylarının sırasıyla 63, 63.4 ve 63.5 cm olarak belirlediklerini belirtmişlerdir. Daneshvar ve ark., (2022), kerevizde, Jigme ve ark., (2015), broccolide, Gale ve ark., (2006) ıspanakta, kimyasal gübrelerle beslenen bitkilerin organik gübrelerle beslenen bitkilere kıyasla daha uzun olduğunu, bunun nedeninin de yüksek N mevcudiyeti ile hızlı N salınımı olduğunu belirtmişlerdir. Fakat yüksek N mevcudiyeti toprak organik maddesini azaltması ve çevre kirliliğine neden olacağından dolayı (White ve Brown, 2010) iyi tarım uygulamaları doğrultusunda, çalışmada elde edilen sonuçlar itibarıyla % 100 kimyasal gübre uygulamasına yakın değerleri veren vermikompost ile kombine edilen gübre karışımlarının kullanılması daha faydalı olacaktır. Mengisu ve ark., (2017), mineral gübre ile kombine edilmiş vermikompost uygulamasında mahsullerin büyümesini ve gelişmesini artırdığını, kimyasal gübre ile vermikompost uygulamasının domateslerin bitki boylarında birinci ve ikinci dallarda % 23-52 arasında bir artışa neden olduğunu

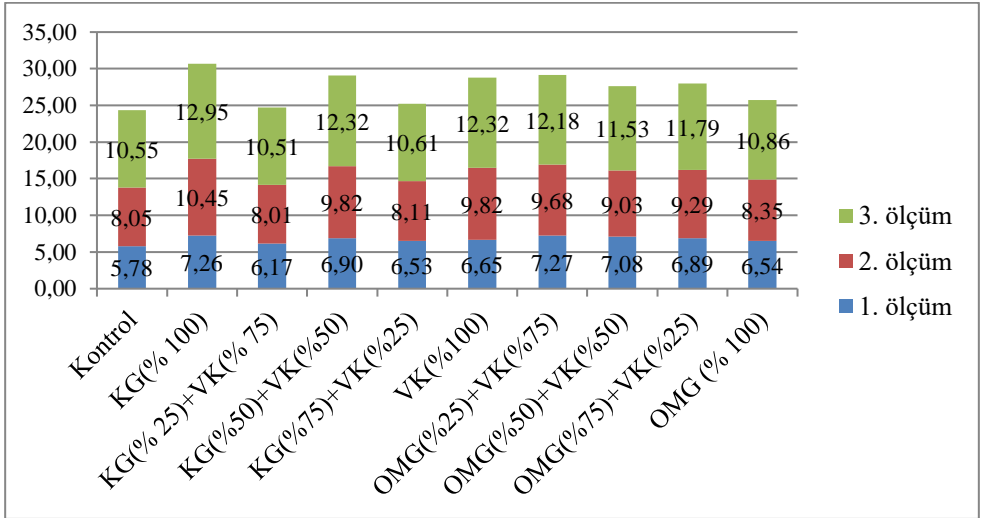
bildirmişlerdir. Bhunia ve ark., (2021), dolmalık biberde organik ve inorganik gübre uygulamaları yaptıkları çalışmalarında kimyasal gübre, vermikompost, ve BBRDM (Sığır kanı-işkembesi-sindirilen içerik karışımı)'nin farklı dozlarını kullanmış ve bitki boyu, gövde çapı, meyve sayısı ve meyve ağırlığı parametrelerinde düşük dozda BBRDM'nin en yüksek değerleri verdiklerini kaydetmişlerdir. Malik ve ark., (2011), iki hibrid biber çeşitleri üzerinde farklı organik ve inorganik gübre kombinasyonları arasında bitki boyu, meyve eni, meyve çapı ve bitki başına meyve sayısı parametrelerinde en yüksek değerlerin T₁ olarak ifade ettikleri organik gübrenin yüksek oranda verilen kombinasyonunda elde ettiklerini belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada da vermikompost uygulamasının domateste sürgün uzunluğu (17.06%), kök uzunluğu (43.74%), bitki başına yaprak sayısı (39.93%),ve yaprak alanı (54.95%) özelliklerinde artışlara neden olmuştur (Eswaran ve Mariselvi, 2016). Mengistu ve ark., (2017), inorganik gübre kombinasyonu (her ikisinin %75'i; 105 N and 40 P kg ha⁻¹) ve vermikompost (11.5 t ha⁻¹) uygulanmasının bitki başına meyve toplam sayısında %89.94 oranında bir artış sağladığını bildirmişlerdir. Üreli geleneksel gübre, tavuk gübresi kompostu, vermikompostun karıştırılarak gübresiz kontrol grubunun da oluşturulduğu bir çalışmada vermikompost ve tavuk gübresi kompostunun diğer gübre uygulamalarına kıyasla bitki yetiştirmeyi daha etkili bir şekilde teşvik ederek gövde çapı ve bitki boyu dahil olmak üzere büyüme parametrelerinde artışa neden olduğu bildirilmiştir (Wang ve ark., 2017). Ayrıca, Thuy ve ark., (2017), meyve şekil indeksi, meyve eti kalınlığı ve kuru madde içeriği gibi meyve karakteristiklerini vermikompost uygulamaları altında inceledikleri çalışmalarında vermikompostun en yüksek düzeyinin (30 t ha⁻¹) tüm meyve özelliklerini artırdığını belirtmişlerdir. Al-Harbi ve ark., (2020), tatlı biberler üzerinde yaptıkları çalışmalarında, organik gübre uygulamalarının meyvelerin uzunluğunda çok az değişiklik meydana geldiğini, ortalama meyve genişliğinin BC (biochar) 2% + Komp 2% and Komp 4% uygulamalarının kontrol grubuna göre önemli derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Biquinho biberi üzerinde mineral ve biogübre uygulamalarının yapıldığı bir çalışmada meyve uzunluğu ve meyve çapı parametrelerinde blok bazında önemli farklılıklar oluşmadığı bildirilmiştir (Pereira ve ark., 2021). Bizim çalışmamızda, meyve eni, meyve boyu değerleri kimyasal gübre ile vermikompostun kombine edildiği uygulamalarda yüksek değerleri meyve şekil indeksi değerleri ise

OMG (% 100) ve KG (%75) + VK (% 25) uygulamalarında en yüksek değerleri göstermiş olmalarına rağmen istatistiksel bir önemlilik ortaya koymamıştır. Bitki başına meyve sayısında en yüksek değerler 12.81 adet ile % 100 kimyasal gübrenin verildiği bitkiler ile OMG (% 25) + VK (% 75) (10.78 adet) kombinasyonunun verildiği bitkilerden elde edilmiştir. Ortalama meyve ağırlığı ise % 100 kimyasal gübrenin verildiği bitkiler ile % 100 organomineral gübrenin verildiği bitkilerden elde edilmiştir (Şekil 3).

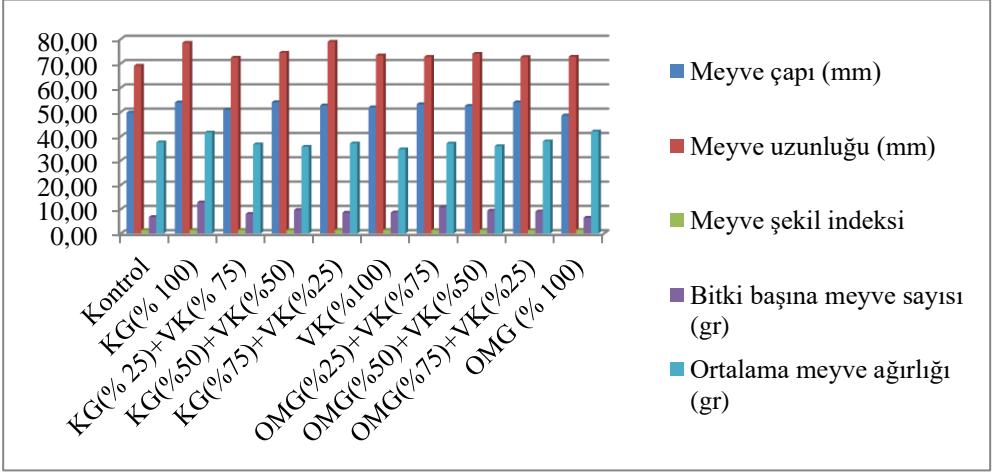
Çalışmada erken, pazarlanabilir ve toplam olmak üzere 3 farklı verim parametreleri tüm kombinasyonlarda istatistiksel olarak önemli farklılıklar oluşturmuştur. Erken verimde en fazla ürün 403.50 kg/da ile OMG (%50) + VK (%50) uygulamasından, en az ürün ise 65.33 kg/da ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Pazarlanabilir verim olarak OMG (%25) +VK (%75), OMG (%50) + VK(%50) ve OMG(%75) + VK(%25) kombinasyonları sırası ile 779.50, 773.50 ve 775.00 kg/da değerleri ile en fazla ürün elde edilen uygulamalar, kontrol grubu ise 441.67 kg/da ile en az ürün elde edilen uygulama olarak kaydedilmiştir (Figure 4). Vaidyanathan ve Vijayalakshmi (2017), ve Tesfay ve ark., (2018) domateste optimum düzeyde vermikompost uygulamalarının verimi artırdığını bildirmişlerdir. Mengistu ve ark., (2017), inorganik gübre kombinasyonu (her ikisinin % 75'i 105N ve 40 P kg ha⁻¹) ve vermikompost (11.5 t ha⁻¹) uygulamalarının gübresiz kontrol grubuna göre sırası ile % 104.23 ve % 89.94 oranlarında en iyi pazarlanabilir ve toplam verim değerlerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Tatlı biber üzerinde yapılan bir çalışmada en yüksek erken verim (13.760 t/ha) ve pazarlanabilir verim (38.381 t/ha) BC (biochar) 2% + Comp 2% uygulamasından, en düşük erkenci verim (8.441 t/ha) pazarlanabilir verim (22.092 t/ha) kontrol grubundan elde edilmiştir. Aynı zamanda BC (biochar) 2% + Comp 2% uygulaması kontrol grubu ile kıyaslandığında toplam verim bakımından % 56.6 oranında bir artış sağlanmıştır (Al-Harbi ve ark., 2020). Zayed ve ark., (2013), biberde organik gübre uygulamalarının erken verim (4.984 kg/plot), toplam verim (58.179 kg/plot) ve parsel başına toplam meyve sayısı (444.375) parametrelerinde önemli derecede artışlara neden olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda, toplam verim açısından en yüksek değer 939.50 kg/da ile organik gübrenin yüksek dozda kullanıldığı OMG (%25) +VK (%75) kombinasyonundan, en düşük değer ise 493.67 kg/da ile kontrol grubu bitkilerinden alınmıştır (Şekil 4).



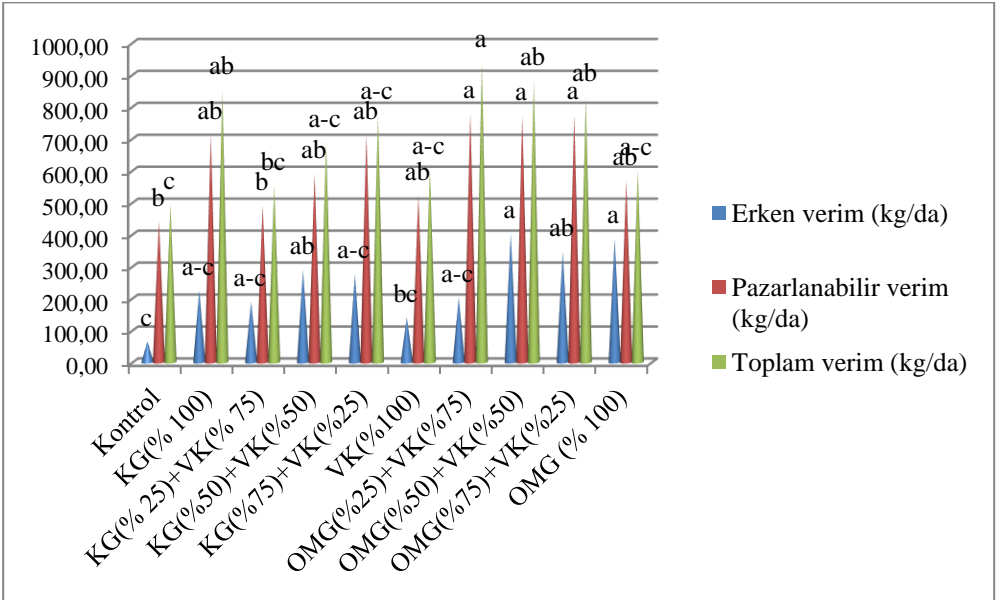
Şekil 1. 3 ölçüm dönemine ait bitki boyları (cm) (KG: Kimyasal gübre; VK: Vermikompost; OMG: Organomineral gübre)



Şekil 2. 3 ölçüm dönemine ait bitki gövde çapları (mm) (KG: Kimyasal gübre; VK: Vermikompost; OMG: Organomineral gübre)



Şekil 3. Biber meyvelerine ait karakteristik parametreler



Şekil 4. Biber verim parametreleri

*: Farklı harfler ortalamalar arasında $P \leq 0.05$ düzeyinde anlamlı farklılıkları göstermektedir (Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre) KG: Kimyasal gübre; VK: Vermikompost; OMG: Organomineral gübre

Teşekkür

Yazar, bu çalışma için Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FBA #2021-9646 ve FHD-2023-10786 numaralı projeler kapsamında sağlanan mali desteğe minnetle teşekkür eder. Bu destek, araştırmanın yürütülmesinde ve değerli görüşlerin elde edilmesinde etkili olmuştur.

