



BİLİM-TEKNOLOJİ-YENİLİK EKOSİSTEMİ DERGİSİ

JOURNAL OF SCIENCE-TECHNOLOGY-INNOVATION ECOSYSTEM

E-ISSN : 2757-6140

Cilt | Volume : 5

Sayı | Issue : 1

Yıl | Year : 2024



JOURNAL OF SCIENCE-TECHNOLOGY-INNOVATION ECOSYSTEM
BİLİM-TEKNOLOJİ-YENİLİK EKOSİSTEMİ DERGİSİ

JSTIE 2024, 5(1)

Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi (BİTYED) yılda İki kez (Haziran ve Aralık) yayınlanan uluslararası veri indeksleri tarafından taranan hakemli bir dergidir. Gönderilen makaleler ilk olarak editörler ve yazı kurulunca bilimsel anlatım ve yazım kuralları yönünden incelenir. Daha sonra uygun bulunan makaleler alanında bilimsel çalışmaları ile tanınmış iki ayrı hakeme gönderilir. Hakemlerin kararları doğrultusunda makale yayımlanıp yayımlanmaz kararı alınır.

Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi'nde yayınlanan makalelerde fikirler yalnızca yazar(lar)ına aittir. Dergi sahibini, yayıncıyı ve editörleri bağlamaz. Bu sayıda yer alan tüm çalışmalar başvuru anında ve yayın öncesi olmak üzere iki kez **iThenticate** uygulaması aracılığıyla benzerlik taramasından geçirilmiştir.



Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem (JSTIE) offers free, immediate, and unrestricted access to peer reviewed research and scholarly work. Users are allowed to read, download, copy, distributed, print, search, or link to the full texts of the articles, or use them for any other lawful purpose, without asking prior permission from the publisher or the author.



Articles published in the Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem are Open-Access, distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) License. All rights to articles published in this journal are reserved and archived by the Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem, Çanakkale Onsekiz Mart University-TÜRKİYE.

Bu dergide yer alan makaleler 'Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) Lisansı' ile lisanslanmıştır.

Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi (BİTYED)

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
(ÇOBİLTUM)

Terzioğlu Kampüsü, 17100 – Çanakkale – TÜRKİYE

Telefon: +90 (286) 218 00 18 Dahili: 24006, Fax: +90(286) 218 19 48

Web: <http://bityed.dergi.comu.edu.tr> / E-mail: bityek@comu.edu.tr

ISSN: 2757-6140 (Online)



JSTIE 2024, 5(1)

The Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem is indexed by the following data indices. Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi aşağıdaki veri indeksleri tarafından taranmaktadır.



JOURNAL OF SCIENCE-TECHNOLOGY-INNOVATION ECOSYSTEM
BİLİM-TEKNOLOJİ-YENİLİK EKOSİSTEMİ DERGİSİ

Volume 5 • Issue 1 • Year 2024 / Cilt 5 • Sayı 1 • Yıl 2024

Sahibi / Owner

Prof. Dr. Ramazan Cüneyt ERENOĞLU
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Rektörü

Baş Editör / Editor-in-Chief

Dr. Öğr. Üyesi Fırat ALATÜRK
Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi

Editörler / Editors

Prof. Dr. Sermet KOYUNCU
Doç. Dr. Ayça AYDOĞDU EMİR
Doç. Dr. Emre ÖZELKAN
Dr. Öğr. Üyesi Fatih SEZER
Dr. Baboo ALİ
Dr. Savaş GÜRDAL

Onursal Editor / Honorary Editor

Prof. Dr. Ahmet GÖKKUŞ

Alan Editörleri / Subject Editors

Prof. Dr. Sibel MENTEŞE
Prof. Dr. Deniz Anıl ODABAŞI
Prof. Dr. Derya SÜRGİT
Prof. Dr. Mehmet Seçkin ADAY
Doç. Dr. Muhittin KARAMAN
Dr. Öğr. Üyesi Abdul HADİ
Dr. Öğr. Üyesi Enis ARSLAN
Dr. Öğr. Üyesi Emin YAKAR
Dr. Öğr. Üyesi Aykut OR
Doç. Dr. Cemil TÖLÜ
Doç. Dr. Ali KARANFİL
Doç. Dr. Şahin KÖK
Dr. Öğr. Üyesi Abdul HADİ
Dr. Öğr. Üyesi M. Burak BÜYÜKCAN
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali GÜNDOĞDU
Dr. Öğr. Üyesi Gizem AKSU
Dr. Öğr. Üyesi Sefa AKSU
Dr. Öğr. Üyesi Melis İNALPULAT
Dr. Uğur SARI

Uluslararası Editorler Kurulu / International Editorial Board

Prof. Dr. Cedomir RADOVIĆ - Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Serbia

Prof. Dr. Daniele BRUNO - University of Insubria, Varese Italy

Prof. Dr. Marcela Andreato KOREN - Krizevci University of Applied Sciences, Croatia

Prof. Dr. Mariyana IVANOVA - University of Agribusiness and Rural Development, Bulgaria

Prof. Dr. Tatjana JELEN - Krizevci University of Applied Sciences, Croatia

Assoc. Prof. Dr. Haneef Ur REHMAN - University of Turbat (UoT), Kech Balochistan, Pakistan

Assist. Prof. Dr. Muhammad Sharif BUZDAR - Balochistan Agriculture College Quetta, Pakistan

Teknik Editörler / Technical Editors

Doç. Dr. Ali KARANFİL - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Sefa AKSU - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Dil Editörleri / Language Editors

Dr. Abdul HADİ

Dr. Baboo ALİ

Dr. Uğur SARI

Yazım Editörleri / Copy Editors

Doç. Dr. Şahin KÖK - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali GÜNDOĞDU - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

İstatistik Editörleri / Statistical Editors

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep GÖKKUŞ - Kastamonu Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Aykut OR - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Mizanpaj Editörleri / Layout Editors

Dr. Öğr. Üyesi Melis İNALPULAT - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Ece COŞKUN - Doktora Öğrencisi - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Hakan NAR - Doktora Öğrencisi - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Yazı İşleri / Secretariat

Dr. Baboo ALİ

Zir. Yük. Müh. Hatice Simay SARI

Bilim Kurulu / Scientific Board

Prof. Dr. Dinçay KÖKSAL - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. Kemal Melih TAŞKIN - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. Hüseyin ÇAVUŞ - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. İlhan ÇELİK - Samsun Üniversitesi
Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI - Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Ali KOÇ - Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Prof. Dr. M. Kerim GÜLLAP - Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Mustafa KIZILŞİMŞEK - Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa TAN - Atatürk Üniversitesi, Erzurum
Prof. Dr. Cem ÖZKAN - Ankara Üniversitesi
Prof. Dr. Tolga BEKLER - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. İskender TIRYAKI - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Doç. Dr. Erkan BİL - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Doç. Dr. Uğur ŞİMŞEK - Iğdır Üniversitesi
Doç. Dr. Önder GÜRSOY - Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Doç. Dr. Sercan KARAV - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Doç. Dr. Alper SAĞLIK - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Aliye Aslı SONSUZ - İstanbul Medipol Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hülya HANOĞLU ORAL - Muş Alparslan Üniversitesi

Hakemler Kurulu / Reviewers' Committee

Prof. Dr. Demir KÖK
Prof. Dr. Fatih ŞEN
Prof. Dr. Harun BAYTEKİN
Prof. Dr. Mustafa SÜRMEK
Doç. Dr. Bengü EVEREST
Doç. Dr. Mustafa SAKALDAŞ
Dr. Öğr. Üyesi Ali Kürşat ŞAHİN
Dr. Öğr. Üyesi Hayriye Didem Sağlam ALTINKÖY
Dr. Öğr. Üyesi Selam KAYALAK

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Tarım Kaynaklı Sorunlar ve Sürdürülebilir Bir Tarım İçin Çok Yıllık Yem Bitkilerinin Önemi: I. Sorunlar	1-16
Problems Originating from Agriculture and the Importance of Perennial Forage Crops for Sustainable Agriculture: Category I Problems	
<i>Ahmet GÖKKUŞ</i>	
Mortality of Adult Stages of the Biocontrol Agent, <i>Anthocoris nemoralis</i> (Hemiptera: Anthocoridae) Exposed to Insecticides	17-22
İnsektisitlere Maruz Kalan <i>Anthocoris nemoralis</i> (Hemiptera: Anthocoridae)'in Ergin Dönemlerin Mortalite Oranları	
<i>Baboo ALİ</i>	
Effects of Siegafresh® and Different Essential Oils on Quality Parameters in Storage of Hayward Kiwi Fruits	23-35
Hayward Kivi Meyvelerinin Depolanmasında Siegafresh® ve Farklı Uçucu Yağların Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri	
<i>Muhammed Emre ERDURMUŞ, Fatih Cem KUZUCU</i>	
Near Future Economic Effects of Ezine Food Specialized Organized Industrial on Çanakkale Region	37-44
Ezine Gıda İhtisas Organize Sanayisinin Çanakkale Bölgesine Yakın Gelecekteki Ekonomik Etkileri	
<i>Şehnaz ÖZATAY, Çağlar KAYA</i>	
Hasat Sonrası 1-MCP Uygulaması ve Farklı Ambalaj Materyallerinin Depolama Sürecindeki Kivilerde (<i>Actinidia chinensis</i> var <i>deliciosa</i> a chev.) Meyve Kalitesine Etkileri	45-57
Effects of Post-harvest 1-MCP Application and Different Packaging Materials on Fruit Quality in Kiwis (<i>Actinidia chinensis</i> var <i>deliciosa</i> a chev.) During Storage	
<i>Gözdem YAMAN, Fatih Cem KUZUCU</i>	

Tarım Kaynaklı Sorunlar ve Sürdürülebilir Bir Tarım İçin Çok Yıllık Yem Bitkilerinin Önemi: I. Sorunlar

Ahmet Gökkuş¹ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

Makale Geçmişi

Geliş: 18/03/2024

Kabul: 17/05/2024

Yayınlama: 07/06/2024

Derleme Makalesi

Öz: Tarım başta gıda olmak üzere insanların ihtiyaçlarını gidermek için insanlar tarafından yaklaşık 12 bin yıldır uğraşılan en kıymetli ekonomik faaliyettir. Tarım aynı zamanda ciddi çevre sorunlarının da önemli bir kaynağıdır. Artan nüfusu besleyebilmek için tarımsal üretimi artırma çabaları, yoğun girdili yıllık tek ürün (monokültür) yetiştiriciliğine dönüşüme neden olmuştur. Bunun sonucunda yoğun kimyasal kullanımı ve toprak işleme güvenli gıda üretimini zorlaştırırken, toprak kaybına, toprakların su tutma kapasitesi, organik maddesi ve canlı faaliyetinin azalmasına, biyolojik çeşitliliğin kaybına ve diğer çevre sorunlarına da kapı aralamıştır. Üstelik tek ürün yetiştirilen hemen hemen bütün tarımsal ekosistemlerde bu sorunlar yaşanmıştır. Bu durumun üstesinden gelebilmek için değişik çevre dostu alternatif tarım sistemleri geliştirilmiş ve uygulamaya konulmuştur. Bu makalede tarım kaynaklı bu olumsuz etkiler, yapılan bilimsel çalışmalardan yararlanılarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tarımın sorunları, erozyon, organik madde, besin elementleri, tarım ilaçları, biyolojik çeşitlilik

Problems Originating from Agriculture and the Importance of Perennial Forage Crops for Sustainable Agriculture: First Category Problems

Article History

Received: 18/03/2024

Accepted: 17/05/2024

Published: 07/06/2024

Review Article

Abstract: Agriculture is the most valuable economic activity that people have been engaged in for about 12 thousand years to meet people's needs, especially food. Agriculture is also a major source of serious environmental problems. Efforts to increase agricultural production in order to feed the increasing population have led to a transformation into annual monoculture cultivation with intensive inputs. Consequently, while intensive usage of chemicals and tillage make safe food production difficult. It also opens the door to soil erosion, decrease in soil water holding capacity, organic matter and biological activity, loss of biodiversity and other environmental problems. Furthermore, these adverse effects have been experienced in almost all agricultural ecosystems where monocropping is implemented. Various environment-friendly alternative agricultural practices have been developed and put into practice to overcome these adverse effects. In this review paper, these adverse effects, caused by agriculture, have been evaluated and taking benefits in the lights of scientific studies.

Keywords: Problems of agriculture, erosion, organic matter, nutrients, pesticides, biodiversity

¹Correspondence (Sorumlu yazar): agokkus@yahoo.com

Citation (Alıntı): Gökkuş, A. 2024. Tarım kaynaklı sorunlar ve sürdürülebilir bir tarım için çok yıllık yem bitkilerinin önemi: I. Sorunlar. Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi, 5(1): 1-16.

Giriş

Modern insan 100 bin yıl kadar önce Afrika'da ortaya çıkmış (Harris, 2005), yaklaşık 10-12 bin yıl önce tarıma (bitkisel ve hayvansal üretime) başlamış ve dünyadaki ekosistemlerin çoğunu tamamen değiştirmiştir (Mazoyer ve Roudart, 2006). Binlerce yıl süren bu süreçte insanlar, doğrudan diğer hayvanların rekabeti ve avlanması, dolaylı olarak da ormansızlaştırma ve tarım için arazi kullanımı yoluyla ekosistemleri yeniden şekillendirmiştir. Bugün de tarım, muazzam arazi kullanımı nedeniyle dünya üzerinde büyük bir etkiye sahip olmaya devam etmektedir. Bu sebeple son yarım asırda tarımsal genişleme küresel ekosistem bozulmasının ardındaki baskın sebep olarak görülmektedir (MEA, 2005). Dünyanın kara yüzeyinin %75'i insan eylemleri sonucu önemli ölçüde değişmiştir (UNEP, 2023) ve yaşanabilir topraklarının yarısı ve tatlı su kaynaklarının da %70'i tarımda kullanılmaktadır. Aynı şekilde tatlı ve tuzlu su kaynaklarında önemli sorun teşkil eden ötrofikasyonun da %78'inden tarım sorumludur (Ritchie ve ark., 2022). Ekosistemlerin tarıma dönüşmesi gıda üretimini artırmış, ancak aynı zamanda diğer ekosistem işlevlerini (su akışının düzenlenmesi vb.) ve hizmet üretme kapasitesini (biyolojik çeşitliliğin sağlanması vb.) de azaltmıştır. Son 50 yıldaki gıda üretimi artışının yarısından çoğu diğer ekosistemlerle yapılan ticaret yoluyla, yani üretkenlik artışı ile değil, tarımsal genişleme ile gerçekleşmiştir. Bunun sonucunda canlı çeşitliliği azalmış ve daha duyarlı bir üretim sisteminden (yüksek verimli, ancak strese duyarlı bitkiler) kaynaklanan kırılğanlıklar artmıştır (Falkenmark ve Rockström, 2008).

Dünyada çevre üzerinde tarımın bu etkileri özellikle sanayileşme ile hızlanmıştır. Çünkü sanayileşme ile birlikte fosil yakıt ve kimyasal kullanımında büyük artışlar yaşanmıştır. Bu da ticari tek ürünlü tarımı (monokültür) teşvik etmiş ve çevre üzerindeki olumsuzlukları da aynı ölçüde yükseltmiştir. Nitekim insanlar çiftçiliğe başladığından bu yana yaklaşık 7.000 bitki türü yetiştirmişler (Khoshbakht ve Hammer, 2008) ve bunların da çoğunu yerel ve küçük ölçekte üretmişlerdir. Ancak bugün sadece 30 bitki türü dünya nüfusunun enerji ihtiyacının aşağı yukarı %90'ını karşılamaktadır. Bunlar içerisinde buğday, çeltik ve mısır gibi tahıllar ise küresel olarak tüketilen gıda enerjisinin yaklaşık yarısını sağlamaktadır (FAO, 2008). Türkiye'de ise buğday, arpa ve mısır en çok ekilen ve üretilen bitkilerdir. En fazla ekilen üç bitki dünyada toplam tarım alanlarının yarısına yakını, Türkiye'de ise yarısından fazlasını oluşturmaktadır.

Dünyada sanayinin gelişmesi ile birlikte makineleşmenin artması, doğal olarak enerji kullanımını da artırmıştır. Enerji kaynakları içerisinde fosil yakıtlar başı çekmiştir. Zira dünyada tüketilen enerjinin %80'inden fazlası fosil yakıtlardan (petrol, kömür, doğalgaz) karşılanmaktadır (Ağırlioğlu ve Ağırlioğlu, 2020; Şahin ve Karhan, 2021). AB'de 2021 yılında harcanan enerjinin %70'ini fosil yakıtlar oluştururken, Türkiye'de bu oran %84 seviyesindedir (Euronews, 2023). Tarımda makineleşme ile birlikte fosil yakıt kullanımı artmıştır. Makineleşme aynı zamanda daha büyük arazilerin işlenmesini mümkün kılmış ve tek ürün yetiştiriciliğini öne çıkarmıştır. Yüksek üretimi yakalayabilmek için üretiminde fosil yakıtların bulunduğu tarımsal girdilerin kullanımı da artmıştır. Örneğin ABD'de mısır yetiştirmek için gereken enerjinin %99,95'i fosil yakıt kaynaklıdır (Crews ve ark., 2018). Türkiye'de de ekonomik büyümede tarımsal enerji tüketimi etkili bir yere sahiptir (Kapçak ve ark., 2023). Zira 3,8 litre benzin 100 saatlik insan emeğine veya günde sekiz saatle yaklaşık 2,5 haftalık çalışmaya eşdeğer iş enerjisi sağlayabilmektedir (Pimentel ve Pimentel, 2008).

Türkiye'de toplam enerjinin %3,2'lik kısmı tarım sektöründe kullanılmaktadır (Şahin ve Karhan, 2021). Buna göre, tarımda kullanılan enerji miktarı, toplam enerji tüketimi içerisinde oldukça düşük düzeydedir. Bunun yanında kullanılan enerjinin önemli bir kısmı ticari tarım ile ilişkilidir. Daha yüksek üretimi hedefleyen ve daha çok girdi kullanımını gerektiren bu tarım sistemi, ancak enerji (özellikle fosil yakıt enerjisi) girdisinin artırılması ile mümkün olabilmektedir.

Sera gazlarına bağlı olarak küresel ısınma sorunu, tarımsal üretimi ve tarımda sürdürülebilirliği önleyen önemli faktörlerden birisidir. Yetersiz veya aşırı yağışlar, yağış dağılımının ve sıcaklık değişimlerinin düzensizliği, erozyon sorununun artması ile toprak kayıpları, seller, sıcaklık değişimleri sonucunda mevsimlerin kayması vb. tarımsal ekosistemlerde giderek daha sık karşılaşılan sorunlar haline gelmiştir. Bu sorunların kaynağı olarak kabul edilen sera gazı salınımının yaklaşık %14'ü de tarımsal faaliyetlerden ileri gelmektedir (TÜİK, 2022a). Bu sebeple bitkisel üretimde verimliliği düşürmeden makine (fosil yakıt) kullanımını azaltan sistemlerin araştırılması ve ortaya konması, tarımın sürdürülebilirliği bakımından oldukça önemlidir.

İki kısımdan meydana gelen bu bilgi paylaşımının ilkinin oluşturduğu makalede sorunlar, ikincisinde (Gökkuş, 2024) ise sorunların çözümünde bir seçenek olarak çok yıllık yem bitkileri yetiştiriciliği ele alınmıştır.

Toprak Oluşumu ve Kaybı

Toprak, yeryüzünü kaplayan ince bir tabakadır ve ana kayanın ayrışmasıyla oluşur. Çoğunluğunu mineral parçacıklar meydana getirir. Bunların yanında belirli oranlarda organik madde, hava ve su bulunur. Organik maddeye dahil edilen canlı organizmalar da toprağın en işlevsel özelliğidir. Bütün bu unsurlar yavaş, ama sürekli etkileşim halindedir. Karada yaşayan canlıların varlığı toprağa bağlıdır. Besinlerinin çoğunu (minerallerin tümünü) topraktan alan bitkiler insan ve hayvanlar için temel besin kaynağıdır (Andiç, 1993). Buna karşılık toprak kolayca zarar görebilir veya uzaklaşabilir.

Toprak anakaya, iklim, canlı, arazi yapısı ve zaman gibi birçok faktörün etkisi ile oluşur ve bu oluşum anakayanın parçalanması ile başlar. Parçalanmada su, sıcaklık değişimi, rüzgâr, canlı organizmalar, kimyasal tepkimeler ve fiziksel olaylar etkili olur (Şimşek, 1993). Belirli bir toprağın özelliği toprak oluşum sürecine bağlıdır ve bu süreç tarımsal uygulamalar gibi insan müdahalesi ile büyük ölçüde değişir (Delgado ve Gomez, 2016).

Anakayanın yapısı ve mineral bileşimi toprak oluşum hızını ve oluşan toprakların özelliklerini belirler. Daha sıcak veya daha nemli iklimlerdeki topraklar, daha soğuk veya daha kuru iklimlerdekilere göre daha gelişmiştir (Sindelar, 2015). Sıcaklık ve yağış toprakta cereyan eden fiziksel ve kimyasal olayların miktarını ve hızını tayin eder. Sıcaklık ve yağış bir yerdeki iklimin kurak ya da nemli olmasını, bu da toprak tipini tayin eder (Ergene, 1993). Arazi yapısında, özellikle kuzey ve güney bakımlar arasında iklim ve buna bağlı toprak özellikleri arasında önemli değişimler olur. Bu da toprak oluşum hızını ve oluşan toprakların karakterini belirler. Örneğin güney yamaçlarda topraklar daha sıg, kurak, erozyona açık ve daha killidir (Andiç, 1993). Kuzeye bakan topraklarda ise ayrışma daha yüksek seviyededir (Egli ve ark., 2015).

Eğim, oluşan toprakların aşınma ve taşınmasına tesir eder. Eğim arttıkça su erozyonu da artar (Şensoy ve Palta, 2009; Zhang ve ark., 2015; Gao ve ark., 2020; Mutlu ve ark., 2021) ve %10 eğimden sonra erozyon hızlanır (Zhu ve Zhu, 2014). Bu sebeple toprak işlemeli tarımda eğimin %10-12'yi aşmaması önerilir. Aksi halde teraslama ve eğime dik sürüm gibi özel önlemlerle tarım yapılmalıdır. Ülkemizde halen toprak işlemeli tarım alanlarının %13,4'ünün bu eğim sınırının üzerindeki arazilerde (V-VII. sınıf araziler) yer alması (Haktanır ve ark., 2010), bu alanlardaki erozyonun sebeplerinden birini oluşturmaktadır.

Toprak canlıları ve bitkilerin toprak oluşumu ve gelişiminde önemli yeri vardır (Culman ve ark., 2010; Usman ve ark., 2016) ve bu iklimle ilişkilidir. İklimin canlı gelişimi için uygun olduğu ortamlarda biyolojik faktörlerin toprak oluşumuna etkileri artarken, elverişsiz iklimde azalır. Örneğin toprak kurudukça bitki büyümesi azalır, bu da yüzey tabakasının kararlılığını azaltır ve daha fazla toprak kaybına izin verir. Bunun uç örneği de çölleşme sürecidir (Sindelar, 2015).

Toprak oluşumunda zamanın etkisi dolaylıdır. Anakaya, iklim, arazi yapısı ve canlı faktörlerin tesiri zamanla ortaya çıkar. Toprak oluşum süreci uzun vadeli olup, Dünyadaki toprakların çoğunun mevcut durumunu oluşturması 10.000 yıldan fazla zaman almıştır (Balasubramanian, 2017). Sadece 1 cm toprak orta iklimlerde 200-400 yılda meydana gelir ve verimli bir alanın oluşması için yeterli toprak inşası 3.000-12.000 yıl alır (Anonim, 2024).

Su ve rüzgâr gibi erosif güçlerin etkisi ile toprakların buldukları yerden koparılıp taşınması olan erozyon, toprak özelliklerine, zemin eğimine, bitki örtüsüne, yağış miktarı ve yoğunluğuna bağlı olan karmaşık bir süreçtir (Montgomery, 2007). Erozyon üzerinde en büyük etkiler arazi yapısı (%47,6) ve bitki örtüsünden (%34,8) ileri gelir. Ayrıca erozyonun %38,7'si tarım alanlarında gerçekleşmiştir. Dünyanın birçok bölgesinde de toprakların bozulması ve erozyon, bitki ve hayvan yetiştiriciliğinde üretkenliği azaltarak gıda güvenliğini ve insan sağlığını etkilemektedir (Sena, 2019).