SONUÇ

Tespit edilen organik asit içeriklerinin tümünde gübre uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar kaydedildi. % 100 kimyasal gübrenin kullanıldığı uygulamada en yüksek veriler alınmadı, bunun aksine sürdürülebilir tarım açısından pozitif olarak değerlendirilebilecek olan vermikompost ve organomineral gübrelerin ya tek başına ya da kombine olarak kullanıldığı uygulamalardan en yüksek değerler elde edildi. Ölçülen early, marketable ve toplam verim değerleri önemli farklılıklar içermesinin yanında en yüksek değerler organomineral gübre ile vermikompostun kombinasyon halinde kullanıldığı uygulamalarda görülmüştür. Bu çalışma, tarımsal sektörde çevre güvenliği ve toprak yapısının korunmasını ve iyileştirilmesini amaç edinen sürdürülebilir tarıma kaynak veriler sağlama bakımından sonuçlar ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

- Ahmed, S. M. (2013). Inter-simple sequence repeat (ISSR) markers in the evaluation of genetic polymorphism of Egyptian Capsicum L. hybrids. *African Journal of Biotechnology*, 12(7).
- Al-Harbi, A. R., Obadi, A., Al-Omran, A. M., & Abdel-Razzak, H. (2020). Sweet peppers yield and quality as affected by biochar and compost as soil amendments under partial root irrigation. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19(7): 452-460.
- Bayram, S. E., Elmaci, Ö. L., & Özden, N. (2019). Manisa-Akhisar yöresi biber (*Capsicum annuum* L.) plantasyonlarının beslenme durumları. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2): 144-155.
- Bhunia, S., Bhowmik, A., Mallick, R., Debsarcar, A., & Mukherjee, J. (2021). Application of recycled slaughterhouse wastes as an organic fertilizer for successive cultivations of bell pepper and amaranth. *Scientia Horticulturae*, 280, 109927.
- Çakmakçı, R., & Erdoğan, Ü. (2005). *Organik Tarım*. Atatürk. U. İspir Hamza Polat Meslek Yüksek Okulu Ders Yayınları No:2, 233s. Erzurum.
- Daneshvar, H., Babalar, M., Díaz-Pérez, J. C., Nambeesan, S., Delshad, M., & Tabrizi, L. (2022). Evaluation of organic and mineral fertilizers on plant growth, minerals, and postharvest quality of celery (*Apium graveolens* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 1-18.
- Eswaran, N., & Mariselvi, S. (2016). Efficacy of Vermicompost on growth and yield parameters of *Lycopersicon esculentum* (Tomato). *International journal of scientific and research publications*, 6(1): 95-108.
- Gale, E. S., Sullivan, D. M., Cogger, C. G., Bary, A. I., Hemphill, D. D., & Myhre, E. A.. (2006). Estimating plantavailable nitrogen release from manures, composts, and specialty products. *Journal of Environmental Quality*, 35(6): 2321–32. doi: 10.2134/jeq2006.0062.
- Güvenç, İ. (2017). Sebzecilik: Temel Bilgiler, Muhafaza ve Yetiştiricilik. Nobel Yayınları, S: 288.
- Hossain, M.A., Matsuura, S., Nakamura, I., Mitsuhiro, D., & Ishimine, Y. (2000). Studies on Application methods of manda 31 for turmeric (*Curcuma* spp) cultivation. *Sci. Bull. Fac. Agr. Univ. Ryukyus*, 47: 137-144
- İlter, E., Altındışli, A., (2002). Ekolojik Tarımda İlke ve Kavramlar. Organik (Ekolojik) Tarım Eğitimi Ders Notları. ETO, 263s, İzmir.
- Jigme, N., Jayamangkala, O., Sutigoolabud, J., Inthasan S., & Sakhonwasee, S. (2015). The effect of organic fertilizers on growth and yield of broccoli (*Brassica*

- oleracea* L. var. *italica* Plenck cv. Top Green). Journal of Organic Systems 10: 1–14.
- Joshi, R., & Vig, A. P. (2010). Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* L). African Journal of Basic & Applied Sciences, 2(3-4): 117-123.
- Kochakinezhad, H., Peyvast, G., Kashi, A. K., Olfati, J. A., & Asadii, A. (2012). A comparison of organic and chemical fertilizers for tomato production. Journal of Organic Systems, 7 (2): 14–25.
- Kurtar, E.S., Ayan, A.K., (2004). Organik tarım ve Türkiye'deki durumu.O.M.Ü.Zir. Fak. Dergisi, 19(1): 56- 64.
- Malik, A. A., Chattoo, M. A., Sheemar, G., & Rashid, R. (2011). Growth, yield and fruit quality of sweet pepper hybrid SH-SP-5 (*Capsicum annuum* L.) as affected by integration of inorganic fertilizers and organic manures (FYM). Journal of Agricultural Technology, 7(4): 1037-1048.
- Mengistu, T., Gebrekidan, H., Kibret, K., Woldetsadik, K., Shimelis, B., & Yadav, H. (2017). The integrated use of excreta-based vermicompost and inorganic NP fertilizer on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit yield, quality and soil fertility. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 6 (1): 63–77.doi:10.1007/s40093-017-0153-y.
- Okay, C.Ö. (2019). Nitelikli Biber Islah Hatlarının Genetik Ve Bazı Virüs Hastalıklarına Dayanıklılık Yönünden Moleküler Karakterizasyonu. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. (Yüksek Lisans Tezi).
- Öztemiz, S., (2008). Organik tarımda biyolojik mücadele.G.O.Ü.Zir. Fak. Der, 25(2): 19-27.
- Pereira, J. M., Stolf, R., da Silva, J. D. C. B., Vicentini-Polette, C. M., da Silva, P. P. M., Biazotto, A. M., & Sala, F. C. (2021). Agronomic, physicochemical, and sensory characteristics of fruit of Biquinho pepper cultivated with liquid biofertilizer. Scientia Horticulturae, 288, 110348.
- Taşbaşı, H., Zeytin, B., (2003). *Organik Tarımın Genel İlkeleri*. T.K.B. Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Kurulu Bşk Yayınları. 118s. Ankara.
- Tesfay, T., Gebremariam, M., Gebretsadik, K., Hagazi, M., & Girmay, S. (2018). Tomato yield and economic performance under vermicompost and mineral fertilizer applications. The Open Agriculture Journal, 12(1).
- Thuy, P. T., Thi, N., Nghia, A., & Dung P. T. (2017). Effects of vermicompost levels on the growth and yield of HT152 tomato variety grown organically. International Journal of Agriculture Innovations and Research, 5 (4): 513–8.

- Vaidyanathan, G., & Vijayalakshmi, A. V. (2017). Effect of vermicompost on growth and yield of tomato. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*, 4 (9): 653–6.
- Vallverdu-Queralt, A., Medina-Remón, A., Casals-Ribes, I., & Lamuela-Raventos, R. M. (2012). Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices. *Food Chemistry*, 130(1): 222-227.
- Verit A., Yeni E., & Ünal, D. (2001). Tarihten Günümüz Ürolojisine Kırmızı Acı Biber. *Türk Üroloji Dergisi*, 27(4): 399-402.
- Wang, X. X., Zhao, F., Zhang, G., Zhang, Y., & Yang, L. (2017). Vermicompost improves tomato yield and quality and the biochemical properties of soils with different tomato planting history in a greenhouse study. *Frontiers in Plant Science*, 8:1–11. doi: 10.3389/fpls.2017.01978.
- White, P. J., & Brown, P. (2010). Plant nutrition for sustainable development and global health. *Annals of botany*, 105(7): 1073-1080.
- Yayıncılık, GIDA 9: 92-94.
- Zayed, M. S., Hassanein, M. K. K., Esa, N. H., & Abdallah, M. M. F. (2013). Productivity of pepper crop (*Capsicum annum* L.) as affected by organic fertilizer, soil solarization, and endomycorrhizae. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(2): 131-137.

BÖLÜM 7

BALIKLARDA BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ VE BAKTERİYOFAJLARIN BAĞIŞIKLIK SİSTEMİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÜSTÜNDAĞ¹

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Van, Türkiye.
m.ustundg@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-2990-4981

GİRİŞ

Son yıllarda su ürünleri ve kültür balıkçılığı artan gıda talebinin karşılanmasında en kaliteli ve iyi alternatif olarak değerlendirilmektedir. Ancak yoğun (entansif) üretim sistemlerinde, birim alandan maksimum verim elde etmeyi hedeflenirken, birim alanda canlı sayısının artması ile birlikte bakteri, virüs, mantar, parazit vb. canlılar çoğalmakta ve bu durum balıkların stres fizyolojisini tetikleyerek bağışıklık sisteminin zayıflamasına neden olmaktadır (Pulkkinen et al., 2010). Bazı bağışıklık sistemini güçlendireceği yem katkı maddeleri (prebiyotikler, probiyotikler, immunostimülanlar) ve yaşama ortamına ortama kolayca entegre edilebilecek mikroorganizmaların (bakteri ve bakteriyofaj aşılı gibi) canlıların stres fizyolojisini baskıladığı ve bağışıklığı güçlendirdiği bilinmektedir. Ancak, kültür balıkçılığında bu konuda yapılan araştırmalar sınırlı kalmıştır. Dolayısıyla, kültür balıkçılığında büyümeyi optimize etmek, strese karşı direnci artırmak, bağışıklık yanıtını güçlendirmek, hastalık direncini geliştirmek ve su ürünleri yetiştiriciliğinde ürün kalitesini artırmak amacıyla, besleyici öğeler ile bu öğelerin etkileşimleri, anti besin faktörleri, katkı maddeleri, yem ve yemleme yönetiminin değerlendirilmesi gerekmektedir (Sukul et al., 2023). Bu çalışmada kültür balıkçılığında bağışıklık sistemi, stres fizyolojisi, stres fizyolojisini baskılayan yem katkı maddeleri ve bakteri/bakteriyofajların aşılmasının metabolizması incelenecektir (Lieschke & Trede, 2009).

1.BALIKLARDA BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ

Bağışıklık sistemi, bir organizmada patojenleri tanımlayarak ve yok ederek hastalığa karşı koruyan biyolojik süreçlerin toplamıdır (Smith et al., 2019). Bu ajanlar, virüslerden parazitik solungaçlara kadar geniş bir yelpazede algılanmaktadır. Patojenleri tanıyan ve nötralize eden çoklu mekanizmalar bağışıklığa katılmaktadırlar (Magnadóttir, 2006). Bağışıklık sistemi, katmanlı savunmanın artan özgülüğü ile organizmaları enfeksiyonlardan korumaktadır. Basit bir ifade ile fiziksel bariyerler, bakteri ve virüs gibi patojenlerin organizmaya girmesini engellemektedir. Eğer patojen bu fiziksel bariyerleri ihlal ederse, hücresel bağışıklık sistemi spesifik olmayan tepki vermektedir (Lieschke & Trede 2009).

Balıklarda bağışıklık sistemi, patojenlere karşı koruma sağlayan karmaşık bir biyolojik sistemdir. Balıklarda bağışıklık sistemi, iki ana bileşenden oluşur: doğuştan gelen (doğal) bağışıklık sistemi ve adaptif bağışıklık sistemi. Doğuştan gelen bağışıklık sistemi, patojenlere karşı ilk savunma hattını oluştururken, adaptif bağışıklık sistemi daha spesifik ve hafızalı bir yanıt sağlar. Doğuştan gelen bağışıklık sistemi, balıklarda patojenlere karşı ilk savunma hattıdır ve fiziksel bariyerler, hücresel bileşenler (makrofajlar, nötrofiller) ve humoral bileşenler (kompleman sistemi) içerir (Magnadóttir, 2006; Smith et., 2019; Mokhtar et al., 2023).

1.1. Balıklarda Doğal Bağışıklık Sistemi ve Fizyolojisi

Balıkların bağışıklık sistemi, savunma mekanizmaları açısından omurgalı hayvanlar arasında önemli bir örnek teşkil eder. Bağışıklık sistemleri, patojenlere ve çevresel tehditlere karşı kendilerini koruma amacıyla evrimleşmiştir. Doğal (innate) bağışıklık sistemi, balıklarda birincil savunma hattı olarak işlev görür ve vücudu enfeksiyonlara karşı hızlı ve etkili bir şekilde korur (Smith vd., 2019). Doğal bağışıklık sistemi, doğuştan var olan ve patojenlere karşı anında tepki verebilen bir sistemdir (Mustafa, Al-Tae, 2020). Balıklarda doğal bağışıklık sistemi, hem fiziksel hem de biyolojik yapılar (engeller) ile organizmayı koruma görevini üstlenir. Deri-mukus tabakası ve solungaçlar-sindirim sistemi biyolojik engeller olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca hücresel bileşenler ve moleküler bileşenler ile balıklarda doğal bağışıklık sistemi organizmayı enfeksiyonlara karşı korumaktadır.

Balıkların derisi, patojenlere karşı ilk savunma hattını oluşturan fiziksel bir bariyer olarak işlev görür. Derinin üzerini kaplayan mukus tabakası, patojenlerin vücuda girişini engeller. Mukus içinde bulunan lizozim, kompleman proteinleri ve antimikrobiyal peptidler gibi maddeler, patojenleri etkisiz hale getirir. Mukus ayrıca immunoglobulinler (IgM) gibi bağışıklık sistemine yardımcı olan moleküller içerir (Benhamed vd., 2014). Buna ek olarak balıklarda solungaçlar, su ve patojenlerin sürekli temas ettiği bir yüzeydir. Solungaçlardaki epitel hücreler ve mukus salgısı patojenlere karşı bir engel oluşturur. Sindirim sisteminde ise mukoza dokusu, hem patojenlere karşı bariyer görevi görür hem de bağışıklık sistemi hücrelerinin bulunduğu bir savunma bölgesidir (Legrand vd., 2018).

Ayrıca balıklarda deri ve mukus ilk savunma hattını oluşturan biyolojik bariyerin yanısıra, doğal bağışıklık sistemi, çeşitli hücresel oluşumlar ve moleküler bileşenler tarafından gerçekleştirilir. Bu hücreler, patojenleri doğrudan yok edebilir veya bağışıklık tepkisini tetikleyebilir. Balıkların doğal bağışıklık sistemi içinde fagositik hücreler (makrofajlar ve nötrofiller) önemli bir yer tutar. Bu hücreler, patojenleri ve hücre kalıntıları yutarak yok ederler. Fagositoz, balıkların enfeksiyonlara karşı en güçlü savunmalarından biridir. Makrofajlar, patojenlerin tanınması ve fagositozu yoluyla bağışıklık yanıtını başlatırlar. Ayrıca sitokinler adı verilen sinyal moleküllerini salgılayarak bağışıklık tepkisinin koordinasyonunu sağlarlar (Pijanowski vd., 2015; Wu vd., 2020). Nötrofiller, bakterilere ve diğer patojenlere karşı hızlı bir savunma sağlar. Yaralanma veya enfeksiyon bölgesine hızla göç ederler ve patojenleri fagositoz yoluyla yok ederler (Alarcon vd., 2021). Bunlara ek olarak, doğal öldürücü hücreler, virüsle enfekte olmuş hücreler ve tümör hücrelerine karşı doğrudan sitotoksik etki gösterir. doğal öldürücü hücreler, patojenle enfekte olmuş hücreleri tanıyarak onları öldürür (Sun vd., 2009).

Balıkların doğal bağışıklık sisteminde hücresel mekanizmaların yanında çeşitli moleküler bileşenler de yer alır. Bu bileşenler, patojenlerin tanınması ve yok edilmesinde önemli rol oynar. Kompleman proteinleri, patojenlerin hücre zarlarını hedef alarak onları parçalar. Kompleman sistemi, patojenlere bağlanarak onları işaretler ve fagositik hücrelerin patojenleri tanınmasını kolaylaştırır. Bu sistem, hem doğuştan gelen hem de adaptif bağışıklık sistemleri arasında köprü görevi görür (Bai vd., 2023). Sitokinler, bağışıklık hücreleri arasında iletişim sağlayan proteinlerdir. Interlökinler (IL-1, IL-6) ve tümör nekroz faktörü (TNF- α) gibi sitokinler, bağışıklık yanıtının düzenlenmesinde önemli rol oynar (Kilercioğlu, 2021). Balıklarda yaygın olarak bulunan bir enzim olan lizozim, bakterilerin hücre duvarlarını parçalayan bir savunma aracıdır. Özellikle gram pozitif bakterilere karşı etkilidir (Saurabh ve Sahoo 2008). Balıkların doğal bağışıklık sisteminde başka bir moleküler bileşik olan antimikrobiyal peptidler, balıkların doğal bağışıklık sisteminde patojenlerle mücadelede görev alan kısa zincirli proteinlerdir. Bu peptidler, bakterilerin hücre zarlarını delerek onları etkisiz hale getirir (Katzenback, 2015).

Doğal bağışıklık sistemi, patojenlerin hızlı bir şekilde tanınması ve etkisiz hale getirilmesi için gelişmiş çeşitli mekanizmalara sahiptir. Bu

mekanizmalar genellikle spesifik olmayan ancak geniş çaplı savunma tepkilerini içerir.

Doğal bağışıklık sistemi, patojenleri tanıyan bazı alıcılar (reseptörler) içerir. Bu alıcılar, özellikle patojenlerin yüzeyinde bulunan ve vücuda yabancı olan moleküler yapıları tanır. Balıklarda, patojenlere özgü yapıları tanıyan reseptörler bulunur. Bu reseptörler, patojenlerin hücre yüzeyinde bulunan mikroorganizma ile ilişkili moleküler paternleri tanır. Bu tanıma, patojenlerin yok edilmesi için fagositik hücrelerin harekete geçmesini sağlar. Patern tanıma reseptörlerin en önemli örneklerinden biri, toll benzeri reseptörlerdir. Balıkların bağışıklık sisteminde, toll benzeri reseptörler patojenleri tanıyan ve bağışıklık tepkisinin başlatılmasına yardımcı olan anahtar proteinlerdir. Bu reseptörler, bakteri, virüs ve mantar gibi patojenlerin moleküler bileşenlerine bağlanarak immün yanıtı tetikler (Zhang vd., 2014). Ayrıca balıklarda doğal bağışıklık sisteminin ana savunma mekanizmalarından biri olan fagositoz, patojenlerin hücrenel bağışıklık elemanları tarafından yakalanması ve sindirilmesidir. Makrofajlar ve nötrofiller gibi fagositik hücreler, patojenleri tanıyıp içine alarak sindirim enzimleriyle parçalar. Bu süreç, enfeksiyonun yayılmasını önler ve vücudu patojenlerden arındırır (Silva, 2010). Bunlara yardımcı olarak kompleman sistemi, bakteri hücre zarlarını doğrudan yok ederek veya fagositik hücrelerin işini kolaylaştırarak patojenlere karşı güçlü bir savunma mekanizması sağlar. Kompleman proteinleri, balıklarda enfeksiyon bölgesine yönelir ve burada patojenleri hedef alarak bağışıklık sistemini aktive eder (Bai vd., 2010).

Genel olarak, balıklarda doğal bağışıklık sistemi, patojenlere karşı hızlı bir yanıt sağlar. Bu tepki, birkaç saat içinde ortaya çıkar ve adaptif bağışıklık sistemi etkinleşmeden önce enfeksiyonun yayılmasını önler. Doğal bağışıklık sistemi, patojenlerin türüne spesifik olmayan bir savunma sağlar. Yani, herhangi bir patojenin vücuda girmesi durumunda benzer tepkiler üretilir. Bu durumda öğrenilmiş yanıtlarla daha hızlı yanıt alabilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca balıklarda doğal bağışıklık sistemi çevresel stres faktörlerine hızlı tepki verebilmesi, balıkların yaşam koşullarına kolayca adapte olmasına yardımcı olur (Magnadóttir, 2006).

1.2. Balıklarda Adaptif Bağışıklık Sistemi ve Fizyolojisi

Balıklarda adaptif bağışıklık sistemi, belirli bir patojene karşı hedefe yönelik ve uzun süreli koruma sağlayan bir savunma mekanizmasıdır. Bu sistem, balıkların çevresel patojenlere karşı hayatta kalmasını destekler ve doğal bağışıklık sisteminin sağladığı ilk savunma hattını tamamlar. Patojenlere karşı özelleşmiş yanıtlar üreten adaptif bağışıklık sistemi, bağışıklık hafızası oluşturma yeteneği ile gelecekte aynı patojenle karşılaşıldığında daha hızlı ve etkili bir yanıt verilmesini sağlar (Kordon vd., 2021). Bu bağışıklık sisteminin işlevlerini daha iyi anlamak için, temel hücresel bileşenlerinden başlayarak işleyişini ayrıntılarıyla ele almak gerekir.

Bu sistemin temel hücresel bileşenleri, B ve T lenfositleri olarak bilinen bağışıklık hücreleridir. B lenfositleri, humoral bağışıklığın merkezinde yer alır ve antikor üretiminden sorumludur. Bu antikorlar, patojenlerin yüzeyindeki antijenleri tanıyarak onları nötralize eder ya da bağışıklık sisteminin diğer mekanizmalarını aktive eder (Page vd., 2013). Balıklarda üç ana immünooglobulin sınıfı bulunur: IgM, IgD ve IgT/IgZ. IgM, balıklarda bulunan ve enfeksiyonlara karşı ilk savunma yanıtını sağlayan immünooglobulindir (Xu vd., 2019). IgD, B lenfositlerinin yüzeyinde bulunur ve bağışıklık düzenlemesinde rol oynar. IgT/IgZ, özellikle mukozal bağışıklıkla ilişkilidir ve balığın mukozal yüzeylerinde (deri, solungaçlar, bağırsak) görev yapar (Rambout vd., 2014). B lenfositlerinin bu işlevleri yanında, T lenfositleri ise bağışıklık sisteminin hücresel boyutunda kritik roller üstlenir. T lenfositleri, hücresel bağışıklık sisteminin merkezinde yer alır ve farklı işlevlere sahip alt gruplara ayrılır. Yardımcı T hücreleri, diğer bağışıklık hücrelerini aktive ederek bağışıklık yanıtını düzenler ve B hücrelerinin antikor üretmesini destekler. Sitotoksik T hücreleri, virüsle enfekte olmuş hücreleri veya kanserleşmiş hücreleri öldürme yeteneğine sahiptir (Ashfaq vd., 2019). Regülatör T hücreleri ise bağışıklık yanıtını kontrol altında tutarak aşırı tepkiyi önler ve bağışıklık sisteminin kendi dokularına zarar vermesini engeller. Ancak bu hücresel mekanizmaların etkin bir şekilde çalışabilmesi için, antijen sunumu ve bağışıklık hafızası gibi diğer süreçlerin de işlevsel olması gereklidir. Adaptif bağışıklık sisteminin önemli bir özelliği bağışıklık hafızası geliştirme yeteneğidir. Balıklar bir patojenle ilk kez karşılaştığında, bu patojene özgül hale gelen B ve T hücrelerinin bir kısmı hafıza hücresine dönüşür. Bu hücreler, aynı patojenle tekrar karşılaşıldığında hızla aktive olur ve daha güçlü bir bağışıklık

yanıtı oluşturur (Stosik vd., 2021). Bu mekanizma, balıklarda aşılama stratejilerinin temelini oluşturur ve balıkların belirli enfeksiyonlara karşı uzun süreli bağışıklık kazanmasını sağlar. Bağışıklık yanıtlarının koordinasyonu ise bu sürecin merkezinde yer alan lenfoid organların işlevine bağlıdır.

Adaptif bağışıklık sistemi, lenfoid organlar tarafından desteklenir. Balıklarda timus, dalak, böbrek ve mukoza ile ilişkili lenfoid dokular (MALT) bağışıklık sisteminin merkezinde yer alır (Zapata, 2022). Timus, T lenfositlerinin olgunlaştığı ve işlev kazandığı birincil lenfoid organdır. Baş bölgesinde yer alan bu organ, yaşla birlikte küçülme eğilimindedir. Böbrek, özellikle ön böbrek, hem bağışıklık hücrelerinin üretildiği bir hematopoetik merkez hem de bağışıklık tepkilerinin düzenlendiği bir organ olarak görev yapar. Dalak, kanın filtrelenmesi, antijenlerin tutulması ve antikor üretimi için önemli bir organdır. Mukozal bağışıklık, deri, solungaçlar ve bağırsaklar gibi mukoza yüzeylerinde bulunan lenfoid dokular tarafından sağlanır (Koppang vd., 2010). Lenfoid organların bu işlevlerinin yanında, bağışıklık sisteminin patojenleri tanıma ve onlara özgül yanıt oluşturma süreci antijen sunumuyla başlar.

Antijen sunumu, adaptif bağışıklık sisteminin başlatılması için kritik bir süreçtir. Antijen sunan hücreler, patojenlerden elde edilen antijenleri T hücrelerine sunar (Johnstone vd., Chavez-Pozo, 2022). Bu süreç, Major Histocompatibility Complex (MHC) molekülleri aracılığıyla gerçekleşir. MHC sınıf I molekülleri hücre içinde bulunan antijenleri sitotoksik T hücrelerine sunarken, MHC sınıf II molekülleri hücre dışından alınan antijenleri yardımcı T hücrelerine sunar. Bu mekanizma, adaptif bağışıklık sisteminin spesifik olmasını sağlar ve sadece ilgili patojene karşı bağışıklık yanıtı üretilmesini garanti eder. Ancak, balıkların bu mekanizmayı ne derece etkin kullanabildiği çevresel koşullara ve fizyolojik duruma da büyük ölçüde bağlıdır (Wieczorek vd., 2017).

Balıkların adaptif bağışıklık sistemi çevresel faktörlere ve fizyolojik duruma oldukça duyarlıdır. Suyun sıcaklığı, oksijen seviyesi, tuzluluk ve kirlilik gibi çevresel faktörler, bağışıklık hücrelerinin işlevini ve bağışıklık yanıtının etkinliğini etkileyebilir (Bowden, 2008). Düşük sıcaklıklar, özellikle ektotermik canlılar olan balıklarda bağışıklık hücrelerinin işlevini yavaşlatabilir ve antikor üretimini azaltabilir. Beslenme durumu da bağışıklık sistemi üzerinde doğrudan etkilidir; yetersiz veya dengesiz beslenme,

bağışıklık yanıtlarını baskılayabilir. Ayrıca, çevresel stres faktörleri, bağışıklık sistemini baskılayan kortizol hormonunun seviyesini artırarak bağışıklık yanıtlarını zayıflatabilir. Bu koşullara rağmen, balıklardaki adaptif bağışıklık sistemi evrimsel süreçte karmaşık sucul ortamın patojen yüküne karşı etkili savunmalar geliştirmiştir (Gonçalves vd., 2017).

Balıklarda adaptif bağışıklık sistemi, memelilere göre daha basit bir düzen sergilese de, evrimsel olarak omurgalı bağışıklık sisteminin temel taşı oluşturur. Antikor çeşitliliği ve bağışıklık hafızası gibi mekanizmalar memelilere kıyasla sınırlı olsa da, bu sistem balıkların sucul ortamın karmaşık patojen yüküne karşı savunma geliştirmesine olanak tanır. Adaptif bağışıklık, balıkların enfeksiyonlara karşı uzun vadeli direnç kazanmasını sağlayan bir mekanizma olarak, doğal bağışıklık sistemiyle uyumlu bir şekilde çalışır ve balıkların yaşam döngüsünde hayati bir rol oynar.

1.3. Balıklarda Doğal ve Adaptif Bağışıklık Sistemi Arasındaki İlişki

Balıklarda doğal ve adaptif bağışıklık sistemleri, birbirini tamamlayarak patojenlere karşı etkili bir savunma mekanizması oluşturur. Bu iki sistem, fonksiyonel olarak farklı olsa da, aralarındaki yakın etkileşimler sayesinde bağışıklık yanıtının başlangıcından sonlanmasına kadar koordineli bir şekilde çalışır. Doğal bağışıklık sistemi, enfeksiyonlara karşı ilk savunma hattını oluşturarak adaptif bağışıklık sisteminin aktive edilmesi için gerekli olan temel ortamı sağlar. Adaptif bağışıklık sistemi ise, bu ilk savunma yanıtını spesifik ve uzun süreli bir koruma sağlayacak şekilde tamamlar (Dixon ve Stet, 2001).

Balıklar doğal bağışıklık sistemi, patojenlerin hızlı bir şekilde tanınması ve kontrol altına alınmasında kritik rol oynar. Bu sistem, genetik olarak sabit bir dizi reseptör aracılığıyla patojenlerin genel özelliklerini tanır ve bu tanıma, patojenle doğrudan mücadele edilmesini sağlayan hücresel ve kimyasal yanıtları tetikler. Örneğin, makrofajlar, dendritik hücreler ve doğal öldürücü hücreler gibi doğal bağışıklık hücreleri, fagositoz yoluyla patojenleri ortadan kaldırırken, antijen sunumu süreciyle adaptif bağışıklık sistemine sinyal gönderir. Bu süreçte, doğal bağışıklık hücreleri patojenin antijenlerini parçalara ayırır ve Major Histocompatibility Complex (MHC) molekülleri aracılığıyla T hücrelerine sunar (Wieczorek vd., 2017). Bu, adaptif bağışıklık yanıtının başlaması için kritik bir adımdır.

Adaptif bağışıklık sistemi, doğal bağışıklığın sunduğu bilgiler üzerine inşa edilir ve bu sayede patojene özgül bir yanıt oluşturur. Doğal bağışıklık sisteminden gelen antijen sunumu ve salgılanan sitokinler, B ve T lenfositlerinin aktivasyonu için gerekli ortamı hazırlar (Kordon vd., 2021). Doğal bağışıklık sistemi tarafından üretilen inflamatuvar sitokinler, T hücrelerinin farklılaşmasını yönlendirir ve yardımcı T hücrelerinin spesifik alt gruplarını oluşturur. Bu alt gruplar, bağışıklık yanıtının türünü belirleyerek hücrenel veya humoral bağışıklığı ön plana çıkarır. Örneğin, T hücrelerinden gelen sinyaller, B hücrelerinin antikör üretmesini uyarır ve bu antikörler, patojenin nötralizasyonunda veya opsonizasyonunda görev alır.

Doğal ve adaptif bağışıklık sistemleri arasındaki ilişki, yalnızca bağışıklık yanıtının başlatılmasıyla sınırlı değildir; aynı zamanda bağışıklık yanıtının düzenlenmesinde ve sonlanmasında da etkilidir. Doğal bağışıklık sistemi, inflamasyonun kontrol altına alınmasını sağlayarak adaptif yanıtın aşırıya kaçmasını engeller. Regülatör T hücreleri ve doğal bağışıklık sisteminin baskılayıcı elemanları, bu süreçte bağışıklık yanıtını düzenleyen önemli faktörlerdir. Böylece, organizmanın kendi dokularına zarar verme riski azaltılır ve bağışıklık yanıtı yalnızca hedef patojene odaklanır (Wang ve Secombes, 2013).