Arazi kullanımındaki değişiklikler toprak erozyonunu da büyük ölçüde artırır. Artan insan nüfusunu beslemek için başvuru alan tarımsal faaliyetler tarım alanlarından kaynaklanan erozyonu istikrarlı bir şekilde yükseltmiştir (Hooke, 2000). Toprak işlemeli tarımda her yıl bir ya da birkaç kez yapılan toprak işleme sonucunda koruyucu bitki örtüsünün kaldırılması, uygun olmayan arazi kullanımı veya toprak yönetimi, toprağın erosif güçlere karşı tutunmasını zorlaştırır ve aşınım taşınmasını kolaylaştırır. Toprağın işlenmesi ile yeniden koruyucu bitki örtüsünün oluşması arasında geçen sürede topraklar erozyona karşı korumasız kaldıkları için tarım alanlarında erozyon iyi meralar ve ormanlar gibi doğal bitki örtülerine göre çok daha yüksektir (Demir ve ark., 2017).

Geleneksel olarak sürülen tarım alanlarındaki erozyon, toprak üretimi, doğal bitki örtüsündeki erozyon ve uzun vadeli jeolojik erozyon oranlarından ortalama 1 ila 2 kat daha fazladır. Bu şekilde sürülen tarlalarda hızlandırılmış net erozyon oranı yaklaşık 1 mm/yıl olarak belirtilmiştir (Montgomery, 2007), hatta bazı kaynaklarda bunun 50 mm'ye kadar ulaşabildiği rapor edilmiştir (Delgado ve Gomez, 2016). Bu durum toprak profili derinliğinin azalmasına ve bozulmasına yol açmaktadır (Delgado ve Gomez, 2016). Erozyon sebebiyle yeryüzünden toprak kaybı, oluşumundan 13-18 kat daha hızlıdır (FAO, 2008). Eğer toprak oluşumu toprak kaybindan daha yüksekse, erozyon zararlı olmaz (Hurni, 1983). Bu yüzden sürdürülebilir bir erozyon miktarına ulaşmak, toprak koruma uygulamalarının temel hedeflerinden biridir. Burada çok yıllık bitkiler daha uzun süre toprağı koruyan örtü oluşturmak suretiyle toprak kayıplarını önemli ölçüde azaltabilirler (Zhang ve ark., 2011; Dixon ve Garrity, 2013).

Erozyonun sebepleri içerisinde bitki örtüsü önemli bir yer tutmaktadır. Bitki ile kaplı alan arttıkça erozyon ile toprak kayıpları azalmaktadır. Toprak yüzeyinde sürekli örtü oluşturan doğal bitki örtüleri (mera, orman) erozyonun ve bunun sonucu besin elementi kaybının en az görüldüğü yerlerdir. Genellikle orman ve mera örtüleri ile kaplı alanlarda yüzey akışı düşen yağışın %10-20'sini aşmadığı halde, bitki örtüsü olmadığında bu oran %60-70'e kadar yükselebilmektedir (Morrow ve ark., 2017). Yıllık olarak yetiştirilen ve toprağı yeterince kaplamayan bitki örtülerinde toprak ve besin elementlerinin kaybı oldukça yüksek düzeydedir. Örneğin, mısır ve soyanın yalın ve karışık ekimlerinde en yüksek besin elementi (N, P, K) kaybı yalın ekilen mısır parsellerinde kaydedilmiştir (Bashagaluke ve ark., 2018).

Türkiye'de su erozyonu sonucu yıllık toplam toprak kaybı 8,24 ton/ha olarak hesaplanmış, tarım alanlarında gerçekleşen kayıp ise 8,36 t/ha olarak belirtilmiştir (Erpul ve ark., 2020). Bunun yanında yine ülkemizde 2020 yılı itibarıyla erozyonla taşınan yıllık toprak miktarı 140 milyon tondur. Yer değiştiren toprağın da %53,7'si mera, %38,7'si tarım, %4,2'si orman ve %3,4'ü diğer arazilerde gerçekleşmiştir (ÇEM, 2021). Bu toprak kayıpları, iklimden, eğimden, arazilerin bölünmesinden, ürün deseninden, toprak işleme uygulamalarından ve koruma önlemlerine dikkat edilmemesi gibi hususlardan ileri gelmektedir. Halen 3 milyon ha alanda toprağı belirli bir süre boş (ürünsüz) bırakan nadas yapılmaktadır (TÜİK, 2022b). Bunun bir bölümünü elbette kuraklık zorunlu kılmaktadır. Nadas alanlarını azaltmaya yönelik olarak ürün deseninde kurağa dayanıklı yonca ve korunga gibi çok yıllık yem bitkilerine yer verilmesi (Tosun ve ark., 1987), toprakların korunmasına büyük katkı sağlayacaktır.

Yüzey Akışı ve Suyun Toprağı Girmesi

Yağış suyunun yetiştirilen bitkiler tarafından en yüksek seviyede kullanılabilmesi için yüzey akışının en az, suyun toprağı girişinin (infiltrasyon) ve toprakta kullanılabilir halde depolanmasının en fazla olması gerekir. İnfiltrasyon bitkiler ve toprak canlıları için gerekli suyun ana kaynağıdır (Huffman ve ark., 2013; Haghazari ve ark., 2015). Yağışın yüksek, arazinin eğimli ve toprağı giriş oranının zayıf olduğu durumlarda yüzey akışı yükselir (Wallance, 2000) ve beraberinde su ve toprak kayıplarında artış meydana gelir. Kötü yönetim ile suyun toprağı girişi kısıtlanırsa, bitkisel üretim, toprak canlıları ve toprak organik maddesi azalır (Haghazari ve ark., 2015). Buna karşılık yağış suları toprağı ne kadar çabuk ve kolay girerse, yüzey akışı ile su ve birlikte toprak kayıpları da en aza iner (Aksakal, 2011). Toprağı giren suyun da toprakta hareket etme kolaylığı büyük ölçüde mikro gözeneklerin boyutuna ve kalıcılığına bağlıdır. Bu da toprak bünyesi, toprak parçacıklarının kümelenme derecesi ve parçacıklar ve kümelerin düzeni ile ilişkilidir. Ayrıca topraktaki daha büyük gözeneklerin boyutları ve kararlı yapısı, suyun toprağı girişini kolaylaştıracaktır (Huffman ve ark., 2013).

Eğimin derecesi ve uzunluğu, infiltrasyonu ve buna bağlı olarak yüzey akışı ve toprak kaybını önemli ölçüde etkiler (Fox ve ark., 1997; Janeau ve ark., 2003; Parsons ve ark., 2006; Rahardjo ve ark., 2021). Arazi örtüsü ve arazi kullanımı da suyun toprağı girişinde belirleyicidir. Bitki örtüsü yüzey akışını geciktirir ve suyun yüzeyde tutulmasını, sızmasını ve topraktaki miktarını artırır. Suyun girişini etkileyen çeşitli toprak işleme ve arazi yönetimi şartları, yüzey akışı oranı ve miktarında doğrudan etkilidir (Huffman ve ark., 2013).

Toprak işleme hem yüzey akışı ve yağış sularının toprağı girişini hem de bunların sonucunda bitkiler tarafından suyun kullanımını belirler. Toprak işleme yüzeydeki bitki örtüsünü uzaklaştırdığı için yüzey akışının artmasına sebep olur (Kosmas ve ark., 1997; Molla ve ark., 2022). Buna karşılık toprağın uzun süre işlenmeden üretimde kullanımında, yağmur ve sulamadan kaynaklanan daha yüksek sızma ve daha az yüzey akışı olabilir (Deck, 2010).

Yüzey akışının başlattığı toprak erozyonu tarımsal ekosistemlerdeki kritik bir çevre sorunudur. Erozyon hızlı yüzey akışı nedeniyle su tutma kapasitesini ve toprağın organik maddesini azaltır. Sonuçta besin elementleri ve değerli toprak biyotası taşınır (Duran Zuazo ve Rodriguez Pleguezuelo, 2008). Yüzey akışını azaltarak erozyonun kontrolü ve bozulan toprağın yenilenmesi için en etkili önlemlerden biri, bitki örtülerinin oluşturulması ve korunmasıdır. Bitki örtüsü yağışı engelleyerek yüzey akışını önemli ölçüde azaltabilir ve yağmur damlalarının etkilerini zayıflatarak suyun toprağa sızmasını kolaylaştırabilir (Llorens ve Domingo, 2007; Huang ve ark., 2013). Bitki ile kaplı alanın %60'ın üzerinde olması, yüzey akışını etkili bir şekilde azaltır, suyun toprağa girişini de önemli ölçüde artırır (Huang ve ark., 2017).

Çok yıllık buğdaygiller yıl boyu toprak yüzeyini kaplar, devam eden ot hasadında bile erozyonu önemli ölçüde sınırlar. Örneğin, yüzey akışı *Agrostis stolonifera*'da %69, *Lolium perenne*'de %65, *Poa pratensis*'de %53, *Festuca rubra rubra*'da %44 ve *Festuca arundinacea*'da %25, toprak kayıpları ise %90'ın üzerinde azalmıştır (Geren ve Yönter, 2007). Hasat ile toprak üstü kütlesi uzaklaştırıldığında, buğdaygillerin yüzeyde yoğunlaşmış olan saçak kökleri erozyona karşı direnç gösterebilir (Kort ve ark., 1998). Bunun yanında buğdaygiller hızla çimlenip tam bir zemin örtüsü sağladıkları için çoğu yerde erozyon kontrolünde en etkili bitkilerdir (Brindle, 2003). Güçlü çok yıllık otsu türlerden oluşan örtü de yüzey akışını ve sediment kaybını azaltır ve toprak organik maddesini, toprak yapısını ve toprağın su ve mineral tutma kapasitesini iyileştirerek toprağın gelişim süreçlerini destekler (Duran Zuazo ve Rodriguez Pleguezuelo, 2008).

Sulama, Tuzlulaşma ve Su Basması

Bitkilerin büyümesinde en önemli faktör olan su, yetersizliğinde yapay olarak verilebilmektedir. Ancak bitki ve diğer çevre faktörleri yeterince dikkate alınmadan yapılan sulamanın yararından çok zararı olabilmektedir.

Fosil yakıtların yakılmasıyla bağlantılı insan faaliyetleri küresel çevre üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Metz ve ark., 2005). Geleceğe yönelik projeksiyonlar, iklim değişikliğinin sel ve kuraklık gibi iklim şoklarında büyük bir artışa ve özellikle kuraklığa eğilimli ortamlarda genel yağışta kademeli bir düşüşe yol açacağını göstermektedir. Tarım dünyanın en büyük doğrudan suya bağımlı insan faaliyeti olduğundan, bunun gıda güvenliği üzerinde güçlü etkileri vardır. Bu nedenle kuraklığın etkilerinin azaltılması gelecekte daha da önem arz edecektir. Erişilebilir tatlı su yılda 12.500-15.000 km³ olup, bunun toplam yıllık karasal yağışın %11-13'ü olduğu tahmin edilmektedir. Bu sebeple yarının dünyasını beslemek, suya bağlı farklı ekolojik işlevler arasında su alışverişi anlamına gelecektir (Rockström, 2003).

Su yenilenebilir bir kaynaktır, ancak kullanılabilirliği değişken ve sınırlıdır. Dünyadaki hemen hemen her ülke yılın belirli zamanlarında su kıtlığı yaşamakta ve bugün 43 ülkede yaklaşık 700 milyon insan su kıtlığı çekmektedir (UNDESA, 2023). Artan nüfusun ihtiyaçları arttıkça kişi başına düşen temiz su kaynakları hızla azalmaktadır (Pimentel ve ark., 1997). Nüfus artışı yalnızca kişi başına düşen su varlığını azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda tüm çevre sistemini zorlamaktadır. Tarım dünyadaki tatlı suyun yaklaşık %70'ini tüketmekte olup (Singh ve ark., 2014), sulamayla ilgili kirlilik, erozyon, yüzey akışı ve tuzlulaşma gibi faktörler ile suyun verimsiz kullanımı su kaynaklarının azalmasına katkıda bulunmaktadır (Pimentel ve ark., 1997).

Bitkiler fotosentez, büyüme ve üreme için suya ihtiyaç duyarlar. Suyun küçük bir kısmı bitkinin kimyasal yapısının bir parçası olup, geri kalanı atmosfere salındığı için bitkiler tarafından kullanılan su geri kazanılamaz. Karbondioksit bağlanması ve sıcaklık kontrolü süreçleri, bitkilerin muazzam miktarda su tüketmesini gerektirir. Bitkiler üretilen kg kuru madde başına 300-2000 l arasındaki su tüketirler. Bu hayvansal üretimde çok daha yüksektir. Örneğin, 1 kg sığır eti üretiminde su kullanımı 43.000 litreye kadar çıkmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bitkisel ve hayvansal ürün üretimi için gerekli tahmini su miktarları

Table 1. Estimated amounts of water required for plant and animal production

Bitki	Su ihtiyacı (l/kg KM)	Hayvan	Su ihtiyacı (l/kg KM)
Soya	2.000	Broyler piliç	3.500
Çeltik	1.600	Et sığırtı	43.000
Yonca	1.100	Koyun	51.000
Buğday	900		
Mısır	650		
Patates (kuru)	630		
Kocadarı (sorgum)*	267		

Kaynak/Source: Singh ve ark., 2014

Dünyada tarım alanlarının yaklaşık %80'inde yağmurla beslenen tarım sistemi (çoğunlukla kuru tarım) hakim olup, bu sistem küresel gıda üretiminin 2/3'üne katkı sağlamaktadır (Oweis ve Hachum, 2009). Ekili alanların yalnızca yaklaşık %17'si sulanmakta ve bu sulanan topraklar dünya gıda üretiminin %40'ını temin etmektedir (FAO, 2002). Sulamaya bağlı sorunlar (tuzlulaşma, su basması, siltasyon) verimliliği düşürmeye devam etse de, sulanan alan miktarı yavaş yavaş artmaktadır. Fakat hızlı nüfus artışı kişi başına düşen sulanan alan miktarının sürekli azalmasına sebep olmaktadır (Gleick, 2002).

Sulu tarımın verimlidir, ancak daha çok enerji gerektirir. Genel olarak sulu tarımda tüketilen enerji miktarı, yağmurla beslenen bitkiler için harcanandan önemli ölçüde daha fazladır. Örneğin sulu buğday, kuru buğday üretmek için gereken enerjinin üç katından fazlasını harcar. Yağmurla beslenen buğday hektara yılda yaklaşık 4,2 milyon kcal enerji girdisi gerektirirken, sulu buğdaya ortalama 5,5 milyon l su sağlamak için 14,3 milyon kcal enerji lazımdır (Singh ve ark., 2014).

Tuzlulaşma sulamadan kaynaklanan önemli bir sorundur. Tuzlar doğal olarak yıkandığı için yağmurla beslenen ürünlerde tuzlanma bir sorun değildir. Ancak sulama suyu bitkilere verildiği ve bu su da terleme ve buharlaşma ile atmosfere geri döndüğünde, çözünmüş tuzlar toprakta yoğunlaşarak bitki büyümesini engeller. Bu tuz birikimi tatlı su ile temizlenebilir, fakat bunun önemli bir maliyeti vardır. Dünyada tüm sulanan toprakların yaklaşık yarısı tuzlulaşmadan olumsuz etkilenmektedir. Tuzlu toprak tarafından tahrip edilen dünya tarım arazisi miktarının her yıl 10 milyon hektar olduğu tahmin edilmektedir (Singh ve ark., 2014). Ayrıca sulanan tarlalardan gelen drenaj suyu da büyük miktarlarda tuz içermektedir.

Sulama sonucu yaşanabilen başka bir sorun da su basmasıdır. Sulama kanallarından ve sulanan tarlalardan sızan sular üst toprakta birikebilir. Pompalama ve taşıma sırasındaki su kayıpları nedeniyle mahsulün sulanması için ayrılan suyun yaklaşık %60'ı ürüne ulaşmaz (Wallace, 2000). Yeterli drenaj olmadığında, bitki kök bölgesi de dahil olmak üzere üst toprak seviyelerinde taban suyu yükselir ve bitkinin büyümesi bozulur. Bu tür sulanan tarlalar verimsiz hale geldikleri için bazen "ıslak çöller" olarak da adlandırılırlar (Singh ve ark., 2014).

Organik Madde (OM) Kaybı

Küresel olarak toprak organik maddesi, atmosfer veya karasal bitki örtüsünün üç katından fazla karbon içerir (Schmidt ve ark., 2011). Bu sebeple toprak kalitesi ve işlevselliğinin devamı, sürdürülebilir tarım ve ürün verimliliğinin merkezinde OM vardır (Johnston ve ark., 2009; Gosling ve ark., 2013). Toprak OM'si, (a) henüz parçalanmamış bitki ve hayvan artıkları, (b) parçalanmış ve humus olarak adlandırılan maddeler ve (c) büyük ve küçük toprak canlıları (edafon, biyota) olmak üzere üç kısımdan oluşur. OM toprakların su tutma kapasitesini artırır, havalanmasını temin eder, yapısını düzeltir, daha çabuk ısınmasını sağlar, katyonları tutarak bitkilere besin maddesi temin eder, toprak canlılarını ve faaliyetlerini artırır, topraklarının işlenebilirliğini kolaylaştırır ve daha kolay tava gelmesini sağlar, kaymak bağlanmasını önler, yüzey akışını engelleyerek erozyonu azaltır ve tamponluk etkisi ile topraklarda ani pH değişimlerinin önüne geçer (Kononova, 1966; Johnston ve ark., 2009; Çakmakçı ve Erdoğan, 2012). Toprakların OM miktarını ekim nöbeti, toprağın işlenme süresi ve tekniği, bitki örtüsünün durumu, bitki atıklarının yakılması veya gömülmesi, kullanılan tarım tekniği ve gübreleme yanında, sıcaklık ve yağış rejimi gibi iklim faktörleri etkilemektedir.

Uygun tohum yatağı hazırlamak, yabancı otları kontrol etmek, gübre, pestisit ve diğer katkı maddelerini toprağa karıştırmak için tarım toprakları uzun yıllardır farklı sayı ve derinliklerde işlenmektedir. Yoğun toprak işleme kısa vadede tohum için ideal bir ortam oluştururken, uzun sürede toprağın kalite göstergelerini olumsuz hale getirmektedir (Bayram ve ark., 2015). Zira toprak işleme yoğunluğu ile toprak OM'si arasında genellikle negatif bir ilişki vardır ve artan toprak işlemeye paralel olarak toprak OM'si azalma eğilimi göstermektedir (Polat, 2020). Bu yüzden toprağın tarımsal üretimde kullanılması, genellikle uzun bir süre boyunca toplam organik maddesinde bir düşüşe neden olmuş (Johnson, 1991; Bot ve Benites, 2005; Sleutel ve ark., 2006), bu da toprağın işlevlerini etkilemiştir. Bu durum hem canlı kütle hem de biyolojik çeşitlilik açısından toprak biyotasının azalmasına sebep olur. Toprak OM'sini ayrıştırarak ve toprak parçacıklarını bağlayacak organizmaların olmadığı yerlerde ise toprak yapısı yağmur, rüzgâr ve güneşten kolayca zarar görür. Bu ise yağmur suyunun akışına ve toprak erozyonuna yol açarak organizmalar için potansiyel gıda olan üst toprağın OM'sini ortadan kaldırabilir (Bot ve Benites, 2005). Toprak sürüldüğü zaman bitki artıkları hava ile birlikte toprağa karışıp birçok mikroorganizma ile temasa geçerek karbon döngüsünü hızlandırır. Ayrışma daha çabuk gerçekleşir ve bu durum

daha az kararlı humus oluşumuna ve atmosfere daha çok CO₂ salınımına ve sonuçta OM'de azalmaya sebep olur (Bot ve Benites, 2005). Doğal ekosistemlerden tarımsal ekosistemlere geçiş, toprak karbonunda (organik maddede) büyük bir kayba yol açar ve bu kayıplar ılıman ve tropik bölgelerde %60 ve %75'e kadar çıkabilir (Lal, 2004).

Toprağın seyrek işlendiği ya da işlenmediği daimi yem bitkileri örtülerinde OM daha yüksek seviyelerdedir (Johnston ve ark., 2009). Zira çok yıllık otsu türlerden oluşan doğal bir merada bitkilerin ürettiği karbonun %50-67'si toprakta tutulurken, buğday, mısır, ayçiçeği gibi yıllık bitkiler üretimlerinin %15-30'unu toprak altına tahsis ederler. Dolayısıyla çok yıllık bitki örtüsünden yıllık ürünlere geçişte meydana gelen kökle ilişkili OM azalması, toprak OM'sinin tarımla birlikte azalmasının da temel sebebini oluşturur (Crews ve ark., 2018).

Çok yıllık bitkilerin bir üretim sistemine en önemli katkısı, köklerinin tüm yıl boyunca kök salgılarını ve çürüyen kök hücrelerini bırakması ve bunların da toprak organizmaları tarafından bir enerji kaynağı olarak kullanılmasıdır. Topraktaki besin ağı yıllık bitkilerin yetiştirilmediği kurak mevsimlerde bile korunur. Sonuçta toprak canlıları bir sonraki hasat mevsiminin başında ürüne besin sağlamak için yerinde kalmış olur (Bot ve Benites, 2005).

Besin Elementlerinin Tutulması ve Kaybı

Besin elementi, bir organizmanın normal yaşam döngüsü için mutlaka bulunması gereken ve onun görevini başka elementlerin yerine getiremediği elementtir (Aydemir ve İnce, 1988). Buna göre bir organizmanın yaşamı besin elementlerinin varlığına bağlıdır. Eksikliğinde yüksek ve sürdürülebilir bir üretim mümkün olmaz. Bu sebeple tarımsal ekosistemlerde muhtelif yollarla kaybolan besin elementlerinin yerine konması için hemen hemen her yetiştirme döneminde gübreleme başvurulur.

Tarımsal ekosistemlerden besin elementi kayıplarının en önemli kısmını erozyon meydana getirir ve kaybolan miktar da erozyonun boyutuna bağlıdır. Bu yüzden bitkisel üretim ve çevre için çok faktörlü bir tehdit olan erozyon (Bashagaluke ve ark., 2018), besin elementi kayıplarına ve toprak yapısının bozulmasına sebep olur (Wu ve ark., 2023).

Tarım sistemlerinden kaynaklanan toprak P kaybı gelecekte gıda ve yem üretimini sınırlayacak boyuttadır. Yüksek kimyasal gübre girdisine rağmen dünya toprakları P açısından tükenmekte olup, yıllık kayıpların 0,4-1,9 kg/da arasında değiştiği düşünülmektedir. Bu kayıplarda temel etken erozyondur. Bu durumda gelecekte dünyada mineral P gübresinde mutlak bir kıtlığın olabileceğini varsayılmaktadır (Alewell ve ark., 2020).

Yıllık ürünlere göre çok yıllık bitkilerin daha az sıklıkta işlenmesi ve toprak yüzeyinin daha uzun süre bitki ile kaplı olması, topraktaki OM'nin ayrışmasını ve besin kaybını azaltırken, daha büyük kök sistemlerine sahip çok yıllıklar besin elementlerini daha büyük bir toprak hacminden alırlar (Kaspar ve ark., 2008; Moore ve ark., 2019). Bu durum çok yıllık yetiştiricilikte besin elementi ihtiyacını da azaltmış olur (Crews, 2005).

Toprak Canlılarının Tepkisi

Toprağın biyolojik olarak etkin güç merkezini oluşturan toprak canlıları (biyotası), yaşam döngülerinin tamamını veya bir kısmını toprakta geçiren çok sayıda organizma topluluğunu ifade eder. Toprak canlıları ağırlıklı olarak bakteri ve mantarlardan oluşur ve bunlar çoğu toprakta bulunan canlı kütleinin %95'ini temsil ederler. Ayrıca mikro-fauna (nematodlar, protozoa), mezo-fauna (Collembola, akarlar) ve makro-fauna (solucanlar, termitler, yumuşakçalar vb.) da toprak ortamındaki organik madde ve ilgili besin maddelerinin dönüşümünü belirleyen karmaşık besin ağı sistemlerinde bulunurlar (Wardle, 2002; Condrón ve ark., 2010). Toprak canlıları bitki artığında, toprağın birkaç santimetrelik üst kısmında ve kökler boyunca yoğunlaşmıştır. Bu organizmalar birbirleriyle, bitki kökleriyle ve çevreleriyle etkileşime girerek toprağın besin ağını oluştururlar (SQI, 2001).

Toprak canlılarının kütlesi toplam toprak organik maddesinin nispeten küçük bir kısmını oluşturmasına karşın, bu organizmalar tarımsal ekosistemlerin temel işlevsel unsurlarından biridir. Besin maddelerinin tutulması ve döngüsü, toprağın OM'sinin ve fiziksel yapısının inşası ve kontrolü ile bitki örtüsünün dinamikleri gibi ekosistem hizmetlerinde belirleyici rol oynarlar (Hendrix ve ark., 1990). Karbon tutma ve depolama, azot bağlama, suyun toprağa girmesi ve tutulması, toprağın havalanması, OM'nin parçalanması ve besin elementlerinin ayrışması ve alımı gibi toprak işlevlerinden de sorumludurlar (Brito-Vega ve ark., 2013; Usman ve ark., 2016). Bitki artıklarının, ölü köklerin ve hayvan kalıntılarının ayrışmasında rol oynarlar (SQI, 2001; Bot ve Benites,

2005; Gwenzi, 2022). Aynı zamanda bitkisel üretimin artırılması ve güvenli gıda üretiminin de önemli belirleyicileridir.

Bakteriler OM üretimi (fotosentez) ve ayrışmasıyla karbon döngüsüne katkıda bulunurlar ve dolayısıyla toprak rengini ve kalitesini iyileştirebilirler (FAO, 2005). Ayrıca faaliyetleri ile toprak kümelerinin kararlılığını ve yüzey akışı ve toprak erozyonuna karşı toprağın direncini artırır (Sadeghi ve ark., 2020). Mantarlar toprak parçacıklarını bağlamaya (kümeleşmeye), suyun toprağa girişine ve toprağın su tutma kapasitesini artırmaya yardımcı olurlar (Ritz ve ark., 2004; Syamsiyah ve ark., 2018) ve besin elementi alımını kolaylaştırır (FAO, 2001; Coleman ve ark., 2018). Toprak faunası, toprağın kütle yoğunluğunu azaltmak, gözenek alanını, havalanmasını ve drenajı artırmak, su tutma kapasitesini yükseltmek, kümeleşmeyi iyileştirmek ve bitki artıklarının ayrışmasını sağlamak suretiyle toprak yapısını iyileştirirler (Abbott, 1989; Coleman ve ark., 2018).

Toprakta kök, yumru ve diğer yeraltı organlarını oluşturan bitkilerin toprak özellikleri ve oluşumunda büyük etkileri vardır. Kökler toprak parçacıklarını bağlayarak erozyona ve istenmeyen çevresel değişikliklere karşı direnç gösterirler. Yapraklar ve diğer bitki artıkları toprağa OM katarlar (Usman ve ark., 2016). Kök çevresindeki yararlı toprak canlıları da bitkilerin büyüme ve gelişimini etkileyen biyokimyasal süreçleri kurar, hızlandırır ve asalak organizmaları ve patojenleri engellerken, mevcut besin ve büyüme maddelerinin üretiminin artmasına vesile olurlar (Brito-Vega ve ark., 2013).

Bakteri ve mantar bileşimini en çok etkileyen faktör toprak bünyesidir. Kum parçacıklarının katyon değiştirme kapasitesi ve besin maddesi içeriği düşük olduğundan, birçok mikroorganizma türü kil ve ince mil parçacıkları ile birlikte oluşur (Seaton ve ark., 2020). Toprak faunası için hayati öneme sahip olan bu koloidal kısım da erozyon sonucu en kolay taşınan bölümdür. Yağış ve bunun sonucu ortaya çıkan yüzey akışı, bakteri ve diğer organizmaların topraktaki dikey ve yatay hareketini etkileyen önemli bir faktördür (Abu-Ashour ve Lee, 2000). Yağış kaynaklı toprak erozyonu, toprak organik karbonunun ve bağlantılı bakteri topluluğunun toprak kalitesini ve işleyişini etkileyecek şekilde uzaklaşmasına sebep olur (Le ve ark., 2018).

Toprak işleme sonucu öncelikle küçük parçacıklardan oluşan üst toprak kayıpları yaşanır. Genellikle toprağın biyolojik olarak en aktif kısmı olan mikroorganizma toplulukları da toprağın üst 20-30 cm'lik bölümünde yoğunlaşmıştır (Goberna ve ark., 2006; Fierer ve ark., 2007; Wagai ve ark., 2011). Dolayısıyla tarım topraklarının işleme sonucu aşınması ve akabinde taşınması en çok bu organizmaların kaybına yol açar.

İnce bünyeli tarım topraklarında ağır makine kullanımı (Soane ve ark., 1981) ve nemli mera topraklarının zamansız otlatılması toprak sıkışması sorunu yaratır (Chan ve Barchia, 2007; Donovan ve Monaghan, 2021). Sonuçta suyun toprağa girişi, hidrolik iletkenlik ve havalanma gibi makro gözenek işlevleri azalır ve yüzey akışı, erozyon ve bitki büyümesi üzerindeki olumsuz etkiler artar (Richard ve ark., 2001; Czyz, 2004). Toprak yapısındaki değişikliklerin yanı sıra kök büyümesi ve uzama hızını, bu da bitkilerin su ve besin alımını azaltır, fidelerin çıkışını zayıflatır, bitki boyu kısalır ve potansiyel verimi düşürür (Sidhu ve Duiker, 2006; McKenzie, 2010; Nawaz ve ark., 2013; Shaheb ve ark., 2021). Toprağın sıkışması makro gözenek hacmini azaltıp, topraktaki su ve hava oranlarını etkilediği için organizmaların yaşam koşulları (toprak havasındaki O₂'nin azalıp CO₂'nin artması) olumsuz etkilenir (Brussaard ve van Faassen, 1994; Beylich ve ark., 2010; Nawaz ve ark., 2013).

Canlı Çeşitliliğinin Kaybı

Canlı çeşitliliği dünyamızın en dikkat çekici yönüdür. Ekolojik denge, dinamizm ve bozulma karşısında hızlı onarım yeteneği zengin tür çeşitliliğinin bir sonucudur. Tarımsal ekosistemlerde canlı çeşitliliği, besin üretiminin ötesinde, besinlerin geri dönüşümü, mikro iklimin ve yerel hidrolojik süreçlerin düzenlenmesi, istenmeyen organizmaların baskılanması ve zararlı kimyasalların bertaraf edilmesi dahil olmak üzere çeşitli ekolojik hizmetleri yerine getirmektedir (Altieri, 1999). Dünyadaki canlı türü sayısı konusunda birçok tahmin yapılmıştır. Bunlardan Mora ve ark. (2011), küresel olarak yaklaşık 8,7 milyon ökaryotik türün var olduğunu ve bunların yaklaşık 2,2 milyonunun denizlerde bulunduğunu kaydetmişlerdir. IPBES (2019) ise 5,9 milyon karasal türün varlığından bahsetmektedir. İnsan eylemleri büyük ölçüde bu organizmaların habitat kaybı ve bozulması ile sonuçlanmıştır. Canlı yaşam alanlarının kaybı ve bozulması, karasal türlerin yaklaşık %9'unun (500 binden fazla tür) uzun vadede hayatta kalmak için yeterli yaşam alanına sahip olamayacağı ve yaşam alanları onarılmadığı sürece çoğunun onlarca yıl içinde yok olmaya mahkûm olacağı iddia edilmektedir (IPBES, 2019).

Halen dünya kara yüzeyinin %40'ını oluşturan tarımsal üretim, yaygın arazi dönüşümü, kirlilik ve toprak bozulması nedenleriyle karasal biyolojik çeşitlilikte öngörülen kayıpların %70'inden sorumludur (IISD, 2017). Bu haliyle küresel gıda üretim sistemi biyolojik çeşitlilik kaybının birincil itici gücü olup, yalnızca tarım, nesli tükenme riski altındaki 28.000 türden 24.000'i için belirlenen tehdit durumundadır (Benton ve ark., 2021). Son 50 yılda tarımda yoğun girdi kullanımı, birçok yabancı bitki ve hayvan türünün bölgesel veya ulusal düzeyde yok olmasına sebep olmuş ve tarımsal ekosistemlerin işleyişini derinden değiştirmiştir (Geiger ve ark., 2010).

Tarımın biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri, boyuta ve yoğunluğuna bağlıdır. Modern tarımın gelişimi birlikte dünyada birçok geleneksel bitki çeşidinin yerini az sayıda yüksek verimli çeşit almıştır. Bu kontrollü bitki ıslahının ve kitlesel ölçekte benimsenen yoğun kültürel uygulamaların başarısının bir sonucu olmuş ve tek ürünlü tarım gelişmiştir (Shannan ve Grant, 2007). Bu süreç 1950'lerde FAO, Dünya Bankası ve diğer birçok uluslararası kuruluşun dünyanın gıda kıtlığıyla karşı karşıya olduğunu ve küresel gıda arzını artırmak için derhal büyük ölçekli bir programın başlatılması gerektiğine dikkat çekmesi ile başlamış ve yaklaşık 1960'lar ve izleyen yıllarda "Yeşil Devrim" olarak adlandırılan bir döneme girilmiştir. Bu süreçte verimi artırmak için yüksek verimli çeşitler bulunmuş ve en yüksek verim gücüne ulaşmak için de yüksek gübre ve su girdisi, tek ürünlü yetiştiricilik ve modern tarım makineleri gerektirmiş ve geliştirilmiştir (Bowring, 2003).

Tek ürün yetiştiriciliğinin sonucu olarak tür çeşitliliğinin azalması ve verimli çeşitlerin geliştirilmesi, kültür bitkilerini hastalık ve zararlılara karşı daha savunmasız hale getirmiş ve iklimdeki ve tarımsal uygulamalardaki değişimlere tepki verme yeteneklerini azaltmış (Asafu-Adjaye, 2003) ve tarımda sürdürülebilirliği zorlaştırmıştır (Pretty, 2008; Cavender-Bares ve ark., 2013; Gliessman, 2015). Bu sebeple biyolojik çeşitliliğin kaybı, insanlığın gelecekte hayatta kalmasına yönelik bir tehdit olarak kabul edilmektedir (Chivian, 2001). Ürün çeşitliliğinin kaybı, özellikle gelişmekte olan ülkelerde hâlihazırda açlık, beslenme bozuklukları ile A vitamini ve Fe eksikliklerine yol açmıştır (Shannan ve Grant, 2007).

Özellikle değişik bitkiler veya çiftlik hayvanları için farklı tarlaların ekildiği daha küçük alanlara sahip çiftlikler genellikle daha yüksek biyolojik çeşitliliğe sahiptir. Organik tarım gibi birçok alternatif tarım sistemi, dönüşümlü ve karışık (bitki ve hayvan) üretime dayalı olarak doğası gereği daha çeşitlidir. Farklı çiftlik türleri ve yetiştirme sistemlerine bakıldığında, genellikle verim ile biyolojik çeşitlilik arasında ters bir ilişki vardır. Daha fazla verim tipik olarak daha yoğun girdi kullanımından kaynaklanır. Artan yetiştirme yoğunluğu, makine ve girdi kullanımı ve uzmanlaşmanın da artmasını gerektirmektedir (Benton ve ark., 2021). Yoğun mekanizasyon ve girdi kullanımı sonucunda da ürün çeşitliliği azalmış, çevre sorunları artmış ve gıda güvenliği zayıflamıştır (Shannan ve Grant, 2007; Altieri, 2009).

Tarım İlaçlarının Etkileri

Tarım ilaçları (pestisitler), ürünlere saldıran ve hasar veren zararlıları ve hastalık amillerini öldürmek için kullanılan kimyasal maddeler veya biyolojik ajan karışımıdır. Zararlılar genel olarak beslenmemizi, sağlığımızı ve/veya konforumuzu tehlikeye atan bitki ya da hayvanlardır. Tarım ilaçları da bu zararlıları cezbederek ve ardından yok ederek veya zayıflatarak görev yaparlar (Mahmood ve ark., 2016). Çok uzun yıllardır bitkileri korumak için farklı tarım ilaçları kullanılmıştır. Pestisitler kültür bitkilerine önemli faydalar sağlar ve entegre zararlı yönetimi programlarında doğru kullanıldıklarında büyük etkilere sahip temel araçlardır (Talebi ve ark., 2011). Bu sebeple modern tarımda yaygın olarak kullanılırlar. Ürünün kalitesi ve miktarını artırmanın etkili ve ekonomik yolu olan tarım ilaçları (Sharma ve ark., 2019), üretime büyük destek olur, ürün kayıplarını azaltır ve dolaylı olarak insanların refah düzeyini yükseltirler (Tiryaki ve Temur, 2010). Tarım ürünleri üretiminin yaklaşık 1/3'ü tarım ilaçlarının uygulanmasına bağlıdır (Tudi ve ark., 2021). Bir tahmine göre, herbisit kullanımı nedeniyle ekmeklik buğday verimi yaklaşık %10-20 artmıştır. Zira dünyada tarımsal üretimin %40-45'i bitki hastalıkları, zararlılar ve yabancı otlar sebebiyle kaybolmaktadır (Mahmood ve ark., 2016; Sharma ve ark., 2019). Kullanılmadığı takdirde meyve, sebze ve tahıl üretiminde %78, %54 ve %32 kayıp yaşanabileceği düşünülmektedir (Cai, 2008). Bu sebeple tarım ilaçları dünyada hastalık, zararlı ve yabancı otların azaltılması ve verimin artırılmasında kritik rol oynarlar.

Dünyada 2021 yılı itibarıyla toplam pestisit kullanımı 3,53 tona ulaşmış ve 1990'dan 2021 yılına kadar kullanımı %96 artmıştır (Statista, 2022). Bu tarım ilaçlarının yalnızca %1'i hedef bitkilerdeki zararlı böcekleri kontrol etmek için etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Bernardes ve ark., 2015). Kalan büyük miktardaki ilaç hedef

olmayan bitkilere ve çevreye nüfuz eder veya ulaşır. Sonuçta tarım ilaçlarının tarımsal üretime önemli katkılarının yanı sıra insan ve çevre üzerinde ciddi olumsuz etkileri ortaya çıkar (van der Werf, 1996; Mahmood ve ark., 2016). Pestisitler çevre kalitesini ve tür çeşitliliğini azaltarak, gıda zincirini, enerji akışını ve besin döngüsü modellerini değiştirerek, toprak, su ve hava kalitesini düşürerek ve ekosistemlerin kararlılığı ve dayanıklılığını değiştirerek temel ekosistem işlevini etkileyebilirler (Pimentel ve Edwards, 1982). Birçok kuş, suda yaşayan organizma ve hayvan zararlı pestisitlerin tehdidi altındadır. İnsanlar ve hayvanlarda yarattığı zehirlenme her zaman endişe kaynağı olmuştur (Kumar ve Kumar, 2019). Bu nedenle genel olarak tarım ilaçlarının sürdürülebilir bir çevre ve küresel istikrar için bir endişe kaynağı olduğu düşünülmektedir (Mahmood ve ark., 2016).

Tarım ilaçları uygulanan miktara, sıklığa, uygulama zamanına ve yöntemine, hava durumuna, bitki örtüsünün yapısına ve toprak tipine bağlı olarak uygulandıkları tarım alanlarından çok geniş bir çevreye dağılırlar ve hedef olmayan organizmalara ulaşabilirler (Isenring, 2010). Bitkiye ve toprağa atılan tarım ilaçları, toprakta tutulma, kimyasal bozulma, mikroorganizmalarla parçalanma, bitki kökleri ile alım, yüzey akışı, yıkanma ve buharlaşma sonucunda uygulama alanından uzaklaşırlar (Khan, 1980; Hayo ve Werf, 1996; van der Werf, 1996). Özellikle yüzey akışı ve erozyon, yıkanma ve drenaj tarım ilaçları ile su kütlelerinin kirlenmesinin ana yollarıdır (Vymazal ve Březinová, 2015). Bu kimyasallar buharlaşma ile atmosfere girdikten sonra çok uzun mesafelere taşınabilirler. Pestisit kullanımının önemli sonuçları içerisinde hedef olmayan organizmalar üzerindeki yan etkileri, dirençli popülasyonların ve ilaç kalıntılarının ortaya çıkması ve bunların beslenme ağına girmesi de yer almaktadır (Talebi ve ark., 2011).

Tarım ilaçlarının aşırı kullanımı biyolojik çeşitliliğin yok olmasına neden olabilir. Tarım ilacı kullanımı son 60 yılda önemli ölçüde artmış ve bunun sonucunda tarım alanlarında yaşayan birçok türün popülasyonunda belirgin bir azalma olmuştur (Boatman ve ark., 2007). Özellikle böcek ve mantar öldürücülerin kullanımı biyolojik çeşitliliği olumsuz etkilemiş ve biyolojik kontrol potansiyelini azaltmıştır (Geiger ve ark., 2010).

Tarımda sürdürülebilirliğin en önemli unsuru, çiftlik sistemi içerisinde hayvancılığa da yer verilmesidir. Bu da yem bitkileri ekimini gerektirir. Üretim sistemi içerisinde çok yıllık yem bitkilerinin yer bulması, biyolojik çeşitliliğin korunması ile birlikte, toprak kalitesinin de muhafazası gibi önemli işlevleri olacaktır.

Sonuç

Bitkileri toplayarak ve hayvanları avlayarak yaşamlarını sürdüren insanlar, yaklaşık 12 bin yıl öncesinden başlayarak bugüne kadar halen yetiştirdikleri bitkileri kültüre aldılar ve sonrasında hayvanları evcilleştirdiler. İnsanların gıda, lif, yem vb. ihtiyaçlarını karşıladıkları tarımsal üretim ile nüfusun artışı eşzamanlı olarak gerçekleşmiştir. Son 50 yılda tarımsal üretim hızla artan insan nüfusunu aç bırakmamıştır. Özellikle bitkisel üretim artışı yoğun toprak işleme ve kimyasal (gübre, ilaç) kullanımı ile başarılmıştır. Ancak bu durum toprak kaybını hızlandırmış, sulama kaynaklı sorunları (tuzlulaşma, su basması) teşvik etmiş, toprakta OM ve besin kayıplarına sebep olmuş, toprak canlılarını ve faaliyetini azaltmış, canlı çeşitliliğinin kaybına vesile olmuş ve su kaynaklarının kirlenmesi gibi diğer çevre sorunlarına yol açmıştır. Gıda güvensizliği de yaratan bu durum hem tüketiciler hem de üreticilerin dikkatini fazlasıyla çekmiştir. Bilim insanları da çalışmalarını bu konulara odaklamıştır. Tarımsal üretimi düşürmeden düşük girdili, tür çeşitliliği yüksek sürdürülebilir sistemler geliştirilmiş ve belirli ölçüde uygulamaya konulmuştur. Birçok hükümet de bu çalışmalara ve üreticilere desteklerini sunmuştur. Tarımda sürdürülebilirliğin tesisi bakımından çok yıllık bitki (yem bitkisi) yetiştiriciliği önemli bir adım olarak görülmekte ve önerilmektedir.

Ek Bilgiler ve Beyanlar

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Telif Hakkı: 2024 Gökkuş



Bu çalışma Creative Commons CC-BY 4.0 Uluslararası Lisansı kapsamında lisanslanmıştır.

Kaynaklar

- Abbott, I. 1989. The influence of fauna on soil structure. In; J.D. Majer (Ed.) *Animals in Primary Succession: The Role of Fauna in Reclaimed Lands* (pp. 39-50), Cambridge University Press.
- Abu-Ashour, J., Lee, H. 2000. Transport of bacteria on sloping soil surfaces by runoff. *Environmental Toxicology*, 15(2):149-153.
- Ağralioğlu, S., Ağralioğlu, N. 2020. Türkiye’de enerji ve politikaları. *Takvim-i Vekayi*, 8(2): 166-198.
- Aksakal, E.L. 2011. Toprak yüzey malçının yüzey akış ve toprak kayıpları üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(2): 139-144.
- Alewell, C., Ringeval, B., Ballabio, C., Robinson, D.A., Panagos, P., Borrelli, P. 2020. Global phosphorus shortage will be aggravated by soil erosion. *Nature Communications*, 11, 4546.
- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74, 19-31.
- Altieri, M.A. 2009. The ecological impacts of large-scale agrofuel monoculture production systems in the Americas. *Bulletin of Science, Technology & Society*, doi: 10.1177/027046760933372
- Andiç, C. 1993. Tarımsal Ekoloji. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ders Notları No: 106, Erzurum, 300s.
- Anonim. 2024. Study of Soil. <https://wazaelimu.com/topic-2-study-of-soil-geography-form-six/> (Retrieved Jan. 24, 2024).
- Asafu-Adjaye, J. 2003. Biodiversity loss and economic growth: A cross-country analysis. *Contemporary Economic Policy*, 21(2): 173-185.
- Aydemir, O., İnce, F. 1988. Bitki Besleme. Dicle Üniversitesi Eğitim Fakültesi. Yayın No: 2, Diyarbakır, 653s.
- Balasubramanian, A. 2017. Soil Forming Processes. University of Mysore, Technical Report No: 1, 10p.
- Bashagaluke, J.B., Logah, V., Opoku, A., Sarkodie-Addo, J., Quansah, C. 2018. Soil nutrient loss through erosion: Impact of different cropping systems and soil amendments in Ghana. *PLoS ONE* 13(12), e0208250.
- Bayram, M., Günal, H., Özgöz, E. 2015. Sürdürülebilir toprak işleme yöntemlerinin belirlenmesinde toprak kalitesinin önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3): 337-346.
- Benton, T.G., Bieg, C., Harwatt, H., Pudasaini, R., Wellesley, L. 2021. Food system impacts on biodiversity loss-three levers for food system transformation in support of nature. Chatham House, Research Paper, 71p.
- Bernardes, M.F.F., Pazin, M., Pereira, L.C., Dorta, D.J. 2015. Impact of pesticides on environmental and human health. In; A.C. Andreazza & C. Scola (Eds.), *Toxicology Studies-Cells, Drugs and Environment* (pp. 195-233). IntechOpen.
- Beylich, A., Oberholzer, H.R., Schrader, S., Höper, H., Wilke, B.M. 2010. Evaluation of soil compaction effects on soil biota and soil biological processes in soils. *Soil & Tillage Research*, 109, 133-143.
- Boatman, N.D., Parry, H.R., Bishop, J.D., Cuthbertson, A.G.S. 2007. Impacts of agricultural change on farmland biodiversity in the UK. In; R.E. Hester & R.M. Harrison (Eds.), *Biodiversity under Threat* (pp. 1-32). RSC Publishing, Cambridge, UK.
- Bot, A., Benites, J. 2005. The importance of soil organic matter-key to drought-resistant soil and sustained food production. *FAO Soils Bulletin* 80, 78p.
- Bowring, F. 2003. Manufacturing scarcity: Food biotechnology and the life sciences industry. *Capital & Class*, 79, 107-146.
- Brindle, F.A. 2003. Use of native vegetation and bio stimulants for controlling soil erosion on steep terrain. *Journal of the Transportation Research Board*, 1819(1): 203-209.
- Brito-Vega, H., Espinosa-Victoria, D., Salaya-Domínguez, J.M., Gómez-Méndez, E. 2013. The soil biota: Importance in agroforestry and agricultural systems. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16(3): 445-453.
- Brussaard, L., van Faassen, H.G. 1994. Effects of compaction on soil biota and soil biological processes. In; B.D. Soane & C. van Ouwerkerk (Eds.), *Soil Compaction in Crop Production* (pp. 215-235). Elsevier.
- Cai, D.W. 2008. Understand the role of chemical pesticides and prevent misuses of pesticides. *Bulletin of Agricultural Science and Technology*, 1, 36-38.
- Cavender-Bares, J., Heffernan, J., King, E., Polasky, S., Balvanera, P., Clark, W.C. 2013. Sustainability and Biodiversity. In; *Encyclopedia of Biodiversity* (2nd Ed.) (pp.71-84). Elsevier Inc.
- Chan, K.Y., Barchia, I. 2007. Soil compaction controls the abundance, biomass and distribution of earthworms in a single dairy farm in south-eastern Australia. *Soil and Tillage Research*, 94, 75-82.