Balıklar gibi ektotermik canlılarda, doğal ve adaptif bağışıklık sistemleri arasındaki etkileşim, çevresel faktörlerden büyük ölçüde etkilenir. Özellikle düşük su sıcaklıkları, adaptif bağışıklık yanıtlarının hızını ve etkinliğini azaltabilir. Bu durumda, doğal bağışıklık sistemi enfeksiyonlarla mücadelede daha baskın bir rol oynar ve adaptif bağışıklık yanıtının aktive edilmesi için gerekli olan süreyi uzatır. Ancak doğal bağışıklık sisteminin patojenleri hızlı bir şekilde kontrol etme kapasitesi, adaptif bağışıklık sistemine zaman kazandırır ve enfeksiyonun yayılmasını sınırlar (Morvan vd., 1998).

Özetle, balıklarda doğal ve adaptif bağışıklık sistemleri, işlevsel olarak birbirinden bağımsız olsalar da, güçlü bir sinerji içinde çalışır. Doğal bağışıklık sistemi, adaptif bağışıklığın temelini oluşturan bilgiyi sağlarken, adaptif bağışıklık sistemi doğal yanıtı özelleştirerek uzun vadeli bir koruma sağlar. Bu iki sistem arasındaki dinamik ilişki, balıkların sucul ortamın yoğun patojen yüküne karşı etkili bir bağışıklık yanıtı oluşturmasını mümkün kılar.

2. BAKTERİYOFAJLARIN BALIKLARIN BAĞIŞIKLIK SİSTEMİNE ETKİLERİ

Bakteriyofajlar, bakterileri enfekte ederek onları öldüren virüslerdir ve sucul ortamlar gibi mikroorganizma yoğun alanlarda bol miktarda bulunurlar. Balıklar, sucul ekosistemlerdeki bu bakteriyofajlar ile doğal olarak etkileşim içindedir ve bu etkileşim, balıkların bağışıklık sistemini doğrudan etkileyebilir. Bakteriyofajların balıkların bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri, hem patojenlerle mücadeledeki rolleri hem de bağışıklık tepkilerini düzenleyici etkileri bakımından geniş bir alanı kapsar. Bu etkiler, hem doğal hem de adaptif bağışıklık sistemlerinin işleyişini içerir ve balıkların bağışıklık savunmalarını güçlendirebilir ya da bazı durumlarda onları zayıflatabilir.

2.1. Bakteriyofajlar, Yapısı ve Yaşam Döngüsü

Bakteriyofajlar, bakterilere özgü virüsler olup, bakterileri enfekte ederek parçalayabilir (Nick ve ark., 2022). "Faj" terimi, "bacteria" ve Yunanca "phagein" (yemek) kelimelerinden türemiştir (Anderson ve ark., 2011). Doğada yaygın olarak bulunan fajlar, okyanus, toprak, yiyecekler ve içme sularında yer alır ve yaklaşık 10^{31} birey ile yeryüzündeki en yaygın biyolojik varlıkları oluşturur (Chevallereau ve ark., 2022).

Fajlar, genetik materyali içeren kapsid, kuyruk ve kuyruk lifleri gibi bölümlerden oluşur. Kapsid, protein alt birimlerinden oluşur ve genetik materyali korur. Kuyruk yapısı ise genetik materyalin konak bakteriye aktarımını sağlar (Wurtz, 1992). Fajların farklı yapısal özellikleri olabilmeleri birlikte, kuyruk uzunluğu ve yapısı türe göre değişiklik gösterebilir.

Fajların yaşam döngüsü iki temel şekilde gerçekleşir: litik döngü ve lizogenik döngü. Litik döngüde, faj bakteriyi lizise uğratarak yeni faj partikülleri serbest bırakır. Bu süreç adsorpsiyon, penetrasyon, çoğalma, olgunlaşma ve dışa salım aşamalarından oluşur (Reece ve Campbell, 2011). Litik fajlar, patojen bakterileri yok edebilme özellikleri nedeniyle terapötik kullanımlarda tercih edilir (Doss ve ark., 2017). Lizogenik döngüde ise faj genomu, konak bakteri kromozomuna entegre olarak çoğalır ve konak hücre zarar görmez. Ancak çevresel stres koşulları, lizogenik döngüyü litik döngüye dönüştürebilir (Reece ve Campbell, 2011).

Faj terapisi, fajların antimikrobiyal özelliklerinin bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde kullanılmasıdır. Antibiyotik direncinin artmasıyla,

2000'li yıllardan itibaren yeniden gündeme gelmiştir. Özellikle litik fajlar, patojen bakterilere karşı etkili bir biyolojik ajan olarak öne çıkmaktadır (Reece ve Campbell, 2011).

Faj terapisinin başarısı, fajın kısa adsorpsiyon süresi, hızlı çoğalma ve yüksek patlama boyutu gibi farmakokinetik özelliklerine bağlıdır (Abedon ve Abedon, 2010). Günümüzde, biyoteknolojideki ilerlemelerle faj genom modifikasyonu ve antibiyotiklerle sinerjik kullanımlar gibi yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmiştir (Pirnay ve ark., 2022).

2.2. Bakteriyofajların Doğal Bağışıklık Sistemi Üzerindeki Etkisi

Balıkların doğal bağışıklık sistemi, yabancı patojenlere karşı hızlı bir savunma sağlar ve bu sistemin etkinliği, mikroorganizma patojenlerinin yanı sıra bakteriyofajlarla da etkileşim halindedir. Bakteriyofajlar, hedef aldıkları bakterileri enfekte ederek ve lizis yoluyla yok ederek patojenlerle mücadele ederler. Fajların balıkların bağışıklık sistemiyle etkileşimi, özellikle fagositik hücrelerin (makrofajlar, nötrofiller gibi) patojenleri tanıyıp öldürme süreçlerini hızlandırmasıyla ilgilidir. Fajlar, patojenlerle aynı ortamda varlıklarını sürdürürken, enfekte oldukları bakterilerin bağışıklık hücreleri tarafından tanınmasını kolaylaştırır (Schulz vd., 2019).

Faj partiküllerinin ve enfekte bakterilerin, balıkların bağışıklık hücreleri tarafından tanınabilir özellikler taşıması nedeniyle, bu patojenik ajanların ortadan kaldırılması sürecine katkı sağlar. Fajların mikroorganizmalara karşı geliştirdiği spesifiklik, onların yalnızca hedef bakterilere zarar vermesini sağlarken, bu durum, balıkların bağırsak mikrobiyotasını ve diğer faydalı mikroorganizmaları korur. Bağırsak mikrobiyotası, balıkların bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde önemli bir rol oynar; çünkü bağırsakta bulunan mikroorganizmalar, bağışıklık hücrelerinin fonksiyonlarını modüle eder ve patojenlere karşı savunma oluşturur. Bu, bakteriyofajların bağırsak mikroflorasına olumsuz bir etki yapmadan, yalnızca patojenlere müdahale etmesini sağlar (Xiong vd., 2020).

Fajların doğal bağışıklık yanıtını tetikleme mekanizmaları, balıkların patojen tanıma reseptörleriyle doğrudan ilişkilidir. Bakteriyofajların DNA ve RNA yapıları, balıkların bu reseptörleri tarafından algılanabilir. Örneğin, çift sarmallı RNA, virüslerin yaygın bir özelliği olarak TLR-3 tarafından tanınabilir

ve bu tanıma, sitokin üretiminin artırılmasına neden olabilir. Ayrıca, bakteriyofajların bakteriyel hücrelerdeki antijenik özellikleri, bağışıklık hücrelerinin patojenlere karşı hızla yanıt vermesini sağlayacak şekilde, makrofaj ve nötrofillerin enfeksiyon alanında toplanmasına yol açar. Böylece, bakteriyofajlar, balıkların doğal bağışıklık tepkilerini güçlendirerek enfeksiyonların erken aşamada kontrol altına alınmasına yardımcı olur (Pennetzdorfer vd., 2023). Bununla birlikte, aşırı bir inflamatuvar yanıt, doku hasarına yol açabilir, bu nedenle bağışıklık sisteminin dengeli çalışması önemlidir. Balıkların bağışıklık sisteminin dengeli çalışmaması halinde balıklarda ciddi ve geri dönüşü olmayan fizyolojik hasarlar olabilmektedir.

2.3.Adaptif Bağışıklık Sistemi Üzerindeki Etkiler

Bakteriyofajlar, balıkların adaptif bağışıklık sistemini dolaylı yollarla etkileyebilir. Adaptif bağışıklık, patojenleri tanıyıp onlara karşı spesifik bir yanıt geliştiren bir mekanizma olup, özellikle uzun süreli koruma sağlar. Fajların bakteriyel hücrelerde neden olduğu genetik ve antijenik değişiklikler, balığın bağışıklık sistemi tarafından fark edilmesine yol açabilir. Bakteriyofajların enfekte ettikleri bakterilerde yüzey antijenik değişiklikler yaratmaları, bu bakterilerin adaptif bağışıklık sisteminde daha kolay tanınmasını sağlar (Schulz vd., 2019).

Fajlar, bakterilerdeki bu antijenik değişiklikleri, adaptif bağışıklık hücrelerine (B ve T hücreleri) sunulması için antijen sunan hücrelere (örneğin, dendritik hücreler) aktarabilir. Bu durum, T hücrelerinin aktivasyonuna yol açarak, özgül bağışıklık yanıtlarının başlatılmasını sağlar. T hücreleri, enfekte olmuş hücreleri öldüren sitotoksik T hücrelerine dönüşebilir. Aynı şekilde, B hücreleri, bakteriyofajlarla modifiye edilmiş bakterilerin antijenlerine karşı antikor üreterek, uzun süreli koruma sağlamak için hafıza hücreleri oluşturabilir. Bu tür bir adaptif yanıt, balıklarda, özellikle bakteriyel patojenlerle karşılaşıldığında kalıcı bir bağışıklık oluşturulmasına yol açabilir. Ancak, bakteriyofajlar genellikle düşük immünojenik özelliklere sahiptir. Yani, kendileri bağışıklık sistemi tarafından zayıf bir şekilde tanınır (Lopez-Porras, 2024) . Bu durum, bazı fajların bağışıklık sistemi tarafından aşılama gibi bağışıklık geliştiren tedavi yöntemleri için daha az etkili olmasına neden olabilir. Yine de, fajlar bakteriyel hücrelerin yüzeyinde değişikliklere yol

açarak, bu bakterilerin bağışıklık sistemi tarafından daha iyi tanınmasını sağlayabilir.

2.4. Bakteriyofajların Terapötik Kullanımının Bağışıklık Sistemi Üzerindeki Etkileri

Bakteriyofajlar, özellikle antibiyotiklere dirençli bakteriyel enfeksiyonlarla mücadelede umut verici bir terapi seçeneği olarak ortaya çıkmıştır. Kültür balıkçılığında, balıklarda görülen bakteriyel hastalıkların tedavisinde, antibiyotiklere karşı dirençli patojenler yaygın olarak karşılaşılan bir sorundur. Bakteriyofajlar, spesifik patojenleri hedef alarak bu soruna çözüm sunabilir ve aynı zamanda balıkların bağışıklık sisteminin düzgün çalışmasına katkı sağlar (Pereira vd., 2022). Bununla birlikte, fajların kullanımı, bazı durumlarda bağışıklık sisteminin fajlara karşı yanıt geliştirmesine yol açabilir.

Faj tedavisinin etkinliği, balığın bağışıklık sisteminin fajlara nasıl tepki verdiğiyle bağlıdır. Bazı durumlarda, balıklar fajları yabancı bir ajan olarak algılayıp antikor üretmeye başlarlar (Richards, 2014). Bu durum, fajın etkinliğini sınırlayabilir. Ancak, fajlar çoğunlukla düşük immünojenik özellikler gösterdiğinden, bağışıklık sisteminin bu ajanlara karşı güçlü bir yanıt üretmesi nadirdir. Bu nedenle, bakteriyofajlar genellikle bağışıklık sisteminin aşırı reaksiyon gösterdiği durumlarda faydalı olabilir (Dąbrowska, 2019). Ayrıca, farklı fajların kombinasyonu (faj kokteylleri), tedavi sırasında daha geniş bir etki spektrumu sağlayarak antibiyotiklere karşı dirençli patojenlere karşı daha etkili bir mücadele sunar (Yuan vd., 2019).

2.5. Çevresel Faktörlerin Bakteriyofajların Etkinliğine Etkisi

Bakteriyofajların balıkların bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri, çevresel faktörlere büyük ölçüde bağlıdır. Su sıcaklığı, pH seviyesi, tuzluluk ve mikrobiyal kompozisyon gibi çevresel parametreler, bakteriyofajların replikasyon hızını ve etkinliğini etkileyebilir (Peraira vd., 2022). Örneğin, düşük su sıcaklıkları, bakteriyofajların çoğalma hızını yavaşlatabilir ve bu da enfeksiyonlarla mücadele etme kabiliyetini azaltabilir (Seeley ve Primrose, 1980). Bunun yanı sıra, suyun pH seviyesi, fajların bakterileri hedef almadaki etkinliğini değiştirebilir. Fajlar, özellikle asidik koşullarda daha az etkili olabilirler (Jończyk vd., 2011). Ayrıca, çevresel stres faktörleri, balıkların bağışıklık sistemini zayıflatabilir ve bu da fajların etkilerini değiştirebilir.

Çevresel stres altındaki balıklar, daha az etkili bağışıklık yanıtları geliştirebilir, bu da fajların enfeksiyonlarla mücadeledeki etkinliğini azaltabilir. Balıkların bağışıklık sisteminin çevresel koşullardan nasıl etkilendiği, fajların terapötik kullanımındaki başarısı açısından önemli bir faktördür (Abedon, 2008).

3. SONUÇ

Bakteriyofajlar, balıkların bağışıklık sistemi üzerinde çeşitli etkiler gösterir. Bu etkiler, doğrudan bakteriyel enfeksiyonları kontrol altına almak, bağışıklık hücrelerini aktive etmek ve adaptif bağışıklık yanıtını modüle etmek gibi birçok yönü kapsar. Fajların terapötik potansiyeli büyük olsa da, bu ajanların bağışıklık sistemiyle olan etkileşimlerinin daha derinlemesine anlaşılması, daha etkili ve güvenli uygulamaların geliştirilmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Sukul, T., Kari, Z., Téllez-Isaiás, G., & Ghosh, K. (2023). Autochthonous Bacilli and Fructooligosaccharide as Functional Feed Additives Improve Growth, Feed Utilisation, Haemato-Immunological Parameters and Disease Resistance in Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). *Animals:an Open Access Journal from MDPI*, 13. <https://doi.org/10.3390/ani13162631>.
- Pulkkinen, K., Suomalainen, L., Read, A., Ebert, D., Rintamäki, P., & Valtonen, E. (2010). Intensive fish farming and the evolution of pathogen virulence: the case of columnaris disease in Finland. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277, 593 - 600. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1659>.
- Smith, N., Rise, M., & Christian, S. (2019). A Comparison of the Innate and Adaptive Immune Systems in Cartilaginous Fish, Ray-Finned Fish, and Lobe-Finned Fish. *Frontiers in Immunology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.02292>.
- Magnadóttir, B. (2006). Innate immunity of fish (overview).. *Fish & shellfish immunology*, 20 2, 137-51 . <https://doi.org/10.1016/J.FSI.2004.09.006>.
- Lieschke, G., & Trede, N. (2009). Fish immunology. *Current Biology*, 19, R678-R682. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.06.068>.
- Mustafa, E., & Al-Tae, S. (2020). Innate and Adaptive Immunity in Fish: A Review. *Al-Anbar Journal of Veterinary Sciences*. <https://doi.org/10.37940/ajvs.2020.13.2.1>.
- Benhamed, S., Guardiola, F. A., Mars, M., & Esteban, M. Á. (2014). Pathogen bacteria adhesion to skin mucus of fishes. *Veterinary microbiology*, 171(1-2), 1-12.
- Legrand, T. P., Catalano, S. R., Wos-Oxley, M. L., Stephens, F., Landos, M., Bansemer, M. S., ... & Oxley, A. P. (2018). The inner workings of the outer surface: skin and gill microbiota as indicators of changing gut health in yellowtail kingfish. *Frontiers in microbiology*, 8, 2664.
- Wu, L., Qin, Z., Liu, H., Lin, L., Ye, J., & Li, J. (2020). Recent advances on phagocytic B cells in teleost fish. *Frontiers in Immunology*, 11, 824.
- Pijanowski, L., Scheer, M., Verburg-van Kemenade, B. M. L., & Chadzinska, M. (2015). Production of inflammatory mediators and extracellular traps

- by carp macrophages and neutrophils in response to lipopolysaccharide and/or interferon- γ . *Fish & shellfish immunology*, 42(2), 473-482.
- Alarcon, P., Espinosa, G., Millan, C., Saravia, J., Quinteros, V., Enriquez, R., ... & Morera, F. J. (2021). Piscirickettsia salmonis-triggered extracellular traps formation as an innate immune response of Atlantic salmon-derived polymorphonuclear neutrophils. *Biology*, 10(3), 206.
- Sun, J., Beilke, J., & Lanier, L. (2009). Adaptive Immune Features of Natural Killer Cells. *Nature*, 457, 557 - 561. <https://doi.org/10.1038/nature07665>.
- Bai, H., Mu, L., Qiu, L., Chen, N., Li, J., Zeng, Q., ... & Ye, J. (2022). Complement C3 regulates inflammatory response and monocyte/macrophage phagocytosis of Streptococcus agalactiae in a teleost fish. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(24), 15586.
- Saurabh, S., & Sahoo, P. (2008). Lysozyme: an important defence molecule of fish innate immune system. *Aquaculture Research*, 39, 223-239. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2109.2007.01883.X>.
- Katzenback, B. A. (2015). Antimicrobial peptides as mediators of innate immunity in teleosts. *Biology*, 4(4), 607-639.
- Zhang, J., Kong, X., Zhou, C., Li, L., Nie, G., & Li, X. (2014). Toll-like receptor recognition of bacteria in fish: ligand specificity and signal pathways. *Fish & shellfish immunology*, 41 2, 380-8 . <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.09.022>.
- Silva, M. (2010). When two is better than one: macrophages and neutrophils work in concert in innate immunity as complementary and cooperative partners of a myeloid phagocyte system. *Journal of Leukocyte Biology*, 87. <https://doi.org/10.1189/jlb.0809549>.
- Page, D., Wittamer, V., Bertrand, J., Lewis, K., Pratt, D., Delgado, N., Schale, S., McGue, C., Jacobsen, B., Doty, A., Pao, Y., Yang, H., Chi, N., Magor, B., & Traver, D. (2013). An evolutionarily conserved program of B-cell development and activation in zebrafish. *Blood*, 122 8, e1-11. <https://doi.org/10.1182/blood-2012-12-471029>.
- Kordon, A., Pinchuk, L., & Karsi, A. (2021). Adaptive Immune System in Fish. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. <https://doi.org/10.4194/trjfas20235>.

- Xu, J., Yu, Y., Huang, Z., Dong, S., Luo, Y., Yu, W., Yin, Y., Li, H., Liu, Y., Zhou, X., & Xu, Z. (2019). Immunoglobulin (Ig) heavy chain gene locus and immune responses upon parasitic, bacterial and fungal infection in loach, *Misgurnus anguillicaudatus*. *Fish & Shellfish Immunology*, 86, 1139–1150. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.12.064>.
- Rombout, J., Yang, G., & Kiron, V. (2014). Adaptive immune responses at mucosal surfaces of teleost fish.. *Fish & shellfish immunology*, 40 2, 634-43 . <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.08.020>.
- Ashfaq, H., Soliman, H., Saleh, M., & El-Matbouli, M. (2019). CD4: a vital player in the teleost fish immune system. *Veterinary Research*, 50. <https://doi.org/10.1186/s13567-018-0620-0>.
- Stosik, M., Tokarz-Deptuła, B., & Deptuła, W. (2021). Immunological memory in teleost fish.. *Fish & shellfish immunology*. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.05.022>.
- Zapata, A. (2022). Lympho-Hematopoietic Microenvironments and Fish Immune System. *Biology*, 11. <https://doi.org/10.3390/biology11050747>.
- Koppang, E., Fischer, U., Moore, L., Tranulis, M., Dijkstra, J., Köllner, B., Aune, L., Jirillo, E., & Hordvik, I. (2010). Salmonid T cells assemble in the thymus, spleen and in novel interbranchial lymphoid tissue. *Journal of Anatomy*, 217. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2010.01305.x>.
- Johnstone, C., & Chaves-Pozo, E. (2022). Antigen Presentation and Autophagy in Teleost Adaptive Immunity. *International Journal of Molecular Sciences*, 23. <https://doi.org/10.3390/ijms23094899>.
- Wieczorek, M., Abualrous, E., Sticht, J., Álvaro-Benito, M., Stolzenberg, S., Noé, F., & Freund, C. (2017). Major Histocompatibility Complex (MHC) Class I and MHC Class II Proteins: Conformational Plasticity in Antigen Presentation. *Frontiers in Immunology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.00292>.
- Bowden, T. (2008). Modulation of the immune system of fish by their environment.. *Fish & shellfish immunology*, 25 4, 373-83 . <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2008.03.017>.
- Gonçalves, A., Neves, J., Coimbra, J., Rodrigues, P., Vijayan, M., & Wilson, J. (2017). Cortisol plays a role in the high environmental ammonia associated suppression of the immune response in zebrafish.. *General*

- and comparative endocrinology, 249, 32-39 .
<https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2017.02.016>.
- Wang, T., & Secombes, C. J. (2013). The cytokine networks of adaptive immunity in fish. *Fish & shellfish immunology*, 35(6), 1703-1718.
- Morvan, C., Troutaud, D., & Deschaux, P. (1998). Differential effects of temperature on specific and nonspecific immune defences in fish.. *The Journal of experimental biology*, 201 Pt 2, 165-8.
- Nick, J. A., Dedrick, R. M., Gray, A. L., Vladar, E. K., Smith, B. E., Freeman, K. G., ... & Davidson, R. M. (2022). Host and pathogen response to bacteriophage engineered against Mycobacterium abscessus lung infection. *Cell*, 185(11), 1860-1874.
- Andersson, D. I. (2003). Persistence of antibiotic resistant bacteria. *Current opinion in microbiology*, 6(5), 452-456.
- Chevallereau, A., Pons, B. J., van Houte, S., & Westra, E. R. (2022). Interactions between bacterial and phage communities in natural environments. *Nature Reviews Microbiology*, 20(1), 49-62.
- Wurtz, M. (1992). Bacteriophage structure. *Electron microscopy reviews*, 5(2), 283-309.
- Reece, J. B., and Campbell, N. A. (2011). Campbell biology. (Ed: Cummings, B). Boston: Pearson.
- Doss, J., Culbertson, K., Hahn, D., Camacho, J., & Berekzi, N. (2017). A review of phage therapy against bacterial pathogens of aquatic and terrestrial organisms. *Viruses*, 9(3), 50.
- Abedon, S. T., & Thomas-Abedon, C. (2010). Phage therapy pharmacology. *Current pharmaceutical biotechnology*, 11(1), 28-47.
- Xiong, F., Qin, L., Hao, Y., Zhao, D., Li, W., Zou, H., Li, M., Wu, S., & Wang, G. (2020). Gut microbiota modulation and immunity response induced by Citrobacter freundii strain GC01 in grass carp (Ctenopharyngodon idellus). *Aquaculture*, 521, 735015.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735015>.
- Schulz, P., Pajdak-Czaus, J., Robak, S., Dastyh, J., & Siwicki, A. K. (2019). Bacteriophage-based cocktail modulates selected immunological parameters and post-challenge survival of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). *Journal of Fish Diseases*, 42(8), 1151-1160.

- Pennetzdorfer, N., Popescu, M., Haddock, N., Dupuy, F., Kaber, G., Hargil, A., Johansson, P., Enejder, A., & Bollyky, P. (2023). Bacterial outer membrane vesicles bound to bacteriophages modulate neutrophil responses to bacterial infection. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1250339>.
- López-Porras, A. (2024). Adaptive Humoral Immunity in Atlantic cod (*Gadus morhua*), a Teleost Fish with Evolutionary Losses of MHC II and CD4.
- Richards, G. P. (2014). Bacteriophage remediation of bacterial pathogens in aquaculture: a review of the technology. *Bacteriophage*, 4(4), e975540.
- Dąbrowska, K. (2019). Phage therapy: What factors shape phage pharmacokinetics and bioavailability? Systematic and critical review. *Medicinal research reviews*, 39(5), 2000-2025.
- Yuan, Y., Wang, L., Li, X., Tan, D., Cong, C., & Xu, Y. (2019). Efficacy of a phage cocktail in controlling phage resistance development in multidrug resistant *Acinetobacter baumannii*. *Virus research*, 197734 . <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2019.197734>.
- Seeley, N. D., & Primrose, S. B. (1980). The effect of temperature on the ecology of aquatic bacteriophages. *Journal of General Virology*, 46(1), 87-95.
- Abedon, S. T. (Ed.). (2008). *Bacteriophage ecology: population growth, evolution, and impact of bacterial viruses* (Vol. 15). Cambridge University Press.

CHAPTER 8

COMPARISON OF THE PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF THE GEDİZTARHANA PRODUCT BY ADDING HACKBERRY (*Celtis Australis* L)

Sıdıka Nur KIYAK¹

Prof. Dr. Muhammet DÖNMEZ²

Assoc. Prof. Dr. Aysel GULBANDILAR³

¹ Kutahya Dumlupınar University, Faculty of Arts and Sciences / Biochemistry, Evliya Celebi Campus Tavsanlı Road 10.km Kutahya / Türkiye

² Kutahya Dumlupınar University, Faculty of Arts and Sciences / Biochemistry, Evliya Celebi Campus Tavsanlı Road 10 km Kutahya / E-mail: muhammet.donmez@dpu.edu.tr Türkiye (ORCID ID:0000-0003-0106-2396)

³ Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture. Department of Food Engineering. Ali Numan Kirac Campus, Odunpazari, Eskisehir /Türkiye E-mail: aysel.gulbandilar@ogu.edu.tr (ORCID ID: 0000-0001-9075-9923)

1. INTRODUCTION

Tarhana, a Turkish fermented product. It is made with cereal flour, yoghurt, vegetables, spices and is produced by adding products such as dairy products, soybeans, lentils, chickpeas, bran, germ, corn flour, barley according to different regions. The nomenclature differs regionally according to the raw material used (Gulbandilar et al., 2014; Donmez, 2015).

Although the fermentation time of tarhana dough differs from region to region, it usually varies between 1-7 days. During this fermentation process, lactic acid and alcohol are released. The characteristic taste and aroma of tarhana is given by lactic acids, ethanol, carbon dioxide, LAB (Lactic acid bacteria) and some organic components produced by yeast. The taste is sour, acidic and the aroma gives the taste of yeast. Denaturation of proteins in tarhana fermentation is caused by the proteolytic activity of lactic acid bacteria and yeasts to a limited extent (Degirmencioglu et al., 2005; Erkan et al., 2006).

Through fermentation, tarhana gains health-beneficial effects such as antimicrobial, antioxidant, probiotic, cholesterol-lowering, as well as functional and therapeutic effects (Karacil and Acar, 2013; Kaya and Simsek, 2020). Proteins, carbohydrates and lipids in the composition of tarhana are hydrolyzed by the LAB (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactococcus diacetylactis*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Leuconostoc cremoris*, and *Lactobacillus casei*) and *Saccharomyces cerevisiae*, known as “Baker's yeast” (Ozdemir et al., 2007, Gulbandilar, 2021).

Tarhana is defined as a functional food with a beneficial physiological effect due to its fermented property and the content of prebiotic and indigestible carbohydrates (Erbas et al., 2004). In addition to contributing to the nutrition of individuals with this feature, it also has a feature that reduces the risk of disease. In addition, wheat flour and yogurt, which are the main raw materials in its content, also give tarhana a high-quality protein property (Ozdemir et al., 2007).

In the historical development of tarhana, it is stated that it was introduced to culinary literature by the Turks, and that it was brought and introduced to different regions and countries by the Mongols. Tarhana is included in the work 'Divan-i Lugat-it Turk'. For Tarhana, the word “Tar” passes in the sense of yogurt stored from summer to winter (Cekal and Aslan, 2017). There are

several similar productions of tarhana with different names in different countries (Dadali and Elmaci, 2021). Countries and names of tarhana production; it is known as Thanu in Hungary, Trahanas in Greece and Cyprus,, Talkuna in Finland, Kishk in Syria, Palestine, Jordan, Lebanon and Egypt, and Kushuk in Iraq and Iran (Ibanoglu and Maskan, 2002; Celik et al., 2005; Coskun, 2014; Kivanc and Funda, 2017, Georgala, 2020).

Hackberry is a plant that grows naturally in Türkiye and its seeds are rich in protein, nutritional fiber, minerals, unsaturated fatty acids. In addition, meningic seeds have a high antioxidant capacity and a low content of saturated fatty acids (Unuvar, 2013; Altuntas et al., 2020). It is referred to by different names in Türkiye. Their best known name is Celtic, also known as dagan, dagdagan or citlik. It is mentioned in different sources that hackberry is located in the western regions of Türkiye in the south and north west, and in every region of Türkiye, the eastern hackberry is located. The hackberry fruits are obtained from the trees in October-November-December by different methods of collection (Forest Regional Directorate, 2014; Yucedag and Gultekin, 2008; İkinci et al., 2018; Yilmaz et al., 2021). The fruit and mature form of *Celtis australis* L. are given in Figure 1.



Figure 1. (a) Raw hackberry fruit (*Celtis australis* L.) and (b) a mature hackberry (İkinci et al., 2018; Unuvar, 2013)

This plant is used to treat some diseases such as heavy menstrual bleeding (menstrual bleeding), amenorrhea (amenorrhoea), colic (long and intense baby crying), ulcers, diarrhea and dysentery in the Chinese book

"Medicinal Herbs". It is stated that it has a (painkiller) effect, but also provides healing of wounds due to its antiseptic effect and is used for many properties such as sand casting. American Indians used this plant for sore throat, child birth and treatment of venereal diseases, while Egyptian scientists stated that the compounds in the plant are effective against aging and in the prevention of many diseases such as cancer (Chevallier, 1996; İkinci et al., 2018; Anon, 2018; Yılmaz et al., 2021).