- Chivian, E. 2001. Environment and health: 7. Species loss and ecosystem disruption – the implications for human health. *Canadian Medical Association Journal*, 164(1): 66-69.
- Coleman, D.C., Callahan, M.A., Crossley, D.A. 2018. *Fundamentals of Soil Ecology*. Academic Press, 369p.
- Condon, L., Stark, C., O’Callaghan, M., Clinton, P., Huang, Z. 2010. The role of microbial communities in the formation and decomposition of soil organic matter. In; G.R. Dixon & E.L. Tilston (Eds.), *Soil Microbiology and Sustainable Crop Production* (pp. 81-118). Springer.
- Crews, T.E. 2005. Perennial crops and endogenous nutrient supplies. *Renewable Agriculture & Food Systems*, 20(1): 25-37.
- Crews, T.E., Carton, W., Olsson, L. 2018. Is the future of agriculture perennial? Imperatives and opportunities to reinvent agriculture by shifting from annual monocultures to perennial polycultures. *Global Sustainability*, 1(11): 1-18. doi.org/10.1017/sus.2018.11
- Culman, S.W., Young-Mathews, A., Hollander, A.D., Ferris, H., Sánchez-Moreno, S., O’Geen, A.T., Jackson, L.E. 2010. Biodiversity is associated with indicators of soil ecosystem functions over a landscape gradient of agricultural intensification. *Landscape Ecology*, 25, 1333-1348.
- Czyz, E.A. 2004. Effects of traffic on soil aeration, bulk density and growth of spring barley. *Soil and Tillage Research*, 79(2): 153-166.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü. 2012. *Organik Tarım (Üçüncü Baskı)*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 236, AÜZF Ofset Tesisi, Erzurum, 369s.
- ÇEM. 2021. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Faaliyetleri. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 84s.
- Deck, J.H. 2010. *Hydraulic Conductivity, Infiltration, and Runoff from No-Till and Tilled Cropland* (Master Thesis). University of Nebraska-Lincoln, Environmental Engineering Program, 140p.
- Delgado, A., Gomez, J.A. 2016. The Soil. Physical, chemical and biological properties. In; F.J. Villalobos & E. Fereres (Eds.), *Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture* (pp. 15-26). Springer.
- Demir, S., Oğuz, İ., Ciba, Ö.F., Özer, E. 2017. Farklı arazi kullanımı altında meydana gelen toprak ve yüzey akış kayıplarının Wepp Hillslope modeli kullanılarak tahmin edilmesi. *Gaziosmanpaşa Üni. Ziraat Fak. Derg.*, 34(Ek Sayı): 99-106.
- Dixon, J., Garrity, D. 2013. Perennial crops and trees: Targeting the opportunities within a farming systems context. *Perennial Crops for Food Security, Proceedings of the FAO Expert Workshop, 28-30 August, 2013, Rome, Italy*, 307-323.
- Donovan, M., Monaghan, R. 2021. Impacts of grazing on ground cover, soil physical properties and soil loss via surface erosion: A novel geospatial modelling approach. *J. Environmental Manage.*, 287, 112206.
- Duran Zuazo, V.H., Rodriguez Pleguezuelo, C.R. 2008. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 28(1): 65-86.
- Egli, M., Lessovaia, S.N., Chistyakov, K., Inozemzev, S., Polekhovskiy, Y., Ganyushkin, D. 2015. Microclimate affects soil chemical and mineralogical properties of cold alpine soils of the Altai Mountains (Russia). *Journal of Soils and Sediments*, 15(6): 1420-1436.
- Ergene, A. 1993. *Toprak Biliminin Esasları (5. Baskı)*. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 586, Ziraat Fakültesi Yayın No: 267, Ders Kitapları Serisi No: 42, Erzurum, 560s.
- Erpul, G., İnce, K., Demirhan, A., Küçümen, A., Akdağ, M.A., Demirtaş, İ., Sarıhan, B., Çetin, E., Şahin, S. 2020. Su Erozyonu İl İstatistikleri. Tarım ve Orman Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, 281s.
- Euronews. 2023. <https://tr.euronews.com/2023/02/05/enerjide-fosil-yakitlara-bagimlilik>. (Erişim tarihi: 16.05.2023)
- Falkenmark, M., Rockström, J. 2008. Building resilience to drought in desertification-prone savannas in Sub-Saharan Africa: The water perspective. *Natural Resources Forum*, 32, 93-102.
- FAO. 2001. *Conservation Agriculture-Case Studies in Latin America and Africa*. Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 69p.
- FAO. 2002. *Crops and Drops: Making the Best Use of Water for Agriculture*. Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 22p.
- FAO. 2005. *The Importance of Soil Organic Matter: Key to Drought-Resistant Soil and Sustained Food Production*. FAO Soils Bulletin No. 80. Food and Agricultural Organization of the United Nation, Rome, pp.11-47.
- FAO. 2008. *Biodiversity and Agriculture: Safeguarding Biodiversity and Securing Food for the World*. Convention on Biological Diversity, Montreal, 56p.

- Fierer, N., Bradford, M.A., Jackson, R.B. 2007. Toward an ecological classification of soil bacteria. *Ecology*, 88(6): 1354-1364.
- Fox, D.M., Bryan, R.B., Price, A.G. 1997. The influence of slope angle on final infiltration rate for interrill conditions. *Geoderma*, 80(1-2): 181-194.
- Gao, J., Bai, Y., Cui, H., Zhang, Y. 2020. The effect of different crops and slopes on runoff and soil erosion. *Water Practice and Technology*, 15(3): 773-780.
- Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tschantke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennis, C., Palmer, C., Onate, J.J., Guerrero, I., Hawro, V., Aavik, T., Thies, C., Flohre, A., Hänke, S., Fischer, C., Goedhart, P.W., Inchausti, P. 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology*, 11, 97-105.
- Geren, H., Yönter, G. 2007. Bazı serin iklim çim buğdaygillerinin laboratuvar koşullarında su erozyonuna etkisi üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(2): 1-15.
- Gleick, P.H. 2002. Soft water paths. *Nature*, 418, 373.
- Gliessman, S.R. 2015. *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems* (3rd Ed.). CRC Press, 364p.
- Goberna, M., Sánchez, J., Pascual, J., García, C. 2006. Surface and subsurface organic carbon, microbial biomass and activity in a forest soil sequence. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(8): 2233-2243.
- Gosling, P., Parsons, N., Bending, G.D. 2013. What are the primary factors controlling the light fraction and particulate soil organic matter content of agricultural soils? *Biology and Fertility of Soils*, 49, 1001-1014.
- Gökkuş, A. 2024. Tarım kaynaklı sorunlar ve sürdürülebilir bir tarım için çok yıllık yem bitkilerinin önemi: II. Yem bitkilerinin önemi. (yayınlanacak).
- Gwenzi, W. 2022. *Emerging Contaminants in the Terrestrial-Aquatic-Atmosphere Continuum: Occurrence, Health Risks, and Mitigation*. Elsevier Inc., 408p.
- Haghnazari, F., Shahgholi, H., Feizi, M. 2015. Factors affecting the infiltration of agricultural soils: Review. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 6(5): 21-35.
- Haktanır, K., Cangir, C., Arcak, Ç., Arcak, S. 2010. Toprak Kaynakları ve Kullanımı. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, 1-21 Ocak 2010, Ankara, 1. Cilt, s. 203-229.
- Harris, D.R. 2005. Origins and spread of agriculture. In; G. Prance & M. Nessbit (Eds.), *The Cultural History of Plants* (pp. 13-26). Routledge, New York, London.
- Hayo, M.G., Werf, V.D. 1996. Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 60(2-3): 81-96.
- Hendrix, P.F., Crossley, D.A., Blair, J.M., Coleman, D.C. 1990. Soil biota as components of sustainable agroecosystems. In; C.A. Edwards (Ed.), *Sustainable Agricultural Systems* (pp. 637-654). CRC Press.
- Hooke, R.L. 2000. On the history of human as geomorphic agents. *Geology*, 28(9): 843-846.
- Huang, J., Kang, Q., Yang, J.X., Jin, P.W. 2017. Multifactor analysis and simulation of the surface runoff and soil infiltration at different slope gradients. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 82, 012019.
- Huang, J., Zhao, X.N., Wu, P.T. 2013. Surface runoff volumes from vegetated slopes during simulated rainfall events. *Journal of Soil and Water Conservation*, 68(4): 283-295.
- Huffman, R.L., Fangmeier, D.D., Elliot, W.J., Workman, S.R. 2013. *Soil and Water Conservation Engineering* (Seventh Ed.). Soil and Water Conservation Engineering, the American Society of Agricultural and Biological Engineers, 514p.
- Hurni, H. 1983. Soil erosion and soil formation in agricultural ecosystems: Ethiopia and Northern Thailand. *Mountain Research and Development*, 3(2): 131-142.
- IISD (International Institute for Sustainable Development). 2017. *The Standards and Biodiversity Report*. <https://www.iisd.org/articles/press-release/farm-practices-must-change-protect-endangered-species-and-habitats>. (Retrieved April 16, 2023)
- IPBES. 2019. *The Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), 61p.
- Isenring, R. 2010. *Pesticides and the Loss of Biodiversity*. Pesticide Action Network Europe, London, 25p.
- Janeau, J.L., Bricquet, J.P., Planchon, O., Valentin, C. 2003. Soil crusting and infiltration on steep slopes in northern Thailand. *European Journal of Soil Sciences*, 54(3): 543-554.

- Johnson, A.E. 1991. Soil fertility and organic matter. In; W.S. Wilson, T.R.G. Gray, D.J. Greenslade, R.M. Harrison & M.H.B. Hayes (Eds.), *Advances in Soil Organic Matter Research: The Impact on Agriculture and the Environment* (pp. 299-314). Woodhead Publishing.
- Johnston, A.E., Poulton, P.R., Coleman, K. 2009. Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. *Advances in Agronomy*, 101, 1-57.
- Kapçak, S., Çetin, M., Can, A. 2023. Türkiye ekonomisinde tarımsal enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi: Bir saklı eş bütünlüşme analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3): 605-619.
- Kaspar, T.C., Kladvik, E.J., Singer, J.W., Morse, S., Mutch, D. 2008. Potential and limitations of cover crops, living mulches, and perennials to reduce nutrient losses to water sources from agricultural fields in the upper Mississippi basin. In; *Final Report: Gulf Hypoxia and Local Water Quality Concerns Workshop*, St. Joseph, Michigan, ASABE, pp.129-148.
- Khan, S.U. 1980. *Pesticides in the Soil Environment*. Elsevier Scientific Publishing, 240p.
- Khoshbakht, K., Hammer, K. 2008. How many plant species are cultivated? *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55(7): 925-928.
- Kononova, M.M. 1966. *Soil Organic Matter-Its Nature, Its Role in Soil Formation and in Soil Fertility* (2nd. Ed.), Pergamon Press, 544p.
- Kort, J., Collins, M., Ditsch, D. 1998. A review of soil erosion potential associated with biomass crops. *Biomass and Bioenergy*, 14(4): 351-359.
- Kosmas, C., Danalatos, N., Cammeraat, L.H., Chabart, M., Diamantopoulos, J., Farand, R., Gutierrez, L., Jacob, A., Marques, H., Martinez-Fernandez, J., Mizara, A., Moustakas, N., Nicolau, J.M., Oliveros, C., Pinna, G., Puddu, R., Puigdefabregas, J., Roxo, M., Simao, A., Stamou, G., Tomasi, N., Usai, D., Vacca, A. 1997. The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions. *Catena*, 29, 45-59.
- Kumar, V., Kumar, P. 2019. Pesticides in agriculture and environment: Impacts on human health. In; V. Kumar, R. Kumar, J. Singh & P. Kumar (Eds.), *Contaminants in Agriculture and Environment: Health Risks and Remediation* (pp. 76-95). Agro Environ Media, India.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677): 1623-1627.
- Le, H.T., Rochelle-Newall, E., Ribolzi, O., Janeau, J.L., Huon, S., Latschack, K., Pommier, T. 2018. Land use strongly influences soil organic carbon and bacterial community export in runoff in tropical uplands. *Land Degradation and Development*, 31(1): 118-132.
- Llorens, P., Domingo, F. 2007. Rainfall partitioning by vegetation under Mediterranean conditions: A Review, *European Journal of Hydrology*, 335(1-2): 37-54.
- Mahmood, I., Imadi, S.R., Shazadi, K., Gul, A., Hakeem, K.R. 2016. Effects of pesticides on environment. In; K.R. Hakeem, M.S. Akhtar & S.N.A. Abdullah (Eds.), *Plant, Soil and Microbes. Volume 1: Implications in Crop Science* (pp. 253-269). Springer.
- Mazoyer, M., Roudart, L. 2006. *A History of World Agriculture: from the Neolithic Age to Current Crisis*. Earthscan Sterling, VA, 525p.
- McKenzie, R.H. 2010. *Agricultural Soil Compaction: Causes and Management*. Alberta Agriculture and Rural Development, Agri-Facts, Agdex 510-1, 10p.
- MEA. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. A Report of the Millennium Ecosystem Assessment (MEA)*, Island Press, Washington, DC., 137p.
- Metz, B., Davidson, O., de Coninck, H., Loos, M., Meyer, L. 2005. *IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage*. Cambridge Univ. Press, 431p.
- Molla, A., Skoufogianni, E., Lolas, A., Skordas, K. 2022. The impact of different cultivation practices on surface runoff, soil and nutrient losses in a rotational system of legume-cereal and sunflower. *Plants*, 11(24): 3513, doi.org/10.3390/plants11243513.
- Montgomery, D.R. 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. *PNAS*, 104(33): 13268-13272.
- Moore, K.J., Anex, R.P., Elobeid, A.E., Fei, S., Flora, C.B., Goggi, A.S., Jacobs, K.L., Jha, P., Kaleita, A.L., Karlen, D.L., Laird, D.A., Lenssen, A.W., Lübberstedt, T., McDaniel, M.D., Raman, D.R., Weyers, S.L. 2019. Regenerating agricultural landscapes with perennial groundcover for intensive crop production. *Agronomy*, 9(8): 458, doi.org/10.3390/agronomy9080458.
- Mora, C., Tittensor, D.P., Adl, S., Simpson, A.G.B., Worm, B. 2011. How many species are there on earth and in the ocean? *PLoS Biol.*, 9(8), e1001127. doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127

- Morrow, S., Smolen, M., Stiegler, J., Cole, J. 2017. Using Vegetation for Erosion Control on Construction Sites. Oklahoma State University, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Coop. Ext. Serv., BAE-1514, 4p.
- Mutlu, Y.E., Soykan, A., Fıçıcı, M. 2021. Kille Çayı Havzası'nda (Balıkesir) erozyon risk analizi. Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi, 6, 98-111.
- Nawaz, M.F., Bourrié, G., Trolard, F. 2013. Soil compaction impact and modeling-A Review. Agronomy for Sustainable Development, 33(2): 291-309.
- Oweis, T., Hachum, A. 2009. Supplemental irrigation for improved rainfed agriculture in WANA Region. In; S.P. Wani, J. Rockström & T. Oweis (Eds.), Rainfed Agriculture: Unlocking the Potential (pp.182-196). CAB International.
- Parsons, A.J., Brazier, R.E., Wainwright, J., Powell, D.M. 2006. Scale relationships in hillslope runoff and erosion. Earth Surface Processes and Landforms, 31(11): 1384-1393.
- Pimentel, D., Edwards, C.A. 1982. Pesticides and ecosystems. BioScience, 32(7): 595-600.
- Pimentel, D., Pimentel, M.H. 2008. Food, Energy, and Society (3rd. Ed.). CRC Press, 380p.
- Pimentel, D., Houser, J., Preiss, E., White, O., Fang, H., Mesnick, L., Barsky, T., Tariche, S., Schreck, J., Alpert, S. 1997. Water resources: Agriculture, the environment, and society-An assessment of the status of water resources. BioScience, 47(2): 97-106.
- Polat, H. 2020. Farklı toprak işleme sistemlerinin sürdürülebilir organik madde yönetimine etkileri. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 16(1): 1-11.
- Pretty, J. 2008. Sustainable Agriculture and Food. Vol. I: History of Agriculture and Food. Earthscan, USA.
- Rahardjo, A.P., Duhita, A.D.P., Hairani, A. 2021. The effect of slope on the infiltration capacity and erosion of Mount Merapi slope materials. Journal of Civil Engineering Forum, 7(1): 71-84.
- Richard, G., Cousin, I., Sillon, J.F., Bruand, A., Gue'rif, J. 2001. Effect of compaction on the porosity of a silty soil: influence on unsaturated hydraulic properties. European Journal of Soil Science, 52: 49-58.
- Ritchie, H., Rosado, P., Roser, M. 2022. Environmental impacts of food production. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>. (Retrieved April 16, 2023).
- Ritz, K., McHugh, M., Harris, J. 2004. Biological diversity and function in soils: contemporary perspectives and implications in relation to the formulation of effective indicators. In; R. Francaviglial (Ed.), Agricultural Soil Erosion and Soil Biodiversity: Developing Indicators for Policy Analyses (pp. 563-572). OECD: Paris.
- Rockström, J. 2003. Water for food and nature in drought-prone tropics: Vapor shift in rain-fed agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 358, 1997-2009.
- Sadeghi, S.H., Satri, M.S., Kheirfam, H., Darki, B.Z. 2020. Runoff and soil loss from small plots of erosion-prone marl soil inoculated with bacteria and cyanobacteria under real conditions. European Journal of Soil Biology, 101, 103214.
- Schmidt, M.W.I., Torn, M.S., Abiven, S., Dittmar, T., Guggenberger, G., Janssens, I.A., Kleber, M., Kögel-Knabner, I., Lehmann, J., Manning, D.A.C., Nannipieri, P., Rasse, D.P., Weiner, S., Trumbore, S.E. 2011. Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. Nature, 478, 49-56.
- Seaton, F.M., George, P.B.L., Lebron, I., Jones, D.L., Creer, S., Robinson, D.A. 2020. Soil textural heterogeneity impacts bacterial but not fungal diversity. Soil Biology and Biochemistry, 144, 107766.
- Sena, A. 2019. Land under Pressure-Health under Stress. Global Land Outlook Working Paper, UN Convention to Combat Desertification, 76p.
- Shaheb, M.R., Venkatesh, R., Shearer, S.A. 2021. A review on the effect of soil compaction and its management for sustainable crop production. Journal of Biosystems Engineering, 46: 417-439.
- Shannan, M., Grant, R.D. 2007. The importance of biodiversity in crop sustainability: A look at monoculture. Journal of Hunger and Environmental Nutrition, 1(2): 101-109.
- Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Preet, G., Sidhu, S., Handa, N., Kohli, S.K., Yadav, P., Bali, A.S., Parihar, R.D., Dar, O.I., Singh, K., Jasrotia, S., Bakshi, P., Ramakrishnan, M., Kumar, S., Bhardwaj, R., Thukral, A.K. 2019. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. SN Applied Sciences, 1, 1446.
- Sidhu, D., Duiker, S.W. 2006. Soil compaction in conservation tillage: Crop impacts. Agronomy Journal, 98(5): 1257-1264.
- Sindelar, M. 2015. Soils and Climate. SSSA, 2015 International Year of Soils, 2p (soils.org/IYS).
- Singh, S., Mishra, A.K., Singh, J.B., Rai, S.K., Baig, M.J., Biradar, N., Kumar, A., Verma, O.P.S., 2014. Water requirement estimates of feed and fodder production for Indian livestock vis a vis livestock water productivity. Indian Journal of Animal Sciences, 84(10): 1090-1094.

- Sleutel, S., De Neve, S., Singier, B., Hofman, G. 2006. Organic C levels in intensively managed arable soils – long-term regional trends and characterization of fractions. *Soil Use Management*, 22(2): 188-196.
- Soane, B.D., Blackwell, P.S., Dickson, J.W., Painter, D.J. 1981. Compaction by agricultural vehicles: A review I. soil and wheel characteristics. *Soil and Tillage Research*, 1: 207-237.
- SQI. 2001. Rangeland Soil Quality – Soil Biota. USDA, Natural Resources Conservation Serv., Soil Quality Information Sheet, Rangeland Sheet 8, 2p.
- Statista. 2022. <https://www.statista.com/statistics/1263069/global-pesticide-use-by-country>. (Retrieved February 01, .2024).
- Syamsiyah, J., Herawati, A., Mujiyo. 2018. The potential of arbuscular mycorrhizal fungi application on aggregate stability in alfisol soil. *Earth and Environmental Sciences*, 142, 012045.
- Şahin, M.Ş., Karhan, G. 2021. Sektörel Düzeyde Enerji Tüketimi ve Büyüme. IKSAD Publishing House, Ankara, 145s.
- Şensoy, H., Palta, Ş. 2009. Yamaç şekillerinin toprak erozyonuna etkileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 11(15): 95-98.
- Şimşek, G. 1993. Toprak Oluşumu (Pedogenesis) ve Sınıflama Ders Notları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notu Yayın No: 139, Erzurum, 199s.
- Talebi, K., Hosseinaveh, V., Ghadamyari, M. 2011. Ecological impacts of pesticides in agricultural ecosystem. In; M. Stoytcheva (Ed.), *Pesticides in the Modern World - Risks and Benefits* (pp. 143-168). In Tech Open.
- Tiryaki, O., Temur, C. 2010. The fate of pesticide in the environment. *Journal of Biology and Environ. Sci.*, 4(10): 29-38.
- Tosun, F., Altın, M., Akten, Ş., Akkaya, A., Serin, Y., Çelik, N. 1987. Erzurum kıraç şartlarında bazı ekim nöbeti sistemlerinin buğday verimine etkileri üzerinde bir araştırma. *Türkiye Tahıl Sempozyumu*, 6-9 Ekim 1987, Görükle, Bursa, s. 123-135.
- Tudi, M., Daniel Ruan, H., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., Chu, C., Phung, D.T. 2021. Agriculture development, pesticide application and its impact on the environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 1112.
- TÜİK. 2022a. Sera gazı emisyon istatistikleri, 1990-2020. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- TÜİK. 2022b. Tarım istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- UNDESA. 2023. <https://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml> (Retrieved November 22, 2023).
- UNEP. 2023. Facts about the Nature Crisis. United Nations Environment Programme (UNEP). <https://www.unep.org/facts-about-nature-crisis?gclid>. (Retrieved April 16, 2023).
- Usman, S., Muhammad, Y., Chiroman, A.M. 2016. Roles of soil biota and biodiversity in soil environment-A concise communication. *Eurasian Journal of Soil Science*, 5(4): 255-265.
- van der Werf, H.M.G. 1996. Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 60: 81-96.
- Vymazal, J., Březinová, T. 2015. The use of constructed wetlands for removal of pesticides from agricultural runoff and drainage: A review. *Environment International*, 75: 11-20.
- Wagai, R., Kitayama, K., Satomura, T., Fujinuma, R., Balsler, T. 2011. Interactive influences of climate and parent material on soil microbial community structure in Bornean tropical forest ecosystems. *Ecological Res.*, 26: 627-636.
- Wallace, J.S. 2000. Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 82(1-3): 105-119.
- Wardle, D.A. 2002. *Communities and Ecosystems-Linking the Aboveground and Belowground Components*. Princeton Univ. Press, 392p.
- Wu, Y., Jia, G., Yu, X., Rao, H., Peng, X., Wang, Y. 2023. Response of soil nutrients and erodibility to slope aspect in the northern agro-pastoral ecotone, China. *EGUsphere* [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2023-1006>.
- Zhang, Y., Li, Y., Jiang, L., Tian, C., Li, J., Xiao, Z. 2011. Potential of perennial crop on environmental sustainability of agriculture. *Procedia Environmental Sciences*, 10: 1141-1147.
- Zhang, Z., Sheng, L., Yang, J., Chen, X., Kong, L., Wagan, B. 2015. Effects of land use and slope gradient on soil erosion in a red soil hilly watershed of Southern China. *Sustainability*, 7: 14309-14325; doi: 10.3390/su71014309.
- Zhu, T.X., Zhu, A.X. 2014. Assessment of soil erosion and conservation on agricultural sloping lands using plot data in the semi-arid hilly loess region of China. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 2: 69-83.

Mortality of Adult Stages of the Biocontrol Agent, *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae) Exposed to Insecticides

Baboo Ali¹ 

Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Çanakkale, Türkiye

Article History

Received: 01/04/2024

Accepted: 21/05/2024

Published: 10/06/2024

Research Article

Abstract: This study was conducted to investigate the mortality of adult stages of *Anthocoris nemoralis*, a predator of the pear leaf flea, *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: Psyllidae) in nature, using four different insecticides namely; spinetoram, chlorpyrifos ethyl, diflubenzuron and spirotetramat at three different period such as 24, 48 and 72 hours. The mortality rate in male adult individuals of *A. nemoralis* proportionally increased with the exposure time in different insecticide treated environments. The lowest mortality rate of 11.25 % was recorded on 24 hours followed by 45 % and 86.67 % on 48 and 72 hours, respectively. Spinetoram caused the highest mortality (62.78 %), while diflubenzuron resulted in the lowest mortality (41.66 %) in males. The mortality rates in females were similar to those in the males, with the highest mortality seen on the 72 hours of insecticide treatment and the lowest mortality on 24 hours. Unlike in the males, the highest mortality was observed when diflubenzuron was used and the lowest mortality when using spinetoram. The male individuals were found to be more resistant than the females in terms of average period and average time+insecticide in mortality rates with respect to different biological stages of *A. nemoralis*, except for average means of insecticides. Overall, the average mortality rates in males and females were 47.64 % and 48.96 %, respectively. The findings suggest that the most harmful insecticide to adult stages of the insect was spirotetramat, while chlorpyrifos ethyl was only slightly harmful.

Keywords: Biocontrol, insecticide, mortality, natural enemy, predatory insect.

¹Correspondence (Sorumlu yazar): babooali@gmail.com

Citation (Alıntı): Ali, B. 2024. Mortality of adult stages of the biocontrol agent, *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae) exposed to insecticides. Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem, 5(1): 17-22.



Introduction

Many species of insect pests affect the yield of pear (*Prunus* sp. L.). One of them such important and notorious insect pest is *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: Psyllidae), which is commonly known as pear psylla. The biological stages, except eggs, of this insect pest feed on leaves, shoots and even on fruit of pear, causing economic damage. If the population of *C. pyri* is dense, the growth and development of the pear trees may stop and may also cause the shedding of pear leaves and fruit from the trees to the ground. Pear psylla causes direct and indirect damages to pear orchards. During direct damage, pear trees become weak and there is reduced production because of intense attack by this harmful insect pest. During indirect damage by psyllids, sooty molds develop and a large amount of honeydew is produced from different vegetative parts of pear trees (Civolani, 2012).

In Türkiye currently, *C. pyri* has developed resistance against several insecticides due to unconscious as well as the heavy application of insecticides to control this insect pest. This heavy application of insecticides has resulted in increased consumption of insecticides due to endurance. Hence, biological, cultural, biotechnological, and other environment-friendly alternative methods of controlling pear psylla need to be introduced. Of all the above-mentioned pest control programs, priority should be given to biocontrol of harmful insects. *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae), the natural enemy of pear psylla, is one of the important beneficial predatory insects used in the biocontrol of this insect pest, as it keeps the population of psyllids below a level at which they could cause economic damage under natural field conditions. Naturally, *A. nemoralis* is a polyphagous predatory insect of majority of the egg, larval, nymphal, and even adult stages of different harmful insect pests. *A. nemoralis* is the most common species of the Anthocoridae family in Türkiye (Yıldırım et al., 2013). This predatory insect species is used extensively for biological control of harmful insect species of the Psyllidae family that cause tremendous damage, especially in pome fruit trees (Simionca et al., 2022). Many researchers have used different methods and techniques of releasing *A. nemoralis* on pear psylla and olive psyllid, *Euphyllura olivina* (Hemiptera: Psyllidae) (Gharbi, 2021) populations in pear and pistachio (Yanık and Unlu, 2015) orchards. Sigsgaard et al. (2006) reported that field releases of 10 or 30 *A. nemoralis* nymphs per pear tree in three different pear orchards in early May and two weeks later resulted in reductions of 31-40% in the *C. pyri* population. This species is not commercially produced in my country. In Türkiye, some taxonomic studies were conducted on *A. nemoralis*. Additionally, some paramount research studies were employed on different techniques and methods in terms of mass-rearing and releasing of this predatory insect, along with the prey-predator relationships, in Türkiye (Durlu and Uğur, 2014; Yazıcı, 2019) as well as in other parts of the world (Ferrero et al., 2014). But, in Türkiye, not any research work which will pave a way for *A. nemoralis* in the integrated pest management programs, and also the appraisalment of the aftereffect of different insecticides are being used in fruit orchards against several harmful insect species, particularly psyllids.

Anthocoris nemoralis is naturally found in ecosystem and has been used to control the infestation of pear psylla and other harmful insect species in orchards (UCIPM, 2023). This study was conducted aim to determine the mortality ratios of the male and female biological stages of *A. nemoralis*, a natural enemy of pear psylla, when exposed to four different commonly used insecticides in pear orchards. Hopefully, this research study will contribute to the resolution of integrated pest management (IPM) programs that could be primarily manipulated in the biocontrol of insect pests in Türkiye. Furthermore, it would help producers/farmers select insecticides to control harmful insect species.

Materials and Methods

Male and female adult stages of *Anthocoris nemoralis* (F.) (Hemiptera: Anthocoridae), and the fresh eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) were used as materials during the research work in 2014-2015. The side-effects of the active ingredients of four tested insecticides, namely chlorpyrifos ethyl, spirotetramat, spinetoram and diflubenzuron, on the male and female biological stages of *A. nemoralis* were determined. The mortality rates of the insect biological stages when exposed to the insecticides for 24, 48 and 72 hours were also recorded. The adults of *A. nemoralis* were collected from the unsprayed and neglected pear trees located in the Çubuk District of Ankara, Türkiye, and then transported to the Biological Control Laboratory of the Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ankara University, Türkiye. The collected insects were reared under the following laboratory conditions:

25±1 °C temperature, 70±10% R.H., 16:8 hours (L:D) of photoperiod, and 2500-lux light intensity. The insects were fed with fresh eggs of *E. kuehniella*.

The insecticides were prepared at appropriate concentrations. A spraying tower was used adopting the spraying method of and then the insecticides were sprayed in empty glass petri dishes, at the rate of 2 ml/petri dish, before transferring the insects into the dishes (Potter, 1952). After that, the insecticide-treated petri dishes were left to dry for 30–45 minutes. Later, the newly emerged (within 0–24 hours) males and females of *A. nemoralis* were selected randomly from the stocked insect culture – ‘Çubuk’ – a district of Ankara in Türkiye. After that, 10 insects from each sex were shifted to each insecticide contaminated petri dish for further studies. During the entire research studies, the fresh eggs of *E. kuehniella* were adhered to black cardboard strips (1×1 cm) with the help of distilled water and kept at -4°C for 72 hours, before presenting them to *A. nemoralis* as food daily. These prepared eggs of *E. kuehniella* were given as food to the male and female individuals of the predatory insect after every 24 hours for the entire duration of the research according to the method reported by Karakuş (2018). Experimental trials were established using 6 replications for each insecticide along with a control treatment, with 10 insect individuals (male or female) placed in each replication (insecticide-treated petri dish). Just after the experiments, all living and dead individuals were counted under a stereo microscope and the mortality rates resulted because of the application of four tested insecticides were recorded regularly after 24, 48 and 72 hrs. The experimental trials were carried out separately for the male and female individuals of *A. nemoralis*. Result evaluations were calculated over the total number of dead individuals (male and female) of the predatory insect. The side-effects of the treated insecticides were calculated by Abbott's formula [$\text{Population \%} = (\{\text{pre-treatment population} - \text{post-treatment population}\} \div \text{population without insecticide application}) \times 100 \%$] (Abbott, 1925; Karman, 1971). The results were evaluated according to the standards adopted by the IOBC working group for the side-effects of insecticides on beneficial insects in laboratory and classified according to the toxicity effects of insecticides in Table 1 (Boller et al., 2006).

Data analyses

Data obtained from this study were subjected to variance analysis using the Minitab 15 package program. The differences between the side-effects of different insecticides on male and female biological stages of the predatory insect were evaluated within the standard error of $P \leq 0.05$, using the "Tukey Test" included in the "MSTAT" package program.

Table 1. Classification of the side-effect of insecticides established by IOBC criteria for laboratory tests.

Class value	Toxic effect (%)	Toxicity level
N	< 30	Harmless or slightly harmful
M	30–79	Moderately harmful
T	> 80	Harmful

Source: Boller et al., 2006

Results

Male Mortality Rates of *Anthocoris nemoralis* (F.)

According to the overall results of the effects of treated insecticides on male stages of the insect, it was observed that the side-effects of different insecticides on male stages of *A. nemoralis* increased in terms of the time periods (df=2, FCh=7.43, P= 0.024; df=2, FSpino=9.38, P=0.014; df=2, FDi=6.98, P=0.027; df=2, FSpine=9.47, P=0.014). Differences between the side-effects of insecticides after the time periods of 24, 48 and 72 hours were significantly importance (df=2, F24=1.64, P=0.257; df=2, F48=5.94, P=0.020; df=2, F72=8.98, P=0.006). For the International Organization for Biological and Integrated Control (IOBC) classification (Table 2), all four insecticides fell under the moderately harmful class (M=30–79), according to the values obtained by Abbott's formula (%).

Table 2. Mortality in males of *Anthocoris nemoralis* exposed to different insecticides for the time periods of 24, 48 and 72 hours*

Insecticides	N	Mean±SE			Abbott (%)	IOBC Class
		24 hours	48 hours	72 hours		
Chlorpyrifos ethyl	6	8.33±2.77 B-a	35.00±4.38 AB-a	83.33±9.28 A-b	42.22±5.48	M
Spirotetramat	6	5.00±1.28 B-a	38.33±3.81 AB-ab	88.33±7.68 A-b	43.89±4.26	M
Diflubenzuron	6	6.66±1.92 B-a	33.33±3.03 AB-b	85.00±8.79 A-b	41.66±4.58	M
Spinetoram	6	25.00±2.98 B-a	73.33±6.55 AB-ab	90.00±6.91 A-a	62.78±5.48	M

*Difference between different uppercase letters in the same row is significantly important (Tukey, $P \leq 0.05$), Difference between different lowercase letters in the same column is significantly important (Tukey, $P \leq 0.05$).

Female Mortality Rates of *Anthocoris nemoralis* (F.)

It was found that the aftereffects of tested insecticides on the survival of female biological stages of *A. nemoralis* increased with time (df=2, FCh=14.98, P=0.005; df=2, FSpino=17.02, P=0.003; df=2, FDi=25.41, P=0.001; df=2, FSpine=10.75, P=0.010). Differences between the side-effects of treated insecticides was recorded to be significantly important after 24, 48 and 72 hours (df=2, F24=8.88, P=0.006; df=2, F48=29.90, P=0.000; df=2, F72=11.10, P=0.003). For the IOBC classification, the overall results (Table 3) showed that all four insecticides fell under the moderately harmful class (M=30–79), according to the values obtained using Abbott's formula (%).

Table 3. Mortality in females of *Anthocoris nemoralis* exposed to different insecticides for the time periods of 24, 48 and 72 hours*

Insecticides	N	Mean±St. Error			Abbott (%)	IOBC Class
		24 hours	48 hours	72 hours		
Chlorpyrifos ethyl	6	6.66±1.93 B-a	48.33±5.59 Ab-a	86.66±8.07 A-b	47.22±5.20	M
Spirotetramat	6	10.00±2.99 B-b	46.66±6.63 B-b	88.33±5.51 A-a	48.33±5.04	M
Diflubenzuron	6	11.66±2.77 B-b	50.00±3.88 B-b	86.66±9.63 A-b	49.44±5.43	M
Spinetoram	6	3.33±1.21 B-b	25.00±2.54 AB-b	76.66±4.61 A-b	34.99±2.79	M

*Difference between different uppercase letters in the same row is significantly important (Tukey, $P \leq 0.05$), Difference between different lowercase letters in the same column is significantly important (Tukey, $P \leq 0.05$).

Discussion

Highest mortality rate (90.00%±6.91) was recorded after 72 hours in male biological stages of the predatory insect exposed to the spinetoram active ingredient. On the other hand, the highest mortality rate in female individuals (88.33%±5.51) was noted when they were treated with the spirotetramat insecticide in this study. This

indicates that the male and female biological stages of the minute pirate insect have different levels of sensitivity to spinetoram and spirotetramat active ingredients. In a study conducted by Lefebvre et al. (2012) with these two active ingredients, it was observed that spinetoram (100 %) and spirotetramat (40.20 %) caused mortality in the adult stages of *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae). The mortality rates due to the application of spinetoram in this study was very close to the mortality rate due to the same insecticide in the aforementioned study, but the mortality due to spirotetramat treatments in above study was inversely correlated to the results obtained in this study.

In another study, it was observed that the usage of high dose of Spirotetramat 150 OD resulted 28.88 % mortality of predatory insect, *Chrysoperla zastrowisillemi* (Esberson Peterson) (Neuroptera: Chrysopidae). It is also stated that spirotetramat could be used within the framework of integrated pest management programs (Amala et al., 2015). In this study, spirotetramat was categorized under a slightly harmful (N) class according to the IOBC classification, whereas it was observed to be moderately harmful (M) in this research work. Al-Deeb et al. (2014) reported that chlorpyrifos ethyl caused a high mortality rate in adult biological stages of the predatory insect *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). But, in case of in this study, chlorpyrifos ethyl was found to be moderately harmful (M) to both male and female adult stages of *A. nemoralis*. Rodriguez-Saona et al. (2016) found that the mortality of adult biological stages of *O. insidiosus* due to chlorpyrifos was highest, while spinetoram and six other active ingredients showed intermediate toxicities to this predatory insect.

Conclusion

This research was undertaken to determine the mortality rates in male and female biological stages of *Anthocoris nemoralis* (F.) (Hemiptera: Anthocoridae) an active predator of *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: Psyllidae) under natural conditions when exposed to the tested insecticides for three different periods such as 24, 48 and 72 hrs. The overall lowest mortality rate of the male and female individuals of the minute pirate insect (11.25%) was recorded on the first day of application of the insecticides, followed by mortality rates of 45.00% and 86.67% on the 48 and 72 hours, respectively. The spinetoram insecticide showed the highest mortality rate in male adult individuals of *A. nemoralis* (62.78%), while diflubenzuron showed the lowest mortality rate (41.66%). The mortality rates of female biological stages of the predatory insects were similar to those of the male adult individuals, with the highest mortality rates recorded on the third day of insecticide treatments and the lowest mortality rates observed on the 24 hours of insecticide treatments. The overall average mortality rate in male individuals was 47.64 %, while this ratio was determined as 48.96 % in female individuals. Among the tested insecticides, the most harmful (T) insecticide to both the male and female biological stages of the predatory insect was spirotetramat, while the slightly harmful (N) active ingredient was chlorpyrifos ethyl.

Additional Information and Declarations

Acknowledgements: This study is a part of PhD dissertation of Baboo Ali. The author also expresses his gratitude to the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) for financially supported this research work under Doctoral Fellowship Award-2215.

Conflict of Interests: Author declares that there are no conflicts of interest related to this article.

Copyright: 2024 Ali



This work is licensed under a Creative Commons Attribution CC-BY 4.0 International License.

References

- Abbot, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2): 265-267. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Al-Deeb, M. A., Wilde, G. E., Zhu, K. Y. 2014. Effect of insecticides used in corn, sorghum, and alfalfa on the predator *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Journal of Economic Entomology*, 94(6): 1353-1360. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.6.1353>
- Amala, U., Chinniah, C., Sawant, I. S., Muthukrishnan, N., Muthiah, C. 2015. Safety evaluation of spirotetramat 150 OD against predator *Chrysoperla zastrowisillemi* (Esberson Peterson) (Neuroptera: Chrysopidae) under laboratory conditions. *Journal of Biopesticides*, 8(1): 53-55.
- Boller, E. F., Vogt, H., Ternes, P., Malavolta, C. 2006. Working Document on Selectivity of Pesticides (2005). Internal Newsletter issued by the Publication Commission for the IOBC/WPRS Council and Executive Committee, ISSUE No: 40.
- Civolani, S. 2012. Insecticides-Pest Engineering. In Dr. Parzana Perveen (Ed.), *The Past and Present of Pear Protection against the Pear Psylla, Cacopsylla pyri* L. (pp. 385-408). InTech. doi: 10.5772/28460.
- Durlu, M., Uğur, A. 2014. Determination of prey consumption rates and behavioral characteristics of different population of *Anthocoris nemoralis* F. (Heteroptera: Anthocoridae). 5th Plant Protection Congress, Antalya, Türkiye.
- Ferrero, M., Tixier, M. S., Kreiter, S. 2014. Different feeding behaviors in a single predatory mite species. 2. Responses of two populations of *Phytoseiulus longipes* (Acari: Phytoseiidae) to various prey species, prey stages and plant substrates. *Experimental and Applied Acarology*, 62(3): 325-335. <https://doi.org/10.1007/s10493-013-9746-y>
- Gharbi, N. 2021. Effectiveness of inundative releases of *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae) in controlling the olive psyllid *Euphyllura olivina* (Hemiptera: Psyllidae). *European Journal of Entomology*, 118: 135-141. doi:10.14411/eje.2021.014
- Karakuş, H. 2018. Determination of suitable nutrient thickness and egg spreading amount in mass rearing of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). (Master Thesis), Harran University, Institute of Natural and Applied Sciences, Şanlıurfa, Türkiye.
- Karman, M. 1971. General Information in Plant Protection Research Establishment and Evaluation Principles of Experiments. Publications of the Turkish Ministry of Agriculture, Directorate General of Plant Protection and Agricultural Quarantine, İzmir, Türkiye.
- Lefebvre, M., Bostanian, N. J., Mauffette, Y., Racette, G., Thistlewood, H. A., Hardman, J. M. 2012. Laboratory-based toxicological assessments of new insecticides on mortality and fecundity of *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology*, 105(3): 866-871. <https://doi.org/10.1603/EC11260>
- Potter, C. 1952. An improved laboratory apparatus for applying direct sprays and surface films with data on the electrostatic charge on atomized spray fluids. *Annals of Applied Biology*, 39(1): 1-28. doi:10.1111/j.1744-7348.1952.tb00993.x
- Rodriguez-Saona, C., Wanumen, A. C., Salamanca, J., Holdcraft, R., Kyryczenko-Roth, V. 2016. Toxicity of insecticides on various life stages of two tortricid pests of cranberries and on a non-target predator. *Insects*, 7: 15. <https://doi.org/10.3390/insects7020015>
- Sigsgaard, L., Esbjerg, P., Philipsen, H. 2006. Experimental releases of *Anthocoris nemoralis* F. and *Anthocoris nemorum* (L.) (Heteroptera: Anthocoridae) against the pear psyllid *Cacopsylla pyri* L. (Homoptera: Psyllidae) in pear. *Biological Control*, 39(1): 87-95. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.02.008>
- Simionca, M. L. I., Hulusan, I. B., Florian, T., Somsai, P. A., Militaru, M., Sestras, A. F., Oltean, I., Sestras, R. E. 2022. The importance of assessing the population structure and biology of psylla species for pest monitoring and management in pear orchards. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 50(4): 13022. doi: 10.15835/nbha50313022
- UCIPM, 2023. Minute pirate bugs. Natural Enemies Gallery. <https://ipm.ucanr.edu/natural-enemies/minute-pirate-bugs/>. (Date of Access: 17.04.2023).
- Yanık, E., Unlu, L. 2015. Initial study of rearing and release of *Anthocoris minki* Dohrn (Hemiptera: Anthocoridae) for biological control of *Agonoscena pistaciae* Burekhardt and Lauterer (Hemiptera. Psyllidae) in pistachio orchards. *Agriculture & Forestry*, 61(4): 347-358. doi: 10.17707/AgricultForest.61.4.40
- Yazıcı, G. 2019. Host relationships and Heteropterans as aphid predators in Turkey. *Plant Protection Bulletin*, 59(4): 85-92.
- Yıldırım, E., Yazıcı, G., Kul, R., Moulet, P. 2013. Contribution to the knowledge of the Anthocoridae, Lyctocoridae, Nabidae, Reduviidae and Tingidae (Hemiptera, Heteroptera) fauna of Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, 15(3): 53-66.

Effects of Siegafresh® and Different Essential Oils on Quality Parameters in Storage of Hayward Kiwi Fruits

Muhammed Emre Erdurmuş¹, Fatih Cem Kuzucu¹

Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye

Article History

Received: 17/04/2024

Accepted: 05/06/2024

Published: 11/06/2024

Research Article

Abstract: This study was carried out to determine the changes in some quality characteristics of the fruits after 120 days of storage of SiegaFresh® Finish and different essential oil saturated MAP applications on the export-oriented 'Hayward' kiwi variety. For this purpose, fruits harvested during the period considered to be the optimal harvest maturity for the 'Hayward' kiwi variety (Fruit flesh hardness: 6.0-6.5 kg/cm², water-soluble dry matter ratio: 9.5-10%), 1) Low density polyethylene (LDPE) bags, 2) Thyme oil (*Thymus vulgaris* L.) at a dose of 0.5%, 3) Bitter almond oil (*Prunus amygdalus* var. *amara*) at a dose of 0.5%, 4) Thyme (0.5%) + bitter almond oil (0.5%), 5) was stored in MAP bags saturated with SiegaFresh®Finish. Kiwi fruits were stored in cold storage at 0±1°C temperature and 90-95% relative humidity conditions for 120 days. Quality changes were determined in samples taken at 30-day intervals during storage. Compared to the control application during storage, MAP applications generally showed significant differences in terms of important ripeness parameters such as weight loss, fruit flesh hardness (MES), amount of soluble solids content (SSC), titratable acidity (TEA), pH value, Vitamin C content and fruit flesh color. It has been determined that the 'Hayward' variety can be stored successfully for up to 120 days with SiegaFresh®Finish and essential oil impregnated MAP applications.

Keywords: Kiwi, Siegafresh, thyme oil, bitter almond oil, quality, post-harvest

Hayward Kivi Meyvelerinin Depolanmasında Siegafresh® ve Farklı Uçucu Yağların Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri

Öz: Bu çalışma ihracata yönelik 'Hayward' kivi çeşidinde SiegaFresh® Finish ve farklı uçucu yağ emdirilmiş MAP uygulamalarının 120 günlük depolama sonunda meyvelerdeki bazı kalite özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda, 'Hayward' kivi çeşidi için optimal hasat olgunluğu olarak kabul edilen (Meyve eti sertliği: 6,0-6,5 kg/cm², suda çözünür kuru madde oranı: %9.5-10) dönemde hasat edilen meyveler, 1) Düşük yoğunlukta polietilen (LDPE) torbalar, 2) %0.5 dozunda kekik yağı (*Thymus vulgaris* L.), 3) %0.5 dozunda acı badem yağı (*Prunus amygdalus* var. *amara*), 4) Kekik (%0.5) + acı badem yağı (%0.5), 5) SiegaFresh®Finish emdirilmiş MAP torbalara konarak depolanmıştır. Kivi meyveleri soğuk hava deposunda 0±1°C sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında 120 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Depolama süresince 30 gün aralıklarla alınan örneklerde kalite değişimleri belirlenmiştir.

Makale Geçmişi

Geliş: 17/04/2024

Kabul: 05/06/2024

Yayınlama: 11/06/2024

Araştırma Makalesi

¹Correspondence (Sorumlu yazar): fatihcem@comu.edu.tr

Citation (Alıntı): Erdurmuş, M. E., Kuzucu, F. C. 2024. Effects of Siegafresh and different essential oils on quality parameters in storage of Hayward kiwi fruits. Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem, 5(1): 23-35.

Depolama boyunca kontrol uygulamasına göre ağırlık kaybı, meyve eti sertliği (MES), suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı, titre edilebilir asitlik (TEA), pH değeri, C vitamini miktarları ve meyve et rengi gibi önemli olgunluk parametreleri bakımından genel anlamda MAP uygulamalarının tümünden iyi sonuçlar alınmıştır. SiegaFresh®Finish ve uçucu yağ emdirilmiş MAP uygulamaları ile ‘Hayward’ çeşidinin 120 güne kadar başarılı bir şekilde depolanabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kivi, Siegafresh, kekik yağı, acıbadem yağı, kalite, hasat sonrası

Introduction

Kiwi fruit belongs to the order Ericales, family Actinidiaceae and genus *Actinidia*. Kiwi, scientifically known as *Actinidia deliciosa*, is thought to be of Chinese origin. Kiwi is a kind of fruit that can adapt to both subtropical and temperate climates. Kiwi is widely grown throughout the world. Kiwi is a climacteric fruit that ripens quickly after harvesting. Harvest maturity is one of the factors that significantly affects the quality and shelf life of kiwi fruit. Because determining the ideal harvest maturity is crucial to fruit size and consumer acceptability for kiwi fruit. The flesh firmness, sugar, aroma and acid contents of harvested kiwis are directly related to the ripeness of the fruit and such features are important for the durability and quality of kiwi fruit. The atmospheres surrounding the products use a system in which gas levels are constantly monitored and adjusted to maintain optimal concentrations in controlled atmosphere (CA) cold storage facilities used to store the products. However, it is thought to be more suitable for products that can be stored for long periods since this system requires intensive capital and is expensive for businesses (Zagory and Kader, 1988).

On the other hand, modified atmosphere packaging (MAP) contributes to the preservation of post-harvest product quality by changing the atmosphere surrounding the products in cold storage. In this system, gas concentrations are controlled to a lesser degree. Typically, the interaction of the physiology of products and the physical environment is kept within wider limits by determining the initial atmospheric conditions. Besides, advances in the production of polymeric films have increased interest in creating and maintaining modified atmospheres within film packages (Kader, 1988).

Packaging is an important step in terms of preserving fresh fruits and vegetables. While modified atmosphere packages help preserve the quality of the products, they ensure the preservation of high relative humidity and turgidity of fruits and vegetables by preventing water vapor permeability of the package. Packaging can be enriched with substances such as fungicides or ethylene adsorbents to control fungal and bacterial diseases (Zagory et al., 1988).

In recent years, the usage of plant-origin organic products arose from the quest to avoid chemicals or pesticides. Along with this, the usage of plant-origin essential oils is among the research topics because of their environment-friendly aspects. The usage of these organic essential oils in dipping, spraying and washing methods in post-harvesting of fruit, while methods such as application in gaseous form at high pressure or impregnation with polyethylene packaging materials have also been developed. Nevertheless, the above-mentioned methods are more suitable for fruit such as kiwi due to their shell structure, because of the potential of essential oils to transfer their scent to fruit and the toxic effects of using them in very high doses (Snowdon, 1990; Ziedan and Farrag, 2008; Antunes et al., 2010).