The aims of this study were enrichment and increasing of nutritional properties and producing health promoting functional food by using hackberry as ingredient in the Gediz Tarhana produced by traditional spontane lactic acid fermentation method in Kütahya, Türkiye. In addition, it is aimed to compare different tarhana samples in terms of characteristics.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1 Material

2.1.1. Collection of samples

In this study, tarhana samples were produced by adding different rates of hackberry fruit and without hackberry as control through october and october of 2019 by traditional spontaneous lactic fermentation method. The hackberry (*C. australis* L.) plant, which is used in tarhana production, was used from the 2019 harvest from Mut region of Mersin province. Hackberrys were dried for 15 days in room conditions and then fermented by adding to the production of tarhana in different proportions, which was converted into paste in a grinder.

2.2. Method

2.2.1. Tarhana production

The composition of the control tarhana was 650 g flour, 300 g strained yoghurt, 81 g tomato paste, 36 g onion, 16 g red pepper powder, 10 g salt, 12 g instant yeast. For production of Gediz tarhana 30, 50, and 100 g hackberry were added respectively above control tarhana recipe. After the onions are cleaned, they are chopped into small pieces and a homogeneous mixture is obtained by adding the other ingredients and the active ingredient, Hackberry, at the rates of 30, 50, 100 g. Mixed tarhanas were subjected to fermentation process for 10 days by kneading every day, covered with a cloth, under room conditions in October in the central district of Kutahya. At the end of the fermentation, it was

laid out in small pieces by providing air flow on a clean cloth at room temperature, and then ground as a powder and left to dry for 4 days without sunlight. The powdered tarhanas produced were appropriately coded as control tarhana (T1), 30 hackberry added tarhana (T2), 50 g hackberry added tarhana (T3) and 100 g hackberry added tarhana (T4) and stored in the refrigerator in clean bags until analysis. The block diagram of the Gediz tarhana production process is shown in Figure 2. Physicochemical, microbiological and sensorial properties of tarhana samples produced by the traditional method using different ratios of hackberry and control samples were measured. Tarhana samples were produced in triplicate and all the analyzes were carried out two parallels.

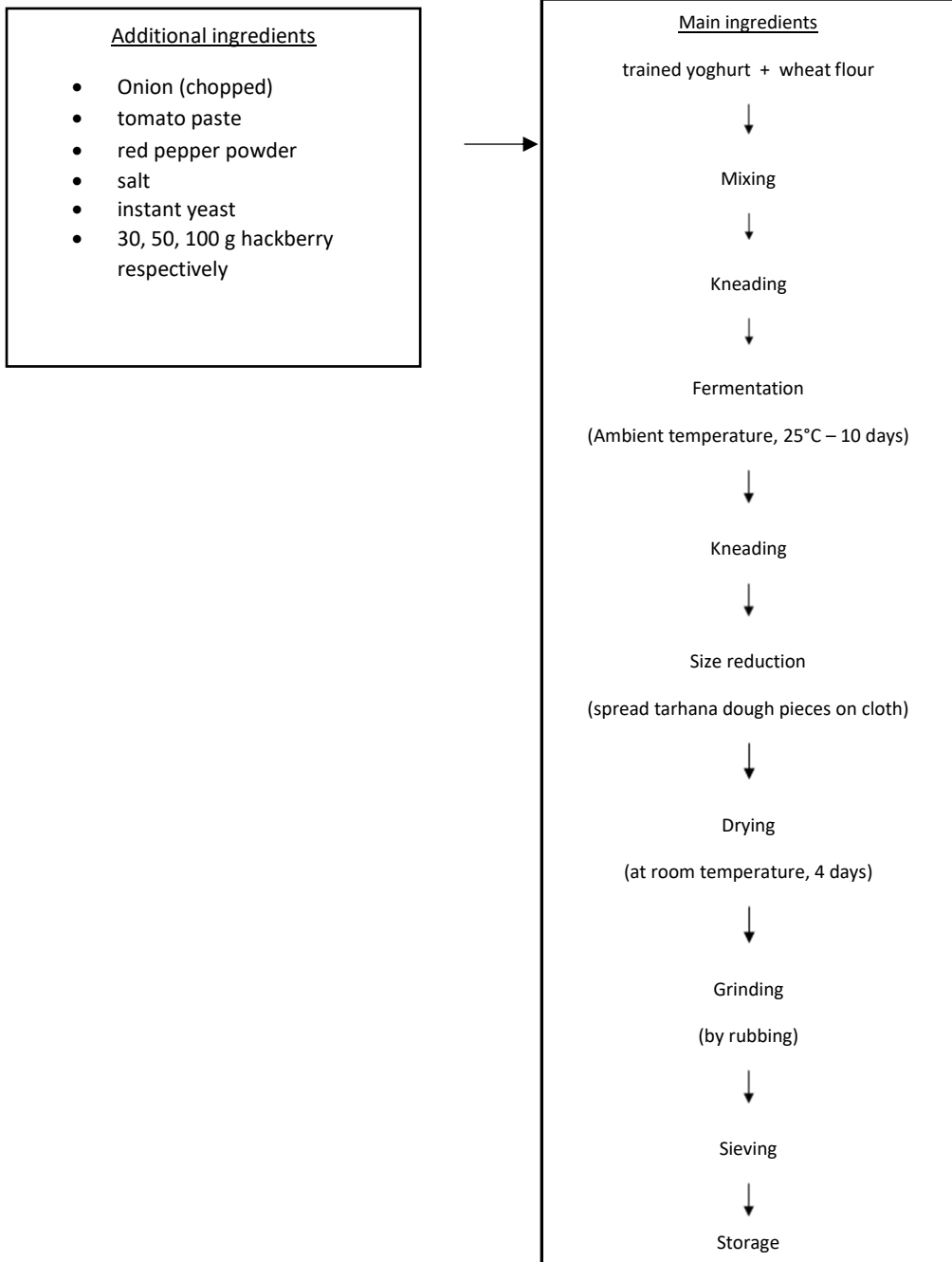


Figure 2. The using hackberry (*Celtis australis* L.) in Gediz tarhana production and process.

2.3. Analysis

2.3.1. Physicochemical Analysis

Physicochemical analyzes of tarhana samples such as % moisture, dry matter, total ash, protein, starch and fat content were carried out according to the method of Turkish Standards (TS 2282, 2004) ANONYMOUS. (2004).

2.3.1.1. Determining the pH value

In determining the pH values of the samples, 5 g of tarhana sample was homogenized in 45 ml distilled water at 20°C. Then, pH value was measured at 20°C with pH meter (Erbaş et al., 2005; Gulbandilar, 2021).

2.3.1.2. Determination of Moisture Content

Tarhana samples were ground and pre-dried 5±1 g, weighed approximately 0.001 g and placed in a drying container and weighed to an approximation of 0.001 g (m₀). The samples were placed in an oven with an open drying container. It was dried in an oven at 110±3 °C for 2 hours.

After cooling the container (minutes after it was put in the decyclator (15-20), it weighed with an approx. 0.001 g (m₁).

$$w = ([1 - m_1/m_0] \times 100)$$

m₀: Mass of the test sample, g

m₁: The mass of the test sample after drying is g (Ertan 2018).

2.3.1.3. Dry Matter Content

The AOAC Standard procedure was used to determine the dry matter content of the samples. For this purpose, 3-5 g of samples were weighed in the stable, tared drying containers and the samples were dried in an oven at 105°C until they reached constant weight. Afterwards, the samples were taken to the desiccator, cooled, and their weights were determined, and the dry matter weights were determined with the help of the formula below.

% KM: Percentage of dry matter of sample

G: Tare of the weigh bucket

G1: Sample + tare of weigh bucket

G2: Dry sample after drying + tare of the weighing container (Erbaş et al., 2005; Gulbandilar, 2021).

2.3.1.4. Determining the ash content

The ash content of the samples was determined according to the AOAC 2000 method. The porcelain crucibles used for this purpose were brought to a constant weight at 600°C, 2-3 g of sample were weighed into them, and the burning process was continued at 600°C in the muffle furnace until there was no black residue. At the end of the process, the crucibles were taken to the desiccator and cooled, and the percentage of ash was determined with the help of the formula below.

% Ash: Percentage of sample ash

A: Tare of porcelain crucible

A1: Sample + tare of porcelain crucible

A2: Post-burning ash + tare of porcelain crucible (AOAC 2000); Gulbandilar et al., 2014).

2.3.1.5. Determining the protein content

The protein content of tarhana samples was determined by the Kjeldahl method included in the TS 1620 standard, and the protein value was determined by multiplying the amount of nitrogen released by a factor of 6.25 (AOAC 2000; Erbas et al., 2005; Gulbandilar, 2021).

2.3.1.6. Determining the starch content

2.5 g of the tarhana samples were weighed and taken into a 100 ml flask. 25 mL of 1.128% HCl acid solution was added and shaken well. Again, 25 mL of 1.128% HCl acid solution was added and placed in a boiling water bath and left for 15 minutes. The solution in the water bath was shaken continuously for the first 3 minutes, and at the end of 15 minutes, the flask was taken from the water bath and approximately 30 mL of distilled water was added to it, and it was quickly cooled to 20°C. 5 mL of Carrez I and 5 mL of Carrez II solutions were added and shaken.

It was waited for a short time for complete rinsing and the solution was filtered. The optical deviation of the sample was measured by polarimeter or saccharimeter by taking the clear solution into a 200 mm tube (EC) No 152/2009).

2.3.1.7. Determining the fat content

Most of the fat content of tarhana comes from yogurt and hackberry oil. There is no restriction on the amount of fat in tarhana in the relevant standard. The fat content of tarhana was determined by the soxhalet extraction method. The fat content of the samples was determined in an automated Soxhalet setup using petroleum ether. The difference between the weight of the balloon at the beginning of the extraction and the weight at the end of the extraction was taken into account and the calculation was made. The result is expressed as % fat content (AOAC 2000; Erbas et al., 2005; Gulbandilar, 2021).

2.3.1.8. Determining the mineral matter content

In the study, The Ca, P, Fe, Mg, K content of tarhana samples were determined with the help of İCP-MS device according to the method specified by "EPA METHOD 3050B". 0.5 g of sample was weighed into microwave digestion vessels and 4 ml of nitric acid was added to it. Teflon containers that were sealed were burned. After the incineration process, the samples were transferred to the flask and completed with 10 ml of distilled water. The sample in the volumetric flask was analyzed using an inductively coupled plasma-mass spectrophotometer (İCP-MS) Perkin-Elmer brand ELAN DRC model İCP-MS device. In the İCP-MS device, the flow rate of argon gas into the plasma, the support and nebulizer speeds were 15, 0.2 and 0.8 L/min, respectively, while the sample flow rate was set as 1.5 mL/min. Equipment used EPA METHOD 3050B Microwave treatment was applied to 4 different samples and element determinations were made with Perkin Elmer Optima 2100 DV atomic emission spectrophotometer (Kacar & Inal, 2010).

2.3.1.9. Total Phenolic Content

For this process, tarhana samples were first extracted. For the extraction of the samples, 1.5 g of sample was incubated with 80% (v/v) methanol-water (15 ml) solution for 2.5 hours in a shaking water bath at room temperature. The samples were filtered with the help of ordinary filter paper and centrifuged at 4500 rpm for 15 minutes and the supernatant portions were collected. Extracts were stored at 20°C (Singleton and Rossi, 1965).

It was based on the method developed by Singleton and Rossi, (1965) and modified by Li et al, (2006). 3 parallels from each example; 0.5 mL was taken and 2.5 mL of Folin-Ciocalteu phenol solution (0.2N) and 2 mL of Na₂CO₃ (7.5%) were added to each tube, respectively. In the dark place, it is left to incubation for 30 minutes at the temperature of room. The absorbance values of the samples were measured at 760 nm with a UV/VIS spectrophotometer device. Data expressed as gallic acid equivalent (GAE), mg GAE/g (Singleton and Rossi.,1965)

2.3.1.10. Determining the Antioxidant Activity

This study was prepared according to the method of Sing et al, (2002). DPPH radical, a dark purple radical, in the presence of antioxidants in the environment, takes a proton and turns into a colorless compound, DPPH reduced molecule. Ethanol was used in extraction processes, accordingly, the DPPH solution was also prepared in ethanol. 0.1 mL was taken into each tube to be 3 parallels from the samples and methanol was placed instead of the sample as a control. Then 4.9 mL DPPH solution (0.1 mM) was added to each tube and mixed with the vortex. It was left to incubation for 20 minutes at a temperature in 27 °C in a dark environment. The absorption values of the samples were measured at a wavelength of 517 nm with a UV-VIS spectrophotometer, and the results were expressed as trolox equivalent (TE) mg TE/g (Sing et al., 2002).

2.3.2. Microbiological Analysis

Some food-born pathogens and indicator microorganism such as total mesophilic aerobic count, *Staphylococcus aureus*, coliform group and *Escherichia coli*, *Salmonella-Shigella spp.* and total yeast and mold of tarhana samples were analyzed in the food safety point of view. For microbiological analysis, 25 g of sample was taken under suitable conditions and mixed into 225 ml of sterile peptone water. Then, 10¹, 10², 10³, 10⁴ and 10⁵ dilutions were prepared, 1 ml was transferred to sterile petri plates and the growth of microorganisms was ensured by adding appropriate nutrient media and incubated at appropriate temperature and oxygen. For each dilution

prepared, two separate petri dishes were planted and all analysis were carried out in duplicates (Gulbandilar et al., 2014).

2.3.2.1. Total Mesophylic aerobic bacteria (TMAB)

Total mesophilic aerobic bacteria counts were performed using the pour plate technique. 1 ml of appropriate dilutions was transferred to a double petri dish, Plate count agar (PCA) cooled to 45°C was poured on it and mixed. After incubation of petri plates at 37°C for 24-48 hours, the total number of live bacteria was determined by counting in petri dishes containing 30-300 colonies (Gulbandilar et al., 2014).

2.3.2.2. *Staphylococcus aureus* Count

1 ml of appropriate dilutions for *Staphylococcus aureus* was transferred to sterile petri plates. 12 -15 ml Baird Parker Agar (BPA) containing Egg yolk tellurite at 45°C was poured on it, mixed and incubated at 37°C for 24 hours. At the end of the incubation, brightly colored colonies with gray black color and a clear zone of 2-5 mm (Lecitinase positive) that developed on the plates were selected, and purple colored, cluster-like cocciform colonies were evaluated under the microscope as a result of gram staining. Catalase test, coagulase test, pigment test, lecitinase test were applied to the isolates for identification (Gulbandilar et al., 2014).

2.3.2.3. Coliform Bacteria and *Escherichia coli* Count

Violet Red Bile Agar (VRBA) was used to determine the coliform group and *E.coli* bacteria. 1 ml of appropriate dilutions was taken and transferred to sterile petri dishes, and after 2 days of incubation at 35 ° C, after double-layer sowing, red colonies with a diameter of 2-3 mm were detected and IMViC tests were applied to the selected colonies (Gulbandilar et al., 2014).

2.3.2.4. Searching for *Salmonella- Shigella spp.*

In the search for *Salmonella-Shigella* in tarhana samples, 25 g tarhana sample was added to sterile 225 ml lactose broth for pre-enrichment and incubated at 37°C for 18 hours. *Salmonella-Shigella* Agar (SSA) medium was used to determine the number of bacteria in Tarhana samples after incubation.

Specific colonies were counted and evaluated on plates incubated for 24 hours at 37°C. Gram stain, urease, growth on three sugar iron agar (TSİ) and indole tests were applied to selected typical colonies (Gulbandilar et al., 2014).

2.3.2.5. Mold and Yeast Count

Appropriate dilutions prepared from tarhana samples were transferred to 1 ml sterile petri dishes and acidified potato dextrose agar (PDA) cooled to 45 °C was poured on it and mixed. Petri dishes were counted after 5 days of incubation at 25 °C (Gulbandilar et al., 2014).

2.3.3. Sensory Analysis

Tarhana soups prepared from control and hackberry added dried tarhana were used in sensory evaluation. Color, taste, flavour, texture and overall acceptance of tarhana soups were evaluated by 19 undergraduate students studying at the Department of Biochemistry of Kutahya Dumlupınar University by using 5 grade scale (5:Very Good, 4:good, 3:normal, 2:Bad, 1: very bad) in sensory analysis in the laboratory environment. Tarhana soup samples were given in random codes in such a way that the panelists do not understand hackberry ratios (Gulbandilar et al., 2014).

2.3.4. Statistical Analysis

IBM SPSS Statistics Version 25 Package Program was used to compare the physicochemical, sensory, and antimicrobial properties of Tarhana samples. Descriptive and One-Way ANOVA analyzes were used.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Physicochemical properties

In this study, tarhana samples prepared using different proportions of dried hackberry fruit and as a control were compared with some aspects of physicochemical, microbiological, and sensory properties. Results of some physicochemical analysis of tarhana samples were shown in Table.1 and Table 2.

In this study, the highest values among Tarhana samples; moisture content (11.24%) and protein content (16.46%) in the control tarhana,

respectively, the highest starch content (59.24%) in the tarhana sample with 5% hackberry added, the highest dry matter content (90%, 54), total ash amount (2.96%) and oil amount (11.50%) were determined in tarhana sample with 10% hackberry added. The differences of these values are associated with the changes and proportional differences of the materials in it.

One-way ANOVA chemical analysis results are shown in Table 2. According to Table 2 there is a difference between the averages of total moisture, total ash content, starch amount, and fat amount in terms of Tarhana samples ($p < 0.05$). Differences were found between T1 and T2, T3, and T4 tarhana examples for total ash content. Differences were found between T1 and T3, T4 tarhana examples for total moisture and fat amount. Differences were found between T1 and T4 tarhana examples for starch amount.

Table 1. Chemical Analysis Results of Prepared Tarhana Samples

Tarhana Samples	Total Moisture (%)	Total Dry Matter (%)	Total Ash Content (%)	Protein Amount (Nx6.25)	Starch Amount	Fat Amount (%)
T1- Control Tarhana	11.24±2.5	89.83±3.5	2.64±0.5	16.46±3.5	56.52±3.05	3.70±1.5
T2-% 3	10.17±2.2	88.76±3.23	2.48±0.42	15.76±2.98	56.20±2.93	4.40±1.75
T3-% 5	9.53±1.5	90.47±3.88	2.72±0.75	14.88±2.58	59.24±2.96	6.10±2.5
T4-% 10	9.46±1.22	90.54±3.96	2.96±0.94	15.15±2.74	50.43±3.03	11.50±2.99

Table 2. One-Way ANOVA Chemical Analysis Results of Prepared Tarhana Samples

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Total Moisture	Between Groups	10,108	3	3,369	6,885	,003
	Within Groups	7,830	16	,489		
	Total	17,938	19			
Total Dry Matter	Between Groups	13,179	3	4,393	1,444	,267

	Within Groups	48,668	16	3,042		
	Total	61,847	19			
Total Ash Content	Between Groups	,601	3	,200	189,597	,001
	Within Groups	,017	16	,001		
	Total	,618	19			
Protein Amount	Between Groups	9,598	3	3,199	1,748	,198
	Within Groups	29,281	16	1,830		
	Total	38,878	19			
Starch Amount	Between Groups	68,211	3	22,737	4,814	,014
	Within Groups	75,570	16	4,723		
	Total	143,781	19			
Fat Amount	Between Groups	181,901	3	60,634	57,020	,001
	Within Groups	17,014	16	1,063		
	Total	198,915	19			

The results of the mineral contents of the tarhana samples were given in Table 3 and Table 4. The highest mineral contents among tarhana samples; Ca (mg L-1) 1506±41, P (mg L-1) 1150±68 and Fe (mg L-1) 60.51±2.90 in 3% added tarhana, Mg (mg L-1) 544 ,2±10.0 and K (mg L-1) were determined as 6306±134 in tarhana with 10% addition. In general, it was determined that Ca, P, Fe, Mg, K were higher in hackberry added tarhana samples than control.

During the fermentation of tarhana dough, the dough was kneaded daily to facilitate fermentation. Lactic acid bacteria and yeast are responsible for fermentation and at the end of fermentation they form an acidic and sour taste (Sengun et al., 2009).

Different studies have been carried out in order to determine the quality characteristics of tarhana in Türkiye. Donmez (2015), determined that the pH change in tarhana dough started from 3.9 and decreased to 3.1 during the fermentation process, and the amount of dry matter increased from 31.11% to 92.8%.

Gulbandilar et al., (2014), evaluated household and industrial type Gediz tarhana samples in terms of physicochemical in their study. The average dry matter content of the homemade tarhana samples is 88.41%, the total ash content is 5.03%, the fat content is 1.71%, and the protein amount is; they determined it as 10.48%. Oney (2015), in his study of stale bread flours with different particle sizes, determined that the average protein content was 20, 91%, the average ash content was 9.39%, and the average fat content was 2.91% in powdered tarhana samples with various additives and lecithin added.

Fermentation time and conditions used during tarhana preparation can affect the starch structure. This situation may cause differences in gelatinization, adhesion and digestibility properties of starch.

In a study of the starch content of tarhana in Türkiye, it is reported that tarhana is limited in terms of resources in starch studies, and the research conducted also reported that the existing value varies from 59.64 to 69.95 (Simsek et al., 2014).

The physicochemical results obtained in the studies are generally compatible with the results determined in this study. Determination of the values in some studies at very high or low rates; it is thought that it may have been caused by the addition of different raw materials to the construction of tarhana.

Different substances such as flour, yoghurt and vegetables used in production have an effect on the mineral content. Some minerals are important for health and must be taken in certain amounts with food every day. Tarhana also has a rich mineral content thanks to different production methods and different components it contains (Temiz and Tarakci, 2017).

There is a difference between the averages of Ca, P, Fe, Mg, and K in terms of Tarhana samples ($p < 0.05$). Differences were found between T1 and T2, T3 and T4 tarhana examples for Ca, P, Fe, Mg, and K.

Table 3. Mineral Matter Analysis

Tarhana Samples	Ca (mg L-1)	P (mg L-1)	Fe (mg L-1)	Mg (mg L-1)	K (mg L-1)
T1-Control Tarhana	1268±35	1000±59	28.31±1,36	436.5±8,0	4340±92
T2-%3	1506±41	1150±68	60.51±2,90	508.8±9,4	5098±109
T3-%5	1111±30	935±55	31.17±1,50	449.4±8,3	4943±105
T4-%10	1473±40	1142±67	38.53±1,85	544.2±10,0	6306±134

Table 4. One-Way ANOVA Mineral Matter Analysis Results

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Ca	Between Groups	498077,750	3	166025,917	327,258	,001
	Within Groups	8117,200	16	507,325		
	Total	506194,950	19			
P	Between Groups	177290,550	3	59096,850	46,319	,001
	Within Groups	20414,000	16	1275,875		
	Total	197704,550	19			
Fe	Between Groups	3299,852	3	1099,951	1205,138	,001
	Within Groups	14,603	16	,913		
	Total	3314,455	19			
Mg	Between Groups	38832,800	3	12944,267	361,824	,001
	Within Groups	572,400	16	35,775		
	Total	39405,200	19			
K	Between Groups	10311217,800	3	3437072,600	536,456	,001
	Within Groups	102512,000	16	6407,000		
	Total	10413729,800	19			

Erden (2019), examined both tarhanas in terms of iron and zinc minerals in order to determine the change in mineral contents of the home production Gediz tarhana and industrial type Gediz tarhana stored for 9 months at +4°C and found that they suffered a significant loss at the end of storage. He

determined that the iron rate as 60.43 ppm (mg/kg) in the first month, and then determined that this value varied between months.

One-way ANOVA mineral analysis results are shown in Table 4. According to Table 4, there is a difference between the averages of Ca, P, Fe, Mg, and K in terms of Tarhana samples ($p < 0.05$). Differences were found between T1 and T2, T3 and T4 tarhana examples for Ca, P, Fe, Mg, and K.

In this study; it was determined that the highest phenolic and antioxidant ratio was 5.92 ± 0.14 (mg GAE/ g) - 5.39 ± 0.05 (mg TE /g), respectively, in tarhana with 10% hackberry added. It has been determined that the antioxidant and phenolic content of hackberry has a positive effect. Total phenolic compounds and antioxidant potential of tarhana samples were given in Table 5 and Table 6.

One-way ANOVA total phenolic compound and antioxidant amount analysis results are shown in Table 6. According to Table 6, there is a difference between the averages of total phenolic compound and antioxidant amounts in terms of Tarhana samples ($p < 0.05$). Differences were found between T1 and T2, T3 and T4 tarhana examples for total phenolic compound and antioxidant amounts.

Table 5. Total Phenolic Compound and Antioxidant Amounts of Tarhana Samples

Tarhana Samples	Total Phenolic Compound (mg GAE/ g)	Antioxidant Amounts DPPH (mg TE /g)
T1-Control Tarhana	1.87 ± 0.09	0.39 ± 0.01
T2-%3	2.38 ± 0.04	1.48 ± 0.03
T3-%5	3.62 ± 0.26	3.26 ± 0.14
T4-%10	5.92 ± 0.14	5.39 ± 0.05

Table 6. One-Way ANOVA Results for Total Phenolic Compound and Antioxidant Amounts of Tarhana Samples

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Total Phenolic Compound	Between Groups	48,924	3	16,308	9747,885	,001
	Within Groups	,027	16	,002		
	Total	48,951	19			
Antioxidant Amounts	Between Groups	71,795	3	23,932	1243652,702	,001
	Within Groups	,000	16	,000		
	Total	71,795	19			

Erinc and Ciftci (2017), used kefir instead of yogurt in their study on Maras tarhana, and compared the antioxidant capacities and total phenolic content of the product they obtained. They determined that there was a significant increase in the antioxidant capacity of the final product as an alternative to kefir in yogurt (0.78 ± 0.031 $\mu\text{mol trolox/g}$ with yogurt, 0.85 ± 0.048 $\mu\text{mol trolox/g}$ with kefir). Total phenolic substance content was found to be 32.08 ± 0.120 mg GAE/100g in kefir tarhan. In his study, Esimek (2010) examined a total of 20 tarhana samples taken from different regions of Türkiye, 5 of which were commercial and 15 of which were homemade in terms of their antioxidant properties. They determined the total amount of phenolic substances as 5.72-1.85 $\mu\text{g GAE/gr.a}$ and 32.04 ± 1.619 mg GAE/100g in yoghurt tarhana.

3.2. Microbiological properties

Samples for determination of Total Mesophylic Aerobic Bacteria (TMAB), *Staphylococcus aureus*, coliform bacteria, *E. coli*, *Salmonella spp.*,

Shigella spp., yeast and mold analyzes were performed in the microbiological evaluation of tarhana with Hackberry added and control tarhana samples. The results were shown in Table 7.

Table 7. Microbiological Count of Prepared Tarhana Samples (cfu/g).

Tarhana Samples	Total Mesophylic Aerobic Bacteria (TMAB)	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella-Shigella spp.</i>	Yeast	Mould
T1- Control Tarhana	$2,5 \times 10^3$	<10	-	-	$4,5 \times 10^1$	-
T2-%3	$2,4 \times 10^2$	<10	-	-	$1,3 \times 10^1$	-
T3-%5	$1,2 \times 10^2$	<10	-	-	$3,2 \times 10^1$	-
T4-%10	$2,3 \times 10^3$	<10	-	-	$1,2 \times 10^1$	-

It was determined that pathogenic microorganisms did not reproduce. It was determined that the number of yeast was the highest in the control tarhana. According to these results, although the humidity was higher in tarhana with hackberry added, mold was not found; it is thought that it may be caused by the difference in conditions, contents, amount of yeast and fermentation times.

Soyyigit (2004), conducted microbiological studies on 27 homemade tarhana, which were collected from Isparta and its region, whose construction years, fermentation times and construction methods differed from each other. In the microbiological evaluation, lactic acid determined the number of bacteria as 6.6×10^5 cfu/g, the number of yeast-moulds as 1.6×10^6 cfu/g, *Staphylococcus aureus* <10 cfu/g, and the number of coliform bacteria as <3 cfu/g.

Simsek et al.. (2012), in his study, he performed microbiological analysis in the fermentation of tarhana samples in different home and industrial areas from the Usak region and compared the diversity of lactic acid bacteria and yeast. Doughs produced at home have lower LAB and yeast counts compared to those produced in the enterprise; coliform and *S. aureus* numbers were found to be higher.

Ozdemir et al. (2012), investigated the change in the microbial load of fresh tarhana produced at home in Kastamonu region and stored as fresh. They continued their research on 10-year-old tarhana, the basic properties of which were determined beforehand from different producers. Analyses were conducted to determine the change in the microbiological properties of tarhana samples that they stored for 4 months at 4°C, and as a result, *Lactobacillus spp.*, one of the important groups of microorganisms in production. number 0.96 log increase to 5.24 log kob / g; *Lactococcus spp.* it was determined that the number increased to 5.07 log kob / g with an increase of 0.74 log; the number of yeast and mold increased to 5.25 log kob / g with an increase of 0.75 log; and the number of TMAB increased to 5.16 log kob / g with an increase of 0.40 log. In the samples, it was determined that the number of *S. aureus*, coliform group microorganisms and *E. coli*, which were below the countable level in the analyzes performed after the production, were below the countable level at the end of the storage period.

The amount and type of ingredients used in the production of tarhana and nutrient content affect aromatic compounds (Kilci & Gocmen, 2014). It is reported that the metabolites formed by lactic acid bacteria which have an important role in fermentation, also contribute to the formation of tarhana-specific taste and aroma (Simsek et al., 2017).