A significant portion of post-harvest losses are caused by fungal diseases. In the world, it is known that post-harvest losses vary between 10-50% due to fungi (Tripathi et al., 2008). Post-harvest rot disease depends on the type of crop, harvesting and maturity stages, and storage and transportation conditions. Pathogens can be transmitted to the product in the field and/or after harvesting, however, infection formation becomes more evident during storage. That is why, post-harvest rot disease control should be begun in the field. Thus, physical damage and deformations on the product should be prevented during harvest and post-harvest applications (Sivakumar et al., 2014).

The most prominent pathogens infect the kiwi fruit during storage are: *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Penicillium* sp. and *Phoma destructiva* (Arslan, 1998). But the biggest economic losses are caused by *Botrytis cinerea*, and this pathogen causes serious economic losses in more than 200 crops in the world (Feliziani

et al., 2014a). Different methods, such as cooling, are used to control the post-harvest infections. The application of chemical pesticides is one of these methods. Nevertheless, interest in non-chemical methods has increased because of the increase in consumer awareness, and the risks to the environment and human health. That is why, alternative methods such as temperature applications (Bal, 2009), ozone applications (Feliziani et al., 2014b; Barboni et al., 2010), and essential oil applications (Daferera et al., 2003; Servili et al., 2017) are used. These methods can help in the control of post-harvest infections and also reduce the economic losses in kiwi fruit.

Essential oils can be absorbed into MAP bags to provide an antimicrobial effect during food storage. Particularly, the usage of natural essential oils can have a positive impact on consumers. Therefore, impregnating natural essential oils into MAP bags and using them for storage is recently seen as a new technology in Türkiye. Moreover, the transfer of essential oils impregnated into polyethylene bags to the product, and the prevention of their potential toxic effects will be investigated in future studies.

In this study, the combination of SiegaFresh®Finish and essential oil impregnated MAP applications and the storage shelf-life properties of fruit were examined together with the change in the quality characteristics of kiwi fruit in addition to the use of MAP in post-harvest storage. And, it will minimize the quality loss by extending the storage period of fresh kiwi fruit. Furthermore, this study aimed to contribute to the sector by determining successful applications in storage and marketing.

Materials and Methods

Materials

The main material of this study was the 'Hayward' variety of the kiwi fruit (*Actinidia deliciosa* L. cv.), which was obtained from the Saraylım Agriculture situated in Çorum Province of Türkiye. Kiwi fruits were harvested during the commercial harvesting period (Fruit flesh firmness: 6.0-6.5 kg/cm² and soluble solids content: 9.5-10%) and placed under pre-cooling conditions. Then, after the completion of the 24-hour pre-cooling period, they were subjected to the applications subject to the experiment. The kiwi parcel, from which plant material was obtained for the research, was planted in 2015 and the kiwi vines are 8 years old. The trial material, which was determined to be in the same group in terms of color and size within the harvested fruit group, as a result of visual classification, was created as a homogeneous group and 380 fruits were selected as trial material.

The packaging materials to be used for the preservation of the test material during the cold storage process and the best preservation of fruit quality characteristics during the 120-day storage period are planned to be produced by treating with different volatile oils (0.5% thyme oil, 0.5% bitter almond oil) and the disinfectant substance used under the trade name SiegaFresh® (by impregnating the mentioned active substance into the MAP) to be used as packaging materials during the storage process. Additionally, before the commencement of the cold storage trial process, disinfection was carried out using a disinfectant marketed under the trade name SiegaFresh® Start. The impregnation of volatile oils and SiegaFresh® Finish into the bags was carried out by Aypek Packaging Ltd., and for this purpose, a high-speed mixer homogenization process was conducted for 2 hours in a water-based solution containing volatile oils or SiegaFresh® Finish at a concentration of 0.5% to impregnate them into the MAP. Additionally, to determine the effectiveness of these bags, a separate group was created as a control (MAP Control) using LDPE bags to which no volatile oils or SiegaFresh® Finish were applied.

Methods

The trial, which was planned for 120 days with 3 replications, 5 fruits in each replication, was designed according to the randomized plot design, and a total of 360 kiwi fruits were used. The packaging materials and their properties used in the research are listed below according to their application codes. The control group fruits were unpackaged and the MAP control group fruits were placed in MAPs without impregnation of volatile oils or SiegaFresh® Finish, in MAP 1 and MAP 2 applications, thyme oil (*Thymus vulgaris* L.) and bitter almond oil (*Prunus amygdalus* var. *amara*) were used as volatile oils, in MAP 3 application, an equal mixture of these two volatile oils was used, and in MAP 4 application, SiegaFresh® Finish was used.

- **Control:** Storage without packaging material (without MAP)
- **MAP Control:** Storage in modified atmosphere packaging

- **MAP 1:** Storage in MAPs treated with thyme oil (0.5% thyme oil)
- **MAP 2:** Storage in MAPs treated with bitter almond oil (0.5% bitter almond oil)
- **MAP 3:** Storage in MAPs treated with a mixture of bitter almond and thyme oil (0.5% bitter almond oil + thyme oil)
- **MAP 4:** Storage in MAPs treated with SiegaFresh® Finish

Within the scope of the research, the experimental material prepared as MAP applications and control groups was stored in cold storage rooms at the Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. The fruits were stored for 120 days, and during storage, the room temperature was maintained at $0\pm 1^{\circ}\text{C}$, with relative humidity between 90-95%. Before the storage process, the cold storage room was disinfected using SiegaFresh® Start.

Examined Quality Parameters

Observations, analyses and measurements were done in a laboratory situated at Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture Department of Horticulture during 0, 30, 60, 90 and 120 days of storage aimed to determine the variation in kiwi fruit quality at their initial stage.

Weight Loss (WL %)

A number of 10 kiwi fruit were selected for each application while establishing the experiment, and at the end of each storage period, weight loss was measured using a precision balance to the sensitive scale of 0.01g. Weight loss regarding to the initial weight of the separated kiwi fruit was calculated as % at the end of the storage period.

Soluble Solid Contents (SSC %)

Some fruit juice was taken from the fruit in each replication to measure the amount of soluble solid contents of kiwi fruit, and analyzed using a hand refractometer and it was determined as %.

Fruit Flesh Firmness (FFF Kgf)

The skins of each fruit were peeled thinly from both sides, and a hand penetrometer was used to measure fruit flesh firmness. Measurements were carried out using an 8mm tip, and the obtained results were expressed in kg/cm².

h° Values at Flesh Color

Minolta Colorimeter (CR 300) was used to determine the variations in kiwi flesh color during storage. L* and b* values of the kiwi fruit were measured at the equatorial level with the help of this device. Additionally, a* and b* values were taken into account while calculating the Hue angle (h_o) of the fruit (McGuire, 1992).

Fungal Rot Ratios (%)

During the experiment, fruit removed from the storage for analysis purposes at the end of the storage periods were examined, and the fungal growths (*Alternaria*, *Botrytis*, *Penicillium*) were detected just by observation. During the process of determination of fungal rot disease, the fungal development rate was calculated as % by taking into account the number of kiwi fruit.

pH Values

The pH values of these solutions were measured according to the neutralization principle using the electrometric measurement method.

Vitamin C Content (mg 100g⁻¹)

The amount of 2,6-Dichlorophenolindophenol was measured by using the spectrophotometric method and Shimadzu.UV-VIS -1800.spectrophotometer proposed by Pearson (1970). The samples were added to 25 g of fruit puree and 175 ml of 0.4% oxalic acid and then filtered them on Whatmann No: 2 filter paper for 10 minutes. In response to the mixture of Oxalic Acid/Distilled Water: 1/10 solution and Oxalic Acid/2,6-Dichlorophenolindophenol: 1/10 solution were read at 520 nm transmittance and the L1 value was determined.; The L2 value for the samples was determined by measuring the Filtrate/Distilled Water: 1/10 solution and Filtrate/2,6-Dichlorophenolindophenol: 1/10 solution at 520 nm transmittance value in response to the filtrate solution with samples taken from each filtrate for each sample.

Statistical analyses

The experiment was carried out with three replications according to the randomized complete block design.

5 kiwi fruits were used in each replication. The SAS 9.1 computer package program was used and the analysis of variance was performed for the statistical analysis of data, and differences between the means of the data were compared with the LSD ($P < 0.05$) test.

Results and Discussion

Fruit Flesh Firmness (FFF kgf)

Variations in FFF values of 'Hayward' kiwi variety according to different periods and storage applications during storage is presented in Figure 1. According to the findings of this study, some decreases were observed in FFF values during the storage period of kiwi fruit. Statistically significant differences were found in the variation of FFF values during the storage period ($p \leq 0.05$).

A rapid loss of firmness was observed in the control group fruit after the 90th day when the differences in FFF values between storage applications were examined, while it has been determined that the losses are more limited in terms of the MAP applications. The lowest FFF value (2.13 kgf) was determined in the fruit of the control group. Values of 2.43 kgf in MAP Control application, 2.60 kgf in MAP 1 application, 2.90 kgf in MAP 2 application, while 3.16 kgf were observed in MAP 3 application. Furthermore, it was determined that the application that best preserved FFF loss was MAP 4 application with a value of 3.67 kgf. These results show that all treatments, except the control group, are effective only in preserving FFF. Additionally, in this study, it has been determined that these decreases in FFF values as the storage period increases were lower than in control fruit in all MAP applications, and the results were compatible with most kiwi storage studies (Koyuncu et al., 2005; Kaynaş, 2017; Alkın et al., 2022).

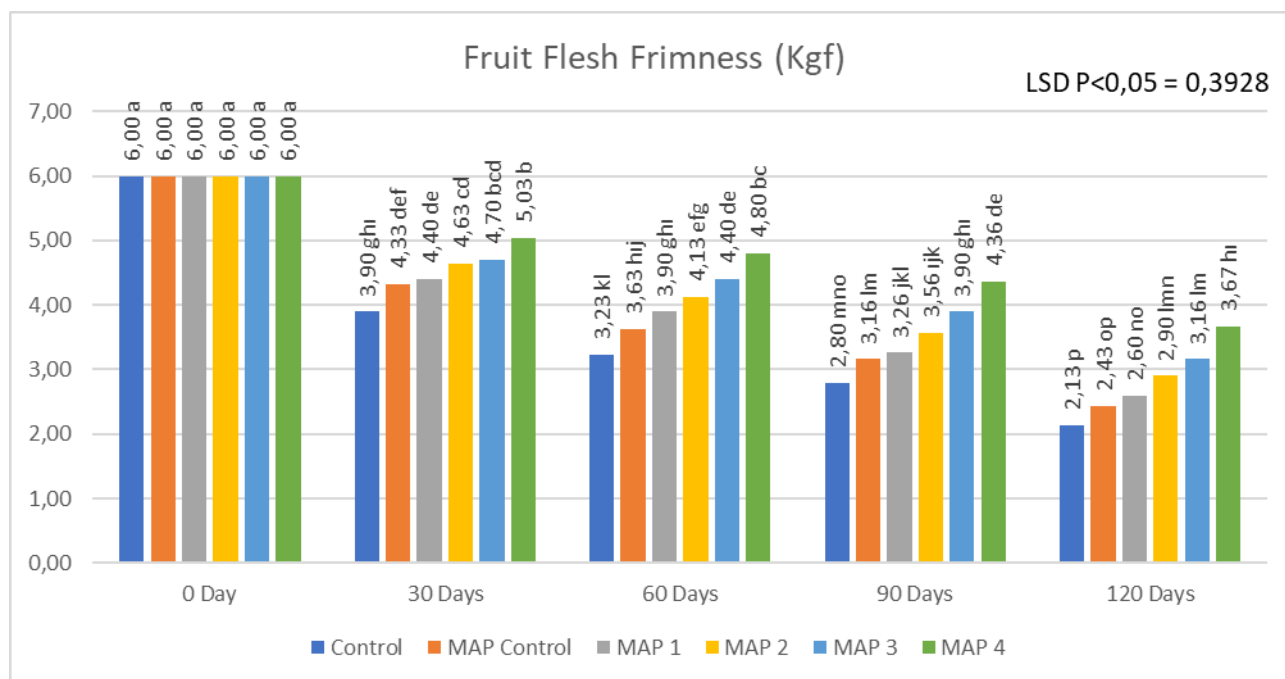


Figure 1. Effects of storage applications on fruit flesh firmness in Hayward kiwi variety (kgf).

During the ripening process, the main variations in fruit flesh firmness are associated with the breakdown of cellular components such as cellulose and pectin. Enzymatic activities, especially enzymes such as pectin methyl esterase and polygalacturonase, can cause the bonds in pectin networks to weaken and reduce fruit flesh firmness. However, during the ripening process, expansion and growth in the cells may cause the fruit flesh tissue to soften and firmness to decrease. Essential oils often have antimicrobial and antioxidant properties. These properties may reduce microbial activity in fruit flesh and may slow down oxidation processes. This situation may also help the fruit flesh maintain its freshness and firmness for a longer period. The reasons why essential oil applications give better results in preserved kiwi fruit may also be supported by these explanations. The air permeability of MAP bags may affect the moisture balance and gas exchange in the fruit flesh. Correct air

permeability levels may keep the ripening process of fruit flesh under control, and it was also determined as a result of the experiment that it helps maintain the firmness of fruit. SiegaFresh, used in the experiment, is a substance sensitive to ethylene positively affected the firmness of the fruit flesh in kiwi. SiegaFresh is an ethylene absorbent substance used to control the exposure of fruit to ethylene during the ripening process. It is also known that ethylene is a gas that plays a role in the ripening process of many fruits and vegetables. In the experiment, it was thought that this was the most important point in the positive effect of SiegaFresh application on FFF. The fruit flesh softens and ripens when kiwi fruits are exposed to ethylene during the ripening process. Exposure of kiwi fruit to ethylene can be controlled by using SiegaFresh. As a result, it is understood that the firmness of the fruit flesh can be preserved for a longer time. The protective effect of SiegaFresh against ethylene helps the fruit flesh to remain at the desired firmness level (Shaymaa et al., 2016; Şen et al., 2022).

Weight Loss (WL-%)

Variations in weight loss during storage were determined in the ‘Hayward’ kiwi variety to which MAP applications were applied. The findings are presented in Figure 2. According to the results of this study, it has been determined that the MAP applications are of great importance to the kiwi fruit in terms of maintaining weight loss as compared to the fruit of the control group ($p \leq 0.05$).

Considering the weight losses detected during storage, weight loss values increased from the beginning to the 120th day as the storage period increased in all applications (Figure 2). The percentage weight loss detected in the Control group was recorded as 1.2% on the 30th day, 3.7% on the 60th day, 5.5% on the 90th day and 8.1% on the 120th day. While, it was determined that the highest weight loss occurred in the control group. In the MAP Control application, weight loss was determined as 0.8% on the 30th day, 1.2% on the 60th day, 1.6% on the 90th day and 2.3% on the 120th day. Our findings compared the increase in weight loss in the control group with the increases in MAP C application, showing that the increases in MAP C application were at lower levels. In the same way, on the 120th day, a weight loss of 2.3% was observed in MAP 1 application, 2.2% in MAP 2 application, 2.1% in MAP 3 application, and 2% in MAP 4 application. Consequently, it has been observed that weight loss percentages between 2.3% and 2% observed for 120 days of storage period in MAP applications of ‘Hayward’ kiwi variety resulted well. Particularly, the lowest weight loss increases on the 90th day was determined in kiwi fruit to which MAP 4 was applied.

Lower weight loss in the fruit and delayed ripening after the shelf-life period were detected in the kiwi storage study conducted by Korkmaz, (2020).

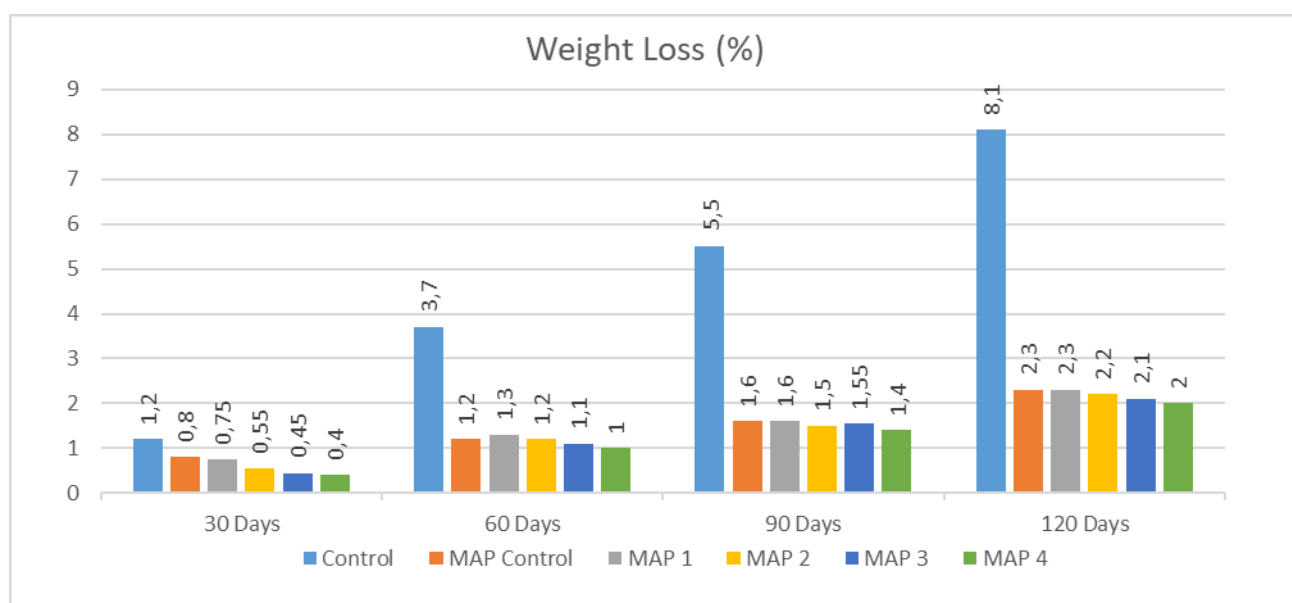


Figure 2. Effects of storage applications on total weight loss in fruit of Hayward kiwi variety (%)

Essential oils may have antioxidant properties and slow down oxidation processes in fruit. This may reduce weight loss by keeping fruit fresher longer. Essential oils may reduce the evaporation of fruit juice and thus, it may reduce weight loss by preserving the moisture of the fruit. Some essential oils can regulate the metabolism of fruit cells. In this way, it can keep cells alive longer. This can reduce the fruit weight loss. MAP bags can extend the shelf life of fruit by controlling components such as oxygen, carbon dioxide and humidity of the atmosphere in which the fruit are located, and it can maintain its quality and may affect fruit weight. Because MAP bags regulate the metabolic activities of fruit by controlling the respiration rate and gas exchange of fruit, ensuring that the fruit stay fresh for longer and reduce fruit weight loss.

SiegeFresh applications slow down the ripening process of fruit by controlling the atmosphere in which the kiwi fruit are located and optimizing the oxygen and carbon dioxide levels, and it keeps metabolic activities under control by regulating the respiratory rate in kiwi fruit. In this way, it has been determined that the weight loss of kiwi fruit was reduced (Thanassouloupoulos and Yanna, 1995; Serrano et al., 2005; Nikos et al., 2011).

Soluble Solid Content (SSC %)

One of the most important parameters of harvest maturity, progression of maturity in storage and shelf life of the fruit are the SSC in fruit varieties that exhibit a climacteric structure such as kiwi. Variation of SSC amounts in ‘Hayward’ kiwi variety in terms of stages and storage applications throughout the storage period are presented in Figure 3. Findings show that the SSC generally increase as the storage duration increases in kiwi varieties. The effect of storage periods and post-harvest applications on the amount of SSC in kiwi fruit was found to be statistically significant ($p \leq 0.05$).

Generally, an increase in the SSC was observed in the ‘Hayward’ kiwi variety during fruit storage period. The SSC in the fruit of control group, which was 9.50% at the beginning, but increased to 17.20% in the 120th day of the storage. According to our findings, the values were 16.26%, 16.53%, 15.93%, and 14.00% in MAP Control, MAP 1, MAP 2, and MAP 4 applications, respectively, when the effect of different post-harvest applications was examined on the SSC. It was observed that all MAP applications showed lower SSC values as compared to the control group, and had similar values among themselves.

It is a normal process that as ripening progresses, then the starch in fruit structure breaks down and turns into simple sugars, and such situation leads to an increase in the amount of SSC. In this study, it was noted that the MAP applications suppressed the ripening of fruit. That is why, less change was observed in SSC (Kaynaş, 2017; Shaymaa et al, 2016).

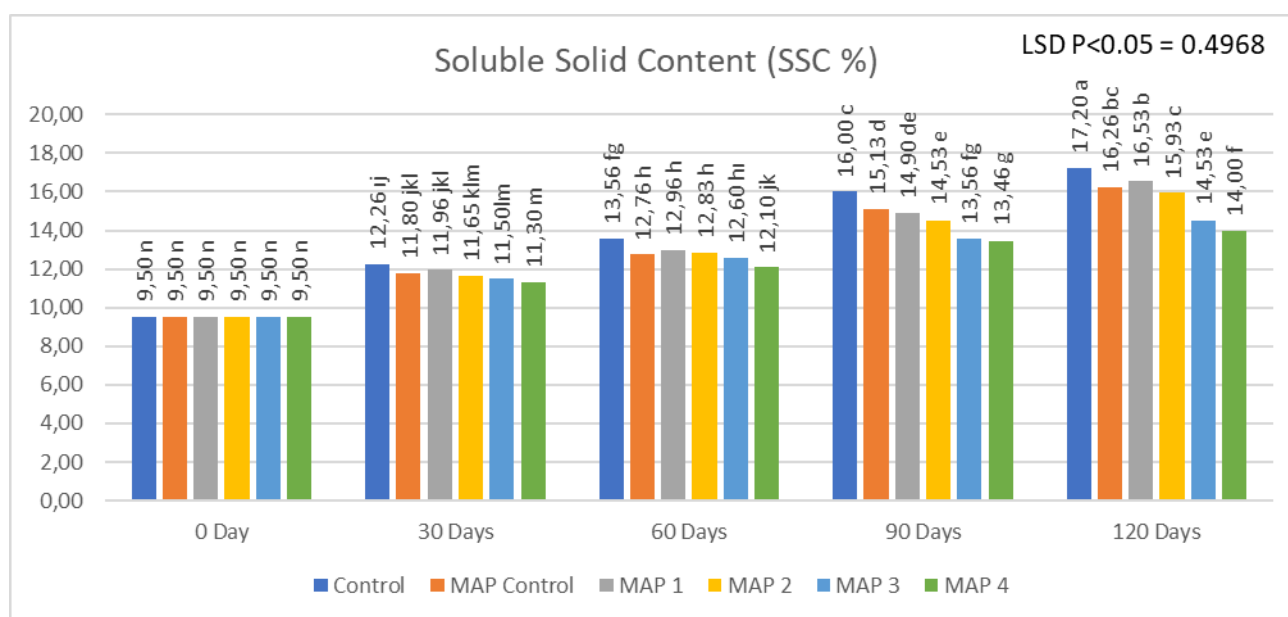


Figure 3. Effects of storage applications on the amounts of SSC in Hayward kiwi variety (%)

The rate of respiration of kiwi may change during storage. High respiration rate can cause loss of SSC of the fruit. Metabolic processes can also affect the amount of SSC. Intake and loss of water in kiwi during storage is an important factor. As water intake decreases, the amount of SSC may increase. Enzymatic activities in kiwi may vary during storage. These activities can affect the amount of SSC. The cellular structure of kiwi may vary during storage. These changes may affect the amount of SSC. Storage conditions such as humidity, temperature, and gas concentration can also affect the amount of SSC. It is important to provide storage conditions such as humidity, temperature, and gas concentration throughout the storage period in order to preserve best the SSC content of kiwi during storage. SiegaFresh" can often help reduce water loss and/or increase the water retention capacity of kiwi fruit. This can help maintain the amount of SSC. (Shaymaa et.al., 2016).

h° Value at Flesh Color

The Hue angle (ho) values of the flesh color determined during the storage period in the ‘Hayward’ kiwi variety, stored in the cold under MAP conditions after applying different post-harvest applications, are given in Figure 4. According to the results, shown in Figure 4., it has been observed that the values of Hue angle (ho) of kiwi fruit decreased from the beginning during its 120-day storage period.

It has been determined that the effects of different storage periods on ho values of the ‘Hayward’ kiwi variety were found statistically significant ($p \leq 0.05$). In the fruit, stored in the control group, ho value which was 113.73o at the beginning of the storage period, decreased to 99.50o at the end of the 120 days. Because, a continuous decrease in ho values was observed throughout the duration of 120-day storage period.

It was observed that the highest ho values were recorded in MAP 4 and MAP 3 applications as 103.16o and 102.50o, respectively when the effects of different post-harvest applications on ho values in “Hayward” kiwi variety are examined. These applications were followed by MAP 2 with a value of 100.96o, MAP 1 with a value of 100.10o, and MAP Control (C) with a value of 99.96o. These applications belong to the same statistical class. The effects of different post-harvest applications on ho values of the ‘Hayward’ kiwi variety were found to be statistically significant (Figure 4.).