3.2. Sensorial Properties

Tarhana samples were considered as tarhana soup served to the panelists for sensory analysis. For this purpose, a sensory analysis test was applied to a total of 19 undergraduate students panelists studying biochemistry at Kutahya Dumlupinar University.

When the average scores of the sensory properties of the tarhana soups were examined, it was

given codes in the sensory analysis of 4 samples in the laboratory environment between 5: Very good, 4: Good, 3: Normal, 2: Bad, 1: Very bad and each tarhana sample was given codes in such a way that panelists did not understand their proportions (Gulbandilar et al., 2014).

This soup sample gained more admiration by panelists in terms of color, taste, flavour, smell, texture and general taste/overall acceptance.

In the answers given by the panelists according to the general level of appreciation, the most liked tarhana with 3% hackberry was determined with a G code., tarhana with 5% hackberry with the code ?, tarhana with 10% hackberry with the code 55, and finally control tarhana with the code \$ respectively. The results are shown in Table 8 and able 8.

When the average scores of sensory properties of tarhana soups were examined; it was determined that the G-coded T 2 tarhana sample with 3% hackberry added was the most liked by the panelists in terms of color, appearance/texture, Smell, taste, flavour, smell, overall acceptance level respectively. Samples of Tarhana? -coded it was discovered T 3 tarhana sample with 5% hackberry added was the most preferred in terms of taste-flavor.

Koca et al., (2006), in their study, they determined that in sensory analyses of cranberry tarhana samples, in samples evaluated over 10 points, taste and aroma varied between 5-8, smell 6-8, color 5-9, consistency 5-9 and overall decidability 6-8.

Table 8. Sensory Analysis of Prepared Tarhana Samples

Sensorial Properties	G Code T2,	? Code T3	55 Code T4,	\$CodT1, Control)
Color	4,32	3,79	3,21	3,05
Appearance/texture	4,16	3,47	3,26	3,32
Smell	3,74	3,68	3,58	3,32
Taste	3,74	3,79	3,21	3,32
Overall acceptability	3,99	3,68	3,32	3,25

Table 9. One-Way ANOVA Sensor Analysis Results of Prepared Tarhana Samples

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
Color	Between Groups	1747,800	3	582,600	382,033	,001
	Within Groups	24,400	16	1,525		
	Total	1772,200	19			
Appearance	Between Groups	956,550	3	318,850	219,897	,001
	Within Groups	23,200	16	1,450		
	Total	979,750	19			
Smell	Between Groups	210,550	3	70,183	48,402	,001
	Within Groups	23,200	16	1,450		
	Total	233,750	19			
Taste-Flavor	Between Groups	414,550	3	138,183	110,547	,001
	Within Groups	20,000	16	1,250		
	Total	434,550	19			
Overall	Between Groups	9974,950	3	3324,983	1023,072	,001
	Within Groups	52,000	16	3,250		
	Total	10026,950	19			

One-way ANOVA sensory analysis results are shown in Table 9. According to Table 9, there is a difference between the averages of color, appearance, smell, and taste flavor in terms of Tarhana samples ($p < 0.05$). Differences were found between T1 and T2, T3 and T4 tarhana examples for color, appearance, smell, and taste flavor. Analyzes were made by calculating the total score.

Erdem (2008), enriched traditional tarhana with fish meat in his study. For this purpose, 5%, 10%, 15% and 20% washed fish mince was added to the tarhana instead of flour and he made sensory analysis on the tarhana he prepared. Accordingly, while there was a significant difference in color, taste, aroma and general acceptance ($p < 0.05$), there was no significant change in the characteristics of smell and mouthfeel properties ($p > 0.05$). As a result, 15% of fish mince gave a positive result.

Gulbandilar (2021), study, the fermentation process was completed by adding hops (*Humulus lupulus* L.), an industrial plant, to tarhana during the construction phase, and the physicochemical changes, sensory properties and anti-microbiological activity of the tarhana samples. In tarhana samples, means of pH, Titration Acidity, Dry Matter Amount, Ash Amount, Protein Amount, Fat Amount, and Starch Amount Ratios were determined to be 3.649, 14.86, 87.819, 4.776, 12.75, 4.72, and 56,51 respectively. In general, it was determined that the N, P, K, Mg, Ca and Fe contents of tarhana samples were high. It was determined that the raw materials used in tarhana samples did not affect the colour values much. The most liked tarhana sample in terms of sensory experiences was the W4 numbered tarhana sample with the highest rate of wet hops. Antimicrobial activity tests showed that most of the tarhana samples had a significant effect against gram positive bacteria *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus faecalis* and gram-negative bacteria *Escherichia coli*, as well as *Candida albicans* yeast strain.

This study showed parallelism with the results obtained in other studies conducted in Türkiye. It has been determined that hackberry has a positive effect on the antioxidant activity of tarhana produced and is also rich in phenolic compounds. It is thought that adding hackberry to tarhana increases bioavailability functionally. However, in terms of sensory properties, tarhana coded T2 (3%) produced with the addition of hackberry was more liked.

4. CONCLUSION

In this study, traditional Gediz tarhana, as a functional food, was enriched with hackberry (*Celtis australis* L.) fruit. This improved product was created by adding the newly harvested hackberry fruit from Mersin/Mut region in certain proportions with the recipe mentioned in the study. Physicochemical, microbiological and sensorial properties were compared tarhana samples produced with 3%, 5% and 10% hackberry fruit added and without hackberry as control.

In the sensory analysis, tarhana with 3% hackberry was determined with the G code, with a overall acceptably point of 3,99 which was the most liked in the color, appearance, smell and taste category. Physicochemical, microbiological and sensory analysis results of tarhana with 3% addition were deemed appropriate to recommend tarhana enriched with hackberry fruit to the

consumer. Tarhana, which has a probiotic effect with the fermentation method, combined with the antioxidant properties of the hackberry fruit, had a synergistic effect and increased the bioavailability. Hackberry/hackberry (*Celtis australis* L.), plant and fruit which was not previously mentioned by tarhana in the literature are thus considered to make a scientifically important contribution to human health in terms of bioavailability.

Conflict of interest

The authors declare that there is no any conflict of interests.

REFERENCES

- Altuntas, E., Gul, E.N., & Gok, H. (2020). Determination of Physical, Mechanical and Chemical Properties of Hackberry Fruits and Seeds.
- Anonymous. (2004). TS 2282, Tarhana Standardi [The Standard of Tarhana], *Turkish Standards Institute*, Ankara, (In Turkish).
- AOAC. (2000). Official methods of analysis association of official analytical chemists. 17th edition. AOAC International, Gaithersburg, Maryland.
- Chevallier A, 1996. The encyclopedia of medicinal plants: A practical reference guide to over 550 key herbs and their medicinal uses. Dorling Kindersley, London, 336 s.
- Coskun, F. (2014). History of Tarhana and Varieties of Tarhana in Turkey. *Electronic Journal of Food Technologies*. 9(3): 69-79.
- Cekal, N., & Aslan., B. (2017). Tarhana as a Gastronomic Value and its Significance in the Geographical Indication. *Journal of Current Tourism Research*, 1(2): 124-135.
- Degirmencioglu, N., Gocmen, D., Dagdelen, A., & Dagdelen, F. (2005). Influence of Tarhana Herb (*Echinophora Sibthorpiana*) on Fermentation of Tarhana. *Turkish Traditional Fermented Food*. 43: 175–179.
- Celik, I., Isik, F., Simsek, O., & Gursoy, O. (2005). The Effects of the Addition of Baker's Yeast on the Functional Properties and Quality of Tarhana, a Traditional Fermented Food, *Czech. J. Food Sci.* 23, 190–195.
- Dadali, C., & Elmaci, Y. (2021). Wheat Flour Alternatives Used in Tarhana Production. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(9): 1631-1637.
- Donmez, M. (2015). Changes of Some Physicochemical And Microbiological Properties and Fatty Acids Composition of Tarhana During Fermentation Periods. *Oxidation Communications*. 38(2A): 961-968.
- Erbas, M., Certel, M., & Uslu, M. K. (2004). Effect of Fermentation Time and Storage on the Sugars Content of Wet and Dry Tarhana. 29(4), Akdeniz University, Department of Food Engineering. Antalya, 299-305.
- Erbas, M., Certel, M., & Uslu, M. K. (2005). Microbiological and chemical properties of tarhana during fermentation and storage as wet-sensorial properties of tarhana soup. *LWT – Food Science and Technology*, 38(4): 409-416.

- Erden, S. (2019). Investigation of Changes in Some Nutritional Values of Home and Industrial Type Gediz Tarhana during Storage. Master Thesis, Kutahya Dumlupınar University, Institute of Science and Technology, Department of Biochemistry.
- Erinc, H. & Ciftci, S. (2017). The Effects of Kefir Usage on Properties of Tarhana Cips. *The Journal of Food*. 43(1): 114-121.
- Erkan, H., Celik, S., Bilg, I.B., & Koksel, H. (2006). A New Approach for the Utilization of Barley in Food Products: Barley Tarhana. *Food Chemistry*. 97(1):12-18.
- Ertan, E., (2018). The Research of Kefir Usage in the Traditional Tarhana Production. Master Thesis, Afyon Kocatepe University. Institute of Science and Technology, Department of Food Engineering.
- Esimek, H. (2010). Determination of Dietary Fiber and Antioxidant Properties of Tarhana. Master Thesis, Inonu University. Institute of Science and Technology, Department of Food.
- Georgala, A. (2020). The microbiology of Greek/Cyprus Trahanas and of Turkish Tarhana: a review of some literature data. *Food Science and Applied Biotechnology*, 3(2), 134-148.
- Gulbandilar, A., Donmez, M., Okur, M., & Celikozlu, S. (2014). Determination of Chemical, Microbiological and Sensorial Properties in Gediz Tarhana, A Traditional Turkish Cereal Food, *Journal of Environmental Protection and Ecology*. 15(3): 1507–1516.
- Gulbandilar, A. (2021). Hops (*Humulus lupulus* L.): A Novel Ingredient in Tarhana. *Journal of Food Processing and Preservation*. 45(10):1-13. DOI: 10.1111/jfpp.15686
- Ibanoglu, S., & Maskan, M. (2002). Effect of Cooking on the Drying Behaviour of Tarhana Dough, a Wheat Flour–Yoghurt Mixture. *Journal of Food Engineering*, 54: 119-123.
- Ikinci, A., Simsek, M., & Gulsoy, E. (2018). Chemical Composition of Hackberry Plant and Its Effects on Human Health. *Igdir Univ. J. Inst. Sci. & Tech*. 8(3): 21-30.
- Karacil, M. S. & Acar, T. N. (2013). Fermented Products Produced in The World: Historical Process and Relationships with Health. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*. 27(2): 163–173.

- Kacar, B., & Inal, A. (2010). Plant analyses. Nobel Publishing, Number: 1241 Ankara, Turkey.
- Kaya, H. I., & Simsek, O. (2020). Characterization of Bacteriocins Produced by Lactobacilli Isolated from Tarhana. *The Journal Of Food*. 45(4):786-799.
- Koca A. F., Koca I., Anil, M. & Karadeniz, B. (2006). Physical, Chemical and Sensory Properties of Cranberry Tarhana. Turkey 9th Food Congress, Bolu, Turkey, May 24-26, 377.
- Kivanc, M., & Funda, E.G. (2017). A functional food: A Traditional Tarhana Fermentation. *Food Science and Technology (Campinas)*, 37(2), 269-274.
- Li, S., Yu, H., & Ho, C.T. (2006). Nobiletin: Efficient and Large Quantity Isolation from Orange Peel Extract. *Biomed Chromatogr*, 20(1): 33-138.
- Oney, A. (2015). Using of Stale Breads in Production of Instant Tarhana. Master Thesis, Selcuk University. Institute of Science and Technology, Department of Food Engineering.
- Ozdemir, S., Gocmen, D., & Yildirim, K. A. (2007). A Traditional Turkish Fermented Cereal Food: Tarhana. Taylor Francis Group, LLC. *Food Reviews International*, 23(2):107- 121.
- Ozdemir N., Alkan L.B. & Con A.H. (2012). Microbiological Quality of Fresh and Stored Kastamonu Wet Tarhana. *Alinteri Journal of Agriculture Science*. 23 (B), 35-40.
- Unuvar, A. (2013). Effects of Hackberry (*Pistacia terebinthus* L.) and Some Bread Additives on Dough Rheological Properties and Bread Quality. Master Thesis, Hacettepe University. Institute of Science and Technology, Department of Food Science.
- Sengun, I.Y., Dennis, S.N., Karapinar, M., & Jakobsen, M. (2009). Identification of Lactic Acid Bacteria Isolated from Tarhana, A Traditional Turkish Fermented Food. *International Journal of Food Microbiology*, 135 (2), 105–111.
- Singh, R. P., Murthy K. N. C., Jayaprakasha G. K., (2002). Studies on the Antioxidant Activity of Pomegranate Peel and Seed Extracts Using in Vitro Models. *J. Agr. Food Chem*, 50(1):81-86.

- Singleton, V. L. Rossi J. A. (1965). Colorimetry of Total Phenolics With Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. Am. J. Enol. Viticult., 16(144).
- Simsek, O., Ozel, S., & Con, A.H. (2012). Comparison of Microbiological and Chemical Properties of Home and Plant-Type Usak Tarhana Dough during fermentation. Gıda, 37 (6), 341-348. (in Turkish).
- Simsek S., Martinez M.O., Daglioglu O., Guner G.K., & Gecgel U. (2014). Physicochemical Properties of Starch from a Cereal-Based Fermented Food (Tarhana) J Nutr Food Sci 4(263):2-6.
- Soyyigit, H. (2004). Microbiological and Technological Properties of Homemade Tarhanas Produced in İsparta and İts Region. Master Thesis. Suleyman Demirel University. İnstitute of Science and Technology, Department of Food Science.
- Tamer, C.E., Kumral, A., Asan, M., & Sahin, I. (2007). Chemical Compositions of Traditional Tarhana Having Different Formulations. Journal of Food Processing and Preservation, 31: 116-126.
- Temiz, H., & Tarakci, Z. (2017). Composition of Volatile Aromatic Compounds and Minerals of Tarhana Enriched with Cherry Laurel (*Laurocerasus officinalis*). J Food Sci Technol Mysore. 54:735–742.
- Republic of Turkey General Directorate of Forestry (2014-2018). Seed Gardens Facility Of Broadleave Vefree Speciesaction Plan. <https://www.ogm.gov.tr>
- Yilmaz, G., Ozturk, G., Demirci B. 2021.Evaluation of Fatty Acid Compositions and Antimicrobial Effects of Celtis Australis L. And C. Tournefortii Lam. (Cannabaceae) Naturally Distributed in Turkey. J. Fac. Pharm. Ankara, 45(3): 480-490, 2021 Doi: 10.33483/jfpau.863486
- Yucedag, C., Gultekin, H.C.,(2008). The Studies on Germination of Mediterranean Hackberry (*Celtis australis* L.) and Oriental Hackberry (*Celtis tournefortii* Lam.) Seeds. SDU Journal of Natural and Applied Sciences. 12(3): 182-185.



ISBN: 978-625-367-968-2