According to the results of this study, it was concluded that the MAP applications on ‘Hayward’ kiwi variety preserved the flesh color (ho value) better than that of the control group. In a study examining the quality characteristics of ‘Sungold’ kiwi fruit variety after storage, it was observed that the flesh color (ho value) decreased with increasing storage time (Sakaldaş ve Gündoğdu, 2020).

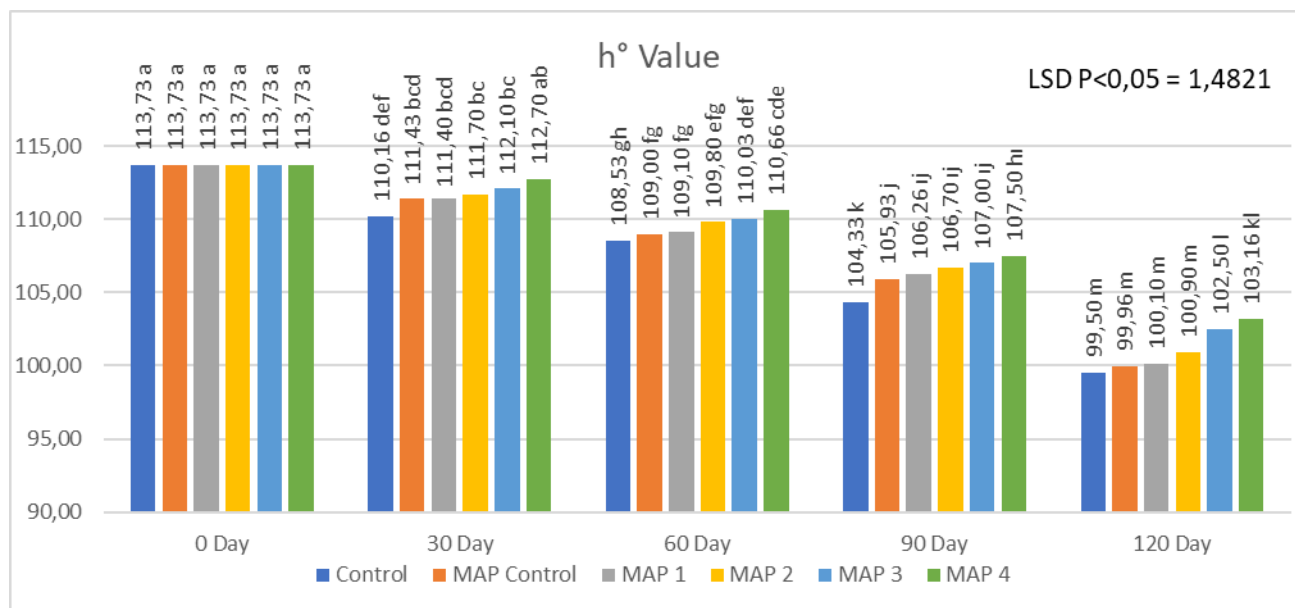


Figure 4. Effects of storage applications on ho value of fruit in Hayward kiwi variety (%)

Variations in the flesh color of kiwi fruit during storage are generally related to the ripening process and storage conditions. The flesh color of kiwi fruit can generally change from green to yellow, then orange and finally orange-brown tones during the ripening process. These color variations are usually associated with the maturation of carotenoid pigments naturally found within the fruit additionally oxidation may also be effective in variations in the color of the kiwi fruit flesh.

pH Values

The pH values, determined in cold-stored ‘Hayward’ kiwi varieties during the storage period are presented in Figure 5. During the examination of the variations in pH levels of fruit of the ‘Hayward’ kiwi variety stored under different MAP conditions, it was determined that a regular increase was observed throughout the storage period. These variations were found to be statistically significant ($p \leq 0.05$). The pH value of fruit in the control group, which was 3.41 at the beginning of the storage period, but it increased to 4.62 at the end of the storage period (Figure 5).

It was seen that the highest pH value has been recorded as 3.75 in the MAP 4 application when the effect of different post-harvest applications on pH values was examined. According to the other applications, it was determined that the MAP 3 application was noted as 3.79, MAP 2 application was recorded as 4.10, MAP 1 application was observed as 4.33, and MAP Control (C) application was reported as 4.20. Moreover, it has been determined that these applications belong to different statistical classes (Figure 5).

According to the results of a previous study, it has been observed that in many fruit the amount of acid decreases towards maturity, while the amount of pH increases (Galeta and Himelrick, 1990).

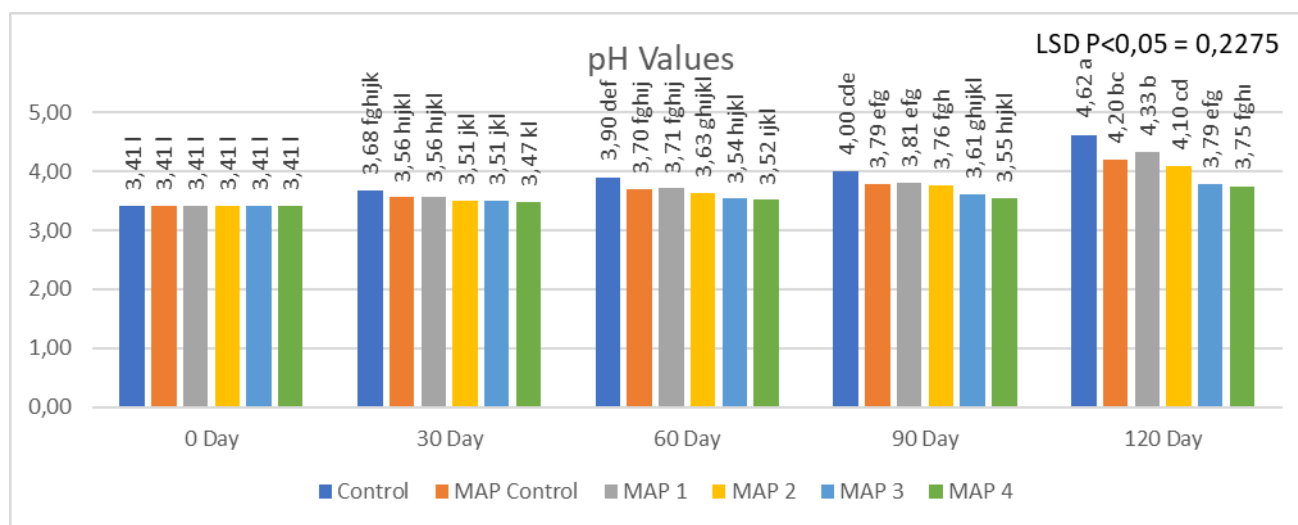


Figure 5. Effects of different storage applications on pH values in Hayward kiwi variety

The pH values of kiwi during storage may vary depending on various factors. Oxidative reactions may occur as a result of kiwi when come in contact with oxygen during storage. As a result of these reactions, acidity may increase while pH value decrease.

Acidity may increase and pH value decrease as a result of the fermentation of naturally occurring sugars during the storage period of kiwi fruit.

The level of acidity may increase or decrease as a result of the activity of microorganisms during the storage of kiwi, this situation may also affect the pH values. Temperature, humidity and light like abiotic factors, at which the kiwi is stored, may also affect the pH values. Particularly, high levels of temperature and humidity may help to increase the activity of microorganisms and may also vary the pH values (Şen et al., 2022).

Vitamin C Content (mg 100 g⁻¹)

The amounts of vitamin C detected during the storage period in “Hayward” kiwi variety with different post-harvest applications are shown in Figure 6.

Some continuous decreases were observed throughout the storage period when the variations in the amounts of vitamin C in fruit stored under different MAP conditions after harvest in the fruit of ‘Hayward’ kiwi variety were examined. These decreases were found to be statistically significant ($p \leq 0.05$). Kiwi fruit, in the control group, started with a Vitamin C content of 154.63 mg.100g⁻¹ at the beginning of storage, however, this amount was decreased to 81.26 mg.100g⁻¹ at the end of the storage period.

When the effects of different applications on the amounts of vitamin C were examined, the highest value was determined in MAP 4 application with 100.36 mg 100g⁻¹ followed by MAP 3 and MAP 2 applications with Vitamin C content as 90.23 mg 100g⁻¹ and 88.70 mg 100g⁻¹, respectively, and the above-mentioned MAP applications belonged to the same statistical class. In case of other applications, it was observed that the MAP 1 application was recorded as 87.66 mg 100 g⁻¹, while MAP Control (C) application was noted as 83.33 mg 100 g⁻¹, and it has also been observed that the MAP applications belong to the same statistical class (Figure 6).

The decrease in the amount of vitamin C could be considered as an indicator of the use of ascorbic acid in metabolism during the progressive ripening process of the fruit (Kök, 2006). Similarly, it is stated in another study that the amount of vitamin C in kiwi fruit decreases during the ripening period (Namdar, 2005).

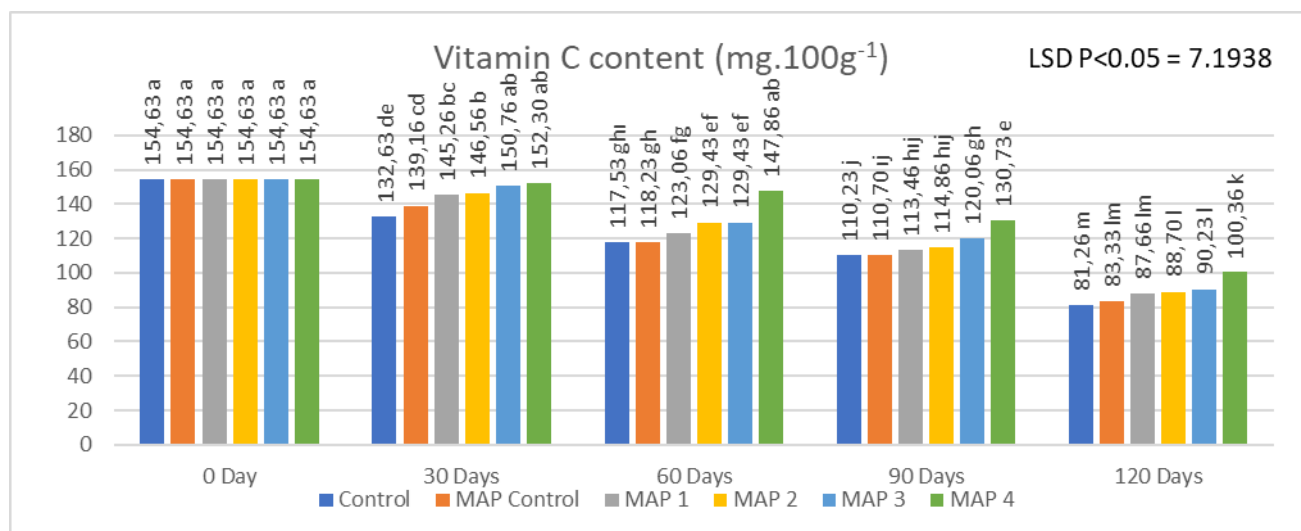


Figure 6. Effects of different storage applications on vitamin C content in Hayward kiwi variety

Fungal Rot Ratios (%)

Fungal rot, which occurs in fruit warehouses during storage, is one of the crucial problems that could cause commercial losses and shortening of the shelf life of fruit. Therefore, it is important to minimize fruit losses by controlling the fungal rot during storage applications.

In a study, conducted on ‘Hayward’ kiwi variety, the fruit loss rates resulting from fungal rot diseases determined through observation during 120 days of storage are presented in Figure 9. In the control group, fruit showing fungal rot disease, were observed in each storage period. Fruit decaying rates increased particularly, after the 60th day, while the decaying rates showed the highest value on the 90th day.

It has been observed that the less decaying was found in the MAP Control (C) application as compared to the control group. In the MAP 4 application, no rotten kiwi fruit was found in the first 60 days of storage, however, 0.5% decaying was observed on the 90th day and 1% on the 120th day. In case of the MAP 3 application, no fruit decaying was observed during the first 30 days, but the fruit decaying rates of 1% on the 60th day, 1.5% on the 90th day while 1% on the 120th day were observed. Lower fruit decaying rates were determined in MAP Control (C), MAP 1 and MAP 2 applications as compared to the control group.

According to the results of this study, it was concluded that SiegaFresh Finish and essential oil-containing MAP applications to “Hayward” kiwi varieties were effective in reducing fruit losses caused by the fungal rot disease that occurred during the fruit storage (Shaymaa et al., 2016; Thanassopoulos and Laidou, 1997; Gutiérrez-Pozo et al., 2023; Combrinck et al. 2011).

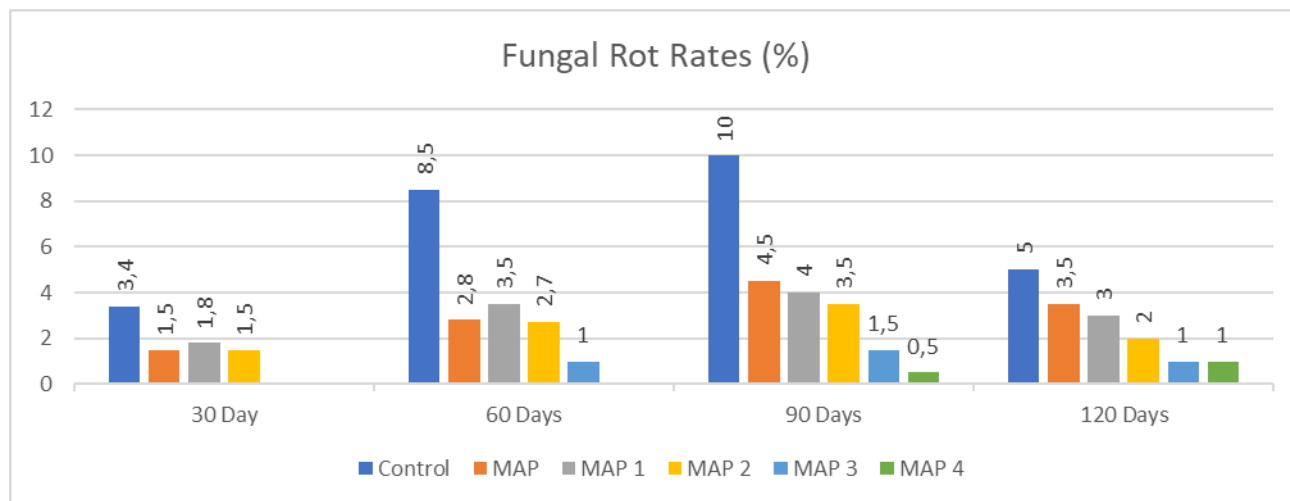


Figure 7. Rates of fungal rot disease in “Hayward” kiwi varieties after storage periods

Conclusion

According to the results of this study, quality losses occurred as the storage period increased in all applications, however, it has been observed that these quality losses are better preserved with the MAP applications. Furthermore, it was determined that the MAP applications, applied in ‘Hayward’ kiwi variety, had a significant effect especially on weight loss and FFF parameters. Significant differences were observed between MAP applications containing essential oil and MAP C applications aimed to examine their effects. For this reason, it has been observed that all MAP applications provided positive results in terms of quality criteria. Minimizing fruit loss is one of the primary objectives in storage. The important obtained results are that the SiegaFresh Finish application causes almost no fruit loss, and that applications containing essential oils, minimize the fruit loss. Among the essential oils, the mixture of bitter almond+thyme oils provided satisfactory results. Afterwards, the order could be made as bitter almond oil, and finally, the thyme oil.

In conclusion, the ‘Hayward’ kiwi variety could be stored successfully for up to 120 days with MAP applications. Additionally, SiegaFresh Finish application reduces the post-harvest losses, and it is also concluded that this application can be used effectively to maintain the quality of kiwi fruit. On the other hand, the transfer of the intense aromatic scents of bitter almond and common thyme oils to the kiwi fruit has changed the natural flavor profile of the fruit. Moreover, it was also concluded that these essential oils affect the quality of commercial products by creating a combination of undesirable taste and odor.

Additional Information and Declarations

Authors’ Contributions: Both authors have contributed equally to the article. All authors read and approved the final manuscript.

Conflict of Interests: The authors of the article declare that they do not have any conflict of interest.

Copyright: 2024 Erdurmuş and Kuzucu



This work is licensed under a Creative Commons Attribution CC-BY 4.0 International License.

References

- Alkın, G., Şeker, M., Kaynaş, K. 2022. Geçici ve İhracata Yönelik Şeftali Çeşitlerinde Uçucu Yağ Emdirilmiş MAP Uygulamalarının Depolama Kalitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale.
- Antunes, M. D., Cavaco, A. M. 2010. The use of essential oils for postharvest decay control: A review. *Flavour and Fragrance Journal*, 25(5): 291-312.
- Arslan, U. 1998. Doğu Karadeniz Bölgesinde Kivi Yetiştiriciliğinin Araştırılması ve Kivi Fidan Üretimi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Barboni, T., Cocci, E., Battistelli, A., Mercuri, A. 2010. Postharvest ozone treatment of kiwifruit: Effects on storage quality and phytochemical characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(4): 622-628.
- Combrinck, S., Regnier, T., Kamatou, G. P. 2011. In vitro activity of eighteen essential oils and some major components against common postharvest fungal pathogens of fruit. *Industrial Crops and Products*, 33(2): 344-349.
- Daferera, D. J., Ziogas, B. N., Polissiou, M. G. 2003. GC-MS analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(11): 3176-3182.
- Feliziani, E., Romanazzi, G., Smilanick, J. L. 2014a. Postharvest ozone treatments for the control of table grape diseases. *Postharvest Biology and Technology*, 89: 11-19.
- Feliziani, E., Romanazzi, G., Smilanick, J. L., Droby, S., Lichter, A., Gabler, F. M. 2014b. Recent advances in the use of biocontrol agents for postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 90: 1-7.
- Gutiérrez-Pozo, M., Serna-Escolano, V., Giménez-Berenguer, M., Giménez, M. J., Zapata, P. J. 2023. The Preharvest Application of Essential Oils (Carvacrol, Eugenol, and Thymol) Reduces Fungal Decay in Lemons. *Agriculture*, 13(7): 1437.
- Kader, A. A. 1988. Mode of action of oxygen and carbon dioxide on postharvest physiology of Bartlett pears. In *International Symposium on Postharvest Handling of Fruit and Vegetables*, 258, 161-168.
- Kaynaş, K. 2017. Bahçe Ürünlerinin Biyokimyasal Yapısı. In: Türk, R. ve ark., *Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması*, (1, s.37-60). Somtaç Yayınları: Antalya.
- Korkmaz, M. 2020. Giresun'un Farklı İlçelerinde Yetiştirilen 'Haywrad' Kivi Çeşidinde Kalite Özelliklerinin Muhafaza Süresince Değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Koyuncu, M. A., Islam, A., Küçük, M. 2005. Fat and fatty acid composition of hazelnut kernels in vacuum packages during storage. *Grasas y Aceites*, 56(4): 263-266.
- Kök, E. B. D. 2006. Kivide (*Actinidia deliciosa*) Farklı Dozda Karpit Uygulamalarının Bazı Meyve Kalite Kriterlerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3: 213-219. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jotaf/issue/19057/201556>
- McGuire, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12): 1254-1255.
- Namdar, S. 2005. Samsun Ekoloji Koşullarında Yetiştirilen Hayward Kivi Çeşidinin Soğukta Muhafazasında Farklı Ambalaj Tiplerinin Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Enstitüsü, Samsun.
- Nikos G, T., Katerina, T., Costas D, E. 2011. Effect of origanum oil and vinegar on the maintenance of postharvest quality of tomato. *Food and Nutrition Sciences*, 2011.
- Pearson, D. 1970. Analyses determination of L-ascorbic acid. *International federation of fruit juice producers*. No:17.
- Sakaldaş, M., Gündoğdu, M. A. 2020. Sungold' Kivi Çeşidinin Kalite Özellikleri Üzerine Modifiye Atmosfer Paketlemenin Etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(2): 186-193.
- Serrano, M., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Valero, D. 2005. The use of natural antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage. *Innovative food science & emerging technologies*, 6(1): 115-123.
- Servili, M., Esposto, S., Taticchi, A., Urbani, S., Selvaggini, R., Montedoro, G. F., Serravalle, M. 2017. Evaluation of phenolic compounds in virgin olive oil by direct injection in high performance liquid chromatography with fluorometric detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(8): 2589-2595.
- Shaymaa M. Raafat, M.I. Abou-Zaid, M.R. Tohamy, H.E. Arisha 2016. Impact of some plant essential oil treatments on controlling cherry tomatoes spoilage, improvement of shelf life and Quality attributes during storage. *Zagazig J. Agric. Res.*, Vol. 43 No. (3).
- Sivakumar, D., Bautista-Baños, S., Gómez-López, V. M. 2014. A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. *Crop Protection*, 64: 27-37.
- Snowdon, A. L. 1990. A color atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables: Volume 1: General Introduction and Fruits. CRC Press.

- Şen, F., Akın, M. A., Aktürk, C., Kıyı, H. 2022. Farklı Hasat Sonrası Bazı Uygulamaların Organik Yetiştirilen Nar Meyvelerinin Depolanabilirliğine Etkilerinin Araştırılması. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 15(1): 19–29. <https://bibad.gen.tr/index.php/bibad/article/view/425>
- Thanassouloupoulos, C. C., Yanna, L. 1995. On the biological control of *Botrytis cinerea* on Kiwifruit Cv" Hayward" during storage. In III International Symposium on Kiwifruit 444, 757-764 pp.
- Tripathi, P., Dubey, N. K., Shukla, A. K. 2008. Use of some essential oils as postharvest botanical fungicides in the management of grey mould of grapes caused by *Botrytis cinerea*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24(1): 39-46.
- Zagory, D., Kader, A.A. 1988. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28(1): 1-30.
- Ziedan, E.H., Farrag, E.S. 2008. Postharvest application of essential oils for extending the shelf life of fresh fruits. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(4): 747-758.

Near Future Economic Effects of Ezine Food Specialized Organized Industrial on Çanakkale Region

Şehnaz Özatay¹ , Çağlar Kaya² 

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Ezine Vocational School, Department of Food Processing, Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Çanakkale, Türkiye

Article History

Received: 03/04/2024

Accepted: 04/06/2024

Published: 13/06/2024

Review Article

Abstract: Food specialized organized industrial zone is an industrial zone specifically designed and equipped to cater to businesses operating in the food sector. These zones are established in Turkey to meet the needs of businesses engaged in activities such as food production, processing, packaging, storage, and distribution. The economic impacts of food specialized organized industrial zones are being widely assessed. These zones contribute to economic development by increasing employment opportunities and facilitating job placement for the local population. Furthermore, they encourage technological advancements, support R&D activities, and enhance productivity within the sector. By focusing on export-oriented production, these zones boost foreign trade volumes and add value to the national economy. This study aims to analyze and evaluate the potential future economic effects of the Ezine food specialized organized industrial zone in Çanakkale region. This review paper examines the current status and development plans of the industrial zone, identifies the key economic sectors that will be impacted, and explores the potential benefits and challenges that may arise as a result. The findings contribute to a comprehensive understanding of the future economic landscape of the region and provide insights for policymakers, investors, and local communities.

Keywords: Çanakkale, Ezine, food specialized organized industry, economy

Ezine Gıda İhtisas Organize Sanayisinin Çanakkale Bölgesine Yakın Gelecekteki Ekonomik Etkileri

Öz: Gıda ihtisas organize sanayi bölgesi, özellikle gıda sektöründe faaliyet gösteren işletmelere yönelik olarak tasarlanmış ve donatılmış sanayi bölgelerindedir. Bu bölgeler, Türkiye'de gıda üretimi, işleme, paketlenme, depolama ve dağıtım gibi faaliyetlerle uğraşan işletmelerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kurulmuştur. Gıda İhtisas Organize Sanayi Bölgelerinin ekonomiye etkileri geniş çapta değerlendirilmektedir. Bu bölgeler, yerel halkın istihdam olanaklarını artırarak ekonomik kalkınmaya katkı sağlamaktadır. Ayrıca, teknolojik ilerlemeleri teşvik etmekte, Ar-Ge faaliyetlerini desteklemekte ve sektör içinde verimliliği artırmaktadır. İhracata odaklanarak üretim yapan bu bölgeler, dış ticaret hacmini artırmakta ve ulusal ekonomiye katma değer sağlamaktadır. Bu çalışma, Ezine Gıda İhtisas Organize Sanayi Bölgesi'nin Çanakkale bölgesi üzerindeki potansiyel gelecekteki ekonomik etkilerini analiz etmeyi ve değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Araştırma, sanayi bölgesinin mevcut durumunu ve gelişim planlarını inceleyerek, etkilenecek ana ekonomik sektörleri belirlemeyi ve ortaya çıkabilecek potansiyel faydaların ve zorlukların keşfedilmesini amaçlamaktadır. Bu araştırma bulguları, bölgenin gelecekteki ekonomik manzarası hakkında kapsamlı bir anlayış sağlamak ve politika yapıcılar, yatırımcılar ve yerel topluluklar için önemli içgörüler sunmaktadır.

Makale Geçmişi

Geliş: 03/04/2024

Kabul: 04/06/2024

Yayınlama: 13/06/2024

Derleme Makalesi

Anahtar Kelimeler: Çanakkale, Ezine, gıda ihtisas organize sanayi, ekonomi

¹Correspondence (Sorumlu yazar): sehnazozatay@comu.edu.tr

Citation (Alıntı): Özatay, Ş., Kaya, Ç. 2024. Near future economic effects of Ezine food specialized organized industrial on the Çanakkale Region. Journal of Science-Technology-Innovation Ecosystem, 5(1): 37-44.



Introduction

The establishment of Organized Industrial Zones (OIZs) in Turkey commenced in the 1960s. During this period, the industrial sector was regarded as the "locomotive" sector, and long-term goals were set, including the establishment of economic balance, the pursuit of social and economic development in unison, the achievement of a certain growth rate, and the prioritization of industrialization. In accordance with these objectives, the establishment of the OIZ in Bursa in 1962 marked the inception of OIZ practices, which constituted one of the numerous incentive measures implemented with the intention of fostering industrial growth within the country. During this period, the Bursa OIZ was realized with the assistance of a loan received from the World Bank. (OSBUK, 2007). The organized industrial zone application in Turkey is relatively novel in comparison to its counterparts elsewhere. According to the Organized Industrial Zones Supreme Council (OSBÜK), as of 2022, there were 375 organized industrial zones in operation in Turkey, with varying degrees of development and under the supervision of different ministries (OSBÜK, 2022). Subsequently, a fund was established within the Ministry of Industry and Trade, with resources transferred from the state budget to the fund. These OIZs were then loaned from the fund and construction commenced. The establishment of OIZs was carried out in accordance with the targets set out in the 5-year development plans at the time. Following the decision of the Council of Ministers to establish an OIZ, 99% of the infrastructure investments of OIZs were financed by the aforementioned fund. The remaining 1% was covered by the chambers of commerce and industry/chambers of industry or chambers of commerce and local governments that established the OIZ (Çetin, 2015).

The establishment of organized industrial zones represents a significant step in the implementation of both regular environmental policies and robust industrialization strategies. Organized industrial zones facilitate the establishment of collective motivation and mutual trust between companies. OSBs not only enhance the quality of production, but also improve the efficiency of the materials used. The concentration of businesses in specific regions has the potential to contribute to increased production and the creation of synergies (Saikku, 2006). Concurrently, it offers the possibility of maintaining a state of constant readiness to address potential threats to the security of these regions, such as fire or natural disaster. Furthermore, OIZs contribute to the positive development of the regional economic structures. Furthermore, they contribute to the development of the social structure. OIZs present an opportunity to enhance employment prospects and facilitate regular vocational training (Saif, 2006).

Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone is located 2 km from Ezine on the Çanakkale - Izmir highway, within the boundaries of Çınarköy and Balıklı Villages, covering an area of 1.360,000 m². It was established in 2016 under the leadership of Çanakkale Governorship, with the participation of Çanakkale Provincial Administration, Ezine Municipality, and Çanakkale Chamber of Commerce and Industry, under the registration number 326 of the Ministry of Science, Industry, and Technology (Bulut, 2013). The Industrial Zone comprises 91 industrial parcels of various sizes. The map of the Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone is presented in Figure 1. Situated strategically close to domestic and international markets, ports, and airports, Ezine Food Specialized OSB is 316 km from Istanbul and Izmir, 45 km from Çanakkale Airport, and 50 km from Çanakkale Port, enabling product shipments to global markets (Gürdal, 1997; Anonymous, 2022).

This study elucidates the role of industrial zones in directing economic development, attracting investments and creating employment opportunities. Furthermore, the rationale behind investigating the future economic impacts of the industrial zone and its potential implications for the Çanakkale region is discussed. The objective is to analyse and evaluate the potential future economic impacts of Ezine Food Specialized Organized Industry in Çanakkale region. The study aims to examine the current status of the industrial area and its development plans,

identify the key economic sectors that will be affected, and investigate the potential benefits and challenges that may arise.

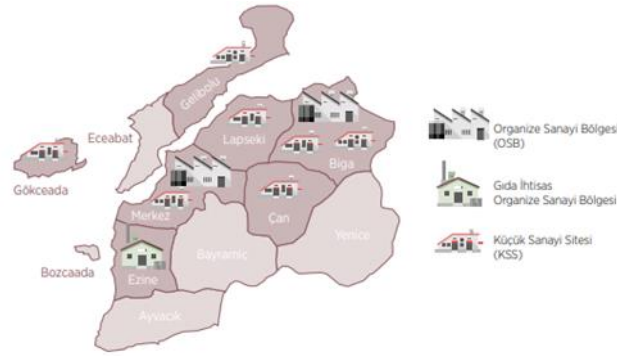


Figure 1. Location of Ezine food specialized organized industrial zone on the map.

Overview of Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone

The Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone was established as a designated industrial zone in the Çanakkale region. Its establishment was driven by the goal of promoting the growth and development of the food industry in the area. The industrial zone aims to attract food-related businesses and provide them with a favorable environment for operations, including specialized infrastructure, support services, and a collaborative business ecosystem (Gürtürk and Pazarcık, 2022).

Development Plans and Infrastructure: The industrial zone has undergone significant development in recent years. It has witnessed investments in infrastructure, including roads, utilities, and industrial facilities. The development plans prioritize the creation of a modern and efficient industrial environment, fostering innovation, productivity, and competitiveness. The infrastructure improvements aim to attract both domestic and international investors, encouraging them to establish or expand their operations within the industrial zone (Vidova, 2010).

Industries and Sectors in the Industrial Zone: Ezine Food Specialized Organized Industrial is focused on the food industry and encompasses a wide range of sectors within this domain. It provides opportunities for food processing, packaging, storage, distribution, and other related activities. The industrial zone aims to accommodate various sub-sectors, including dairy products, meat processing, confectionery, fruit and vegetable processing, and more. By promoting diversification and specialization within the food industry, the industrial zone aims to create a robust and sustainable economic ecosystem. Understanding the establishment, purpose, development plans, and industries within the Ezine Food Specialized Organized Industrial provides a comprehensive overview of the industrial zone. This information forms the basis for analyzing the potential economic effects and opportunities that the industrial zone can bring to the Çanakkale region (Kelkit, 2011).

Current Economic Landscape of Çanakkale Region

Key Economic Sectors: The Çanakkale region is characterized by a diverse economic landscape encompassing various sectors. The region's economy is driven by several key sectors, including tourism, agriculture, manufacturing, and services. Tourism plays a significant role in the region, attracting both domestic and international visitors to its historical and natural attractions, such as the ancient city of Troy and the Gallipoli Peninsula. Agriculture is another vital sector, with the region known for its olive oil production, vineyards, and other agricultural products. Manufacturing activities range from food processing and textile production to automotive and chemical industries. The services sector, including trade, transportation, and hospitality, also contributes to the region's economic growth (Merçan and Uzulmez, 2014).

Employment and Labor Market: Employment opportunities in Çanakkale region are closely tied to the key economic sectors. The tourism sector is a significant source of employment, particularly during the peak tourist seasons. The agricultural sector provides jobs for a significant portion of the population, especially in rural areas. Manufacturing activities also contribute to employment generation, while the services sector offers job

opportunities in various fields, such as retail, transportation, and hospitality. The labor market in the region is influenced by factors such as seasonal fluctuations, skill requirements, and workforce demographics (Genç et al., 2014).

Infrastructure and Transportation Infrastructure: Development plays a crucial role in supporting economic activities in the Çanakkale region. The region benefits from well-developed transportation networks, including highways, railways, and ports. The Çanakkale Bridge will further enhance connectivity between the Asian and European sides of Turkey, offering new opportunities for trade and investment. The presence of industrial zones and organized industrial areas, including the Ezine Food Specialized Organized Industrial, provides the necessary infrastructure to support manufacturing and industrial activities (Tarı, 2022).

Understanding the current economic landscape of the Çanakkale region, including its key sectors, employment opportunities, and infrastructure, provides a baseline for assessing the potential economic effects of the Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone. This analysis helps identify the areas where the industrial zone can have a significant impact and how it can contribute to the region's overall economic growth and development (İlgar, 2011).

Potential Economic Effects of Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone

The establishment and growth of the Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone have the potential to generate significant employment opportunities in the Çanakkale region. The industrial zone can attract food-related businesses, leading to the creation of direct and indirect jobs in various sectors, including manufacturing, logistics, maintenance, and support services. The influx of new businesses and investments can provide employment options for both skilled and unskilled labor, contributing to the reduction of unemployment rates and improving the livelihoods of local communities (Anonymous, 2019).

The presence of the Ezine Food Specialized Organized Industrial can stimulate business and investment opportunities in the Çanakkale region. The industrial zone can attract domestic and international investors interested in the food industry, creating a favorable environment for entrepreneurial activities and fostering innovation. The establishment of new businesses within the industrial zone can lead to synergistic effects, encouraging the growth of local supply chains, creating business networks, and promoting collaboration among industry players. These opportunities can contribute to the economic diversification and resilience of the region.

The Ezine Food Specialized Organized Industrial can facilitate the development of local supply chains in the Çanakkale region. The presence of food-related businesses within the industrial zone can create demand for raw materials, agricultural products, and services from local suppliers. This can lead to the integration of local farmers, producers, and suppliers into the industrial value chain, providing them with stable markets and enhancing their economic viability. The development of a robust local supply chain can contribute to the growth and sustainability of both the industrial zone and the broader regional economy.

The industrial zone's focus on the food industry can contribute to the economic diversification of the Çanakkale region. Traditionally, the region has relied on sectors such as tourism and agriculture. The establishment of the Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone introduces a new economic sector, creating opportunities for expansion and development beyond the region's traditional strengths. Economic diversification can enhance the resilience of the regional economy, reducing its vulnerability to external shocks and creating a more balanced and sustainable economic base.

The establishment of the Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone can drive infrastructure and service upgrades in the Çanakkale region. The industrial zone's development plans may involve improvements to transportation networks, utilities, and other infrastructure elements. These upgrades can benefit not only the businesses within the industrial zone but also the broader community. Enhanced infrastructure and services can attract further investments, improve the overall business environment, and contribute to the region's economic competitiveness.

The potential economic effects of the Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone in terms of employment generation, business and investment opportunities, local supply chain development, economic diversification, and infrastructure upgrades have the potential to positively impact the Çanakkale region. However, it is important to consider and address any challenges and risks that may arise from the industrial zone's

establishment to ensure sustainable and inclusive economic growth.

Challenges and Risks

The establishment and operation of the Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone may pose environmental challenges and risks. Increased industrial activities can lead to pollution, waste generation, and potential harm to natural resources, including water and air quality. It is essential to implement robust environmental management practices, such as proper waste management, emissions control, and sustainable resource use, to minimize the negative environmental impact and ensure the long-term sustainability of the region.

While the industrial zone can bring economic benefits, there is a risk of exacerbating socioeconomic disparities within the Çanakkale region. The concentration of economic activities in specific areas, such as the industrial zone, may lead to unequal distribution of wealth and resources. It is crucial to implement inclusive policies and programs that promote equitable access to employment, training, and business opportunities for all segments of society. This can help mitigate potential social inequalities and foster inclusive economic growth (Karadeniz and Yılmaz, 2021).

The successful operation of the Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone relies on a skilled and qualified workforce. However, there may be challenges in aligning the skills and training of the local workforce with the needs of the industrial zone. Skill gaps and mismatches can hinder employment opportunities and limit the potential economic benefits. It is crucial to invest in vocational training programs, education, and skills development initiatives that cater to the specific needs of the food industry. This can enhance the employability of local residents and support sustainable economic growth.

The establishment of the industrial zone may require significant land use and urban planning considerations. The expansion of industrial activities must be carefully managed to minimize conflicts with other land uses, such as agriculture, residential areas, and natural habitats. Effective urban planning and land use policies can ensure the compatibility of different sectors, optimize land utilization, and mitigate potential land-related challenges. Balancing industrial development with environmental conservation and urban quality of life is essential for the long-term prosperity of the region (Ceyhan and Tulu, 2020).

The province of Çanakkale is subject to strong winds throughout the majority of the year. It is therefore imperative to consider the prevailing wind directions when selecting locations for industrial facilities planned for development throughout the province. The location of the Organized Industrial Zone (OIZ), which is currently under construction in the city centre, affords a view of the city centre and is aligned with the prevailing wind direction. Consequently, it is imperative that immediate action be taken to mitigate potential issues such as air and visual pollution that may arise from the Organized Industrial Zone in the future. In order to achieve this, it is necessary to install the requisite treatment systems in the facilities that are to be established, and to create a buffer zone by means of intensive planting works in the wide and rugged area between the OIZ and the city centre (Kelkit, 2003).

Addressing the challenges and risks associated with the establishment of the Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone is crucial for sustainable economic development in the Çanakkale region. By implementing appropriate environmental management practices, promoting socioeconomic inclusivity, investing in workforce skills and training, and adopting effective land use and urban planning strategies, the potential negative impacts can be minimized, and the benefits can be maximized. This requires proactive collaboration among policymakers, industry stakeholders, and local communities to ensure a balanced and responsible approach to the industrial zone's operation. Furthermore, it is recommended that owners of industrial facilities be informed about environmental issues through a variety of educational forums, including seminars, panels, and symposia. It is also important to foster a greater environmental awareness among these individuals (Esenlikci, 2023).

Policy Implications and Recommendations

Policy initiatives should be implemented to support the participation of Small and Medium Enterprises (SMEs) in the Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone. This can be achieved through providing financial incentives, access to credit, and technical assistance to SMEs interested in establishing their businesses

within the industrial zone. Supporting SMEs can foster entrepreneurship, promote local economic development, and contribute to job creation. Additionally, encouraging collaboration between larger companies and SMEs can facilitate knowledge transfer, technology adoption, and innovation within the food industry (Gül et al., 2010).

To maximize the benefits of the industrial zone, policymakers should focus on enhancing skills and education in the Çanakkale region. This can be achieved through partnerships between educational institutions and industry stakeholders to develop industry-relevant training programs and curriculum. Skill development initiatives should prioritize the specific needs of the food industry, including technical skills, innovation, quality control, and entrepreneurship. By equipping the local workforce with the necessary skills, the industrial zone can attract investments, enhance productivity, and create sustainable employment opportunities (Mercan and Yıldız, 2014).

Policies and regulations should prioritize sustainable and inclusive development in the Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone and the surrounding region. This includes implementing strict environmental standards, promoting resource efficiency, and encouraging the adoption of sustainable practices by businesses operating within the industrial zone. Inclusivity should be ensured by fostering equal access to employment, training, and business opportunities for all segments of society, including women, youth, and disadvantaged groups. Policies should also encourage social responsibility and corporate citizenship among industrial zone occupants, promoting community engagement and social impact initiatives (Çağlar, 2006).

To harness the full potential of the industrial zone, policymakers should promote collaboration and partnerships among various stakeholders. This includes fostering collaboration between the public and private sectors, industry associations, research institutions, and local communities. Collaborative initiatives can facilitate knowledge sharing, technology transfer, and innovation. Public-private partnerships can be formed to develop infrastructure, provide supportive services, and implement sustainable development projects. Such collaborations can enhance the competitiveness and attractiveness of the industrial zone, driving economic growth and benefiting the wider region (Çağlar and Kurtal, 2011).

Monitoring and evaluation of the industrial zone's economic effects, social impacts, and environmental performance are essential. Policymakers should establish mechanisms to collect and analyze data on key indicators, such as employment rates, investment flows, environmental indicators, and social well-being. This information can guide evidence-based decision-making, identify areas for improvement, and ensure that policies and interventions are effectively addressing the goals and challenges associated with the industrial zone. Regular evaluations can help policymakers adapt policies, adjust strategies, and ensure the long-term sustainability of the industrial zone and its economic benefits (Karadeniz and Yılmaz, 2021).

By implementing these policy implications and recommendations, policymakers can promote sustainable economic development, foster inclusive growth, and mitigate potential challenges associated with the Ezine Food Specialized Organized Industrial. These measures can maximize the positive impacts of the industrial zone on the Çanakkale region, create a favorable business environment, and contribute to the long-term prosperity of the local economy and communities.

Conclusion

Given that macroeconomic stability, which represents the most significant challenge for Turkey, has been achieved for an extended period, it is evident that this situation will have a positive impact on the development of OIZs. In addition to energy costs, the high employment taxes and the overall tax burden in Turkey continue to contribute to the elevated level of production costs, which in turn impairs the competitiveness of companies. These developments demonstrate that the state continues to play a pivotal role in the development of OIZs. The combination of effective OIZ management with the strengthening of cooperation-oriented relations between companies and the measures taken by the state will result in the formation of a strong synergy, enabling OIZs to grow in a healthier and more effective manner.

The Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone holds significant potential for the economic development of the Çanakkale region. The establishment of this specialized industrial zone focused on the food industry can bring about various economic effects and opportunities. It can generate employment, attract investments, stimulate business growth, and contribute to the diversification of the region's economy. The

industrial zone has the potential to foster the development of local supply chains, enhance infrastructure, and create a collaborative business ecosystem.

However, it is crucial to address the challenges and risks associated with the establishment of the industrial zone. Environmental impacts need to be carefully managed, and sustainable practices must be adopted to minimize pollution and preserve natural resources. Socioeconomic disparities should be addressed through inclusive policies that ensure equitable access to employment, training, and business opportunities for all segments of society. Skill development and education initiatives should be prioritized to align the local workforce with the needs of the food industry. Land use and urban planning should be carefully managed to optimize space and mitigate potential conflicts with other sectors.

To maximize the benefits of the industrial zone, policymakers should support SMEs, enhance skills and education, promote sustainable and inclusive development, foster collaboration and partnerships, and establish monitoring and evaluation mechanisms. These policy implications and recommendations can create an enabling environment for the industrial zone to thrive and contribute to the long-term economic growth and development of the Çanakkale region.

In conclusion, the Ezine Food Specialized Organized Industrial Zone presents a promising opportunity for economic advancement in the Çanakkale region. With the right policies, strategies, and collaborative efforts, the industrial zone can stimulate employment, attract investments, foster innovation, and contribute to the sustainable development of the local economy. By addressing challenges, promoting inclusive growth, and embracing sustainable practices, the industrial zone can serve as a catalyst for positive change, benefiting both the industrial sector and the broader community.

Additional Information and Declarations

Authors' Contributions: All authors have contributed equally to this review article.

Conflict of Interests: The authors of this review article declare that they do not have any conflict of interest.

Copyright: 2024 Özatay and Kaya





This work is licensed under a Creative Commons Attribution CC-BY 4.0 International License.

References

- Anonymous. 2019. Republic of Turkey Ministry of Industry and Technology. Organized Industrial Zones in Turkey. Retrieved from <https://www.sanayi.gov.tr/en/investment-areas/industrial-zones/organized-industrial-zones-in-turkey>
- Anonymous. 2022. Republic of Turkey Ministry of Industry and Technology. Industrial zone legislation. Retrieved from <https://www.sanayi.gov.tr/en/investment-areas/industrial-zones/industrial-zone-legislation>
- Bulut, A. 2013. Coğrafi işaretler ve kırsal kalkınma: Ezine peyniri örneği (Master thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Ceyhan, M. S., Tulu, M. 2020. Bartın Merkez I. Organize Sanayi Bölgesi üzerine swot analizi. *Yönetim Ekonomi Edebiyat İslami ve Politik Bilimler Dergisi*, 5(1): 75-89.
- Çağlar, E. 2006. Türkiye’de yerleşme ve rekabet gücü: Kümelenmeye dayalı politikalar ve organize sanayi bölgeleri. *Bölgesel Kalkınma ve Yönetişim Sempozyumu Kitabı*, TEPAV Yayını, Ankara, 305, 316.
- Çağlar, E., Kurtsal, Y. 2011. Bölgesel sanayi politikası aracı olarak özel ekonomik bölgeler: Türkiye’de organize sanayi bölgelerinin etkileri ve yetkileri. 5. Bölgesel Kalkınma ve Yönetişim Sempozyumu" *Sanayi Politikasının Yönetişimi*" 27-28 Ocak 2011 Bildiri Kitabı, 187-201.
- Çetin, M., Kara, M. 2015. Bir kalkınma aracı olarak "Organize Sanayi Bölgeleri": Isparta Süleyman Demirel Organize Sanayi Bölgesi üzerine bir araştırma. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (31): 49-68.
- Esenlikci, A. C. 2023. Türkiye’de Organize Sanayi Bölgelerinin Yeşil Dönüşümü: Yeşil Organize Sanayi Bölgesi Projesi. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 13(1): 337-357. <https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1212711>
- Genç, K., Atay, L., Eryaman, M. 2014. Sürdürülebilir destinasyon yaratma sürecinde örgütlenmenin önemi: Çanakkale turizmi üzerine bir araştırma. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 25(1): 49-61. <https://doi.org/10.17123/atad.vol25iss137185>

- Gül, H., Kandemir, T., Çakır, E. 2010. KOBİ'lerde risk ve belirsizlik beklentileri: Karaman örneği. *Journal of Social Sciences*, 12(2): 119-144.
- Gürdal, M., 1997. Çanakkale İli'nin 2000'li yıllarda Türkiye'de sürdürülebilir turizm ve kalkınma olgusu içindeki yeri ve önemi. *Yerleşim ve Çevre Sorunları: Çanakkale İli*, 9-13 Eylül 1996, İzmir.
- Gürtürk, M., Pazarcık, Y. 2022. Çanakkale-Balıkesir çıkışlı çok modlu lojistik faaliyetlerinde 1915 Çanakkale köprüsünün rolü. *Journal of Transportation and Logistics*, 7(2): 387-403.
- İlgar, R. 2011. Çanakkale ilindeki fiziki çevreye özgü sorunlarının değerlendirilmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14(21): 109-122.
- Karadeniz, V., Yılmaz, Y. 2021. Sanayi coğrafyası açısından bir inceleme: Erzincan Organize Sanayi Bölgesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(4): 1818-1852. <https://doi.org/10.53487/ataunisobil.997797>
- Kelkit, A. 2003. Environmental problems of Canakkale City and solutions. *International journal of environment and pollution*, 19(1): 66-74.
- Kelkit, A. 2011. Çanakkale ilinde sanayi ve çevre ilişkisi üzerinde bir araştırma/a research on the relation of industry and environment in Canakkale City. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2).
- Mercan, Ş. O., Üzülmöz, M. 2014. Coğrafi işaretlerin bölgesel turizm gelişimindeki önemi: Çanakkale ili örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 29(2): 67-94.
- Mercan, Ş. O., Yıldız, A. 2014. Çanakkale'nin kırsal turizm potansiyelinin belirlenmesi ve bölgesel turizm gelişimi açısından önemi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7(1): 58-61.
- OSBÜK. 2007. Türkiye'de Organize Sanayi Bölgelerinin Kuruluşu ve Gelişimi, Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kurumu, İnternet Adresi: http://www.osbuk.org/doc/OSBU_uygulamalar.doc.
- OSBÜK. 2022. Sayılarla OSB'ler, <https://osbuk.org/view/osb/osbliste.php>
- Saikkku, L. 2006. Eco-industrial parks: A background report for the eco-industrial park project at Rantasalmi. *Publications of Regional Council of Etelaä-Savo, Tampere, Finland*, 1.
- Saif, I. 2006. The socio-economic implications of the qualified industrial zones in Jordan. Amman, Jordan: Center for Strategic Studies, University of Jordan.
- Tarı Özgür, M. 2022. Çanakkale'de ekonomik büyümenin istihdam esnekliği (2010-2020). *Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi*, 3(6): 15-24.
- Vidova, J. 2010. Industrial parks-history, their present and influence on employment. *Review of Economic Perspectives*, 10(1): 41-58.

Hasat Sonrası 1-MCP Uygulaması ve Farklı Ambalaj Materyallerinin Depolama Sürecindeki Kivilerde (*Actinidia chinensis* var *deliciosa* a.chev.) Meyve Kalitesine Etkileri

Gözdem Yaman² , Fatih Cem Kuzucu¹ 

¹Bahçe Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Çanakkale, Türkiye

Öz: Araştırmada kivi (*Actinidia chinensis* var *deliciosa* a.chev.) türüne ait ‘Hayward’ çeşidinde hasat işlemi takiben yapılan farklı dozlardaki 1-MCP uygulamalarının ve muhafaza için kullanılan çeşitli ambalaj tiplerinin depolama sürecinde meyve kalite özellikleri üzerine olan performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Hasat işleminden sonra bir grup meyve 312.5 ppb, 625 ppb ve 1250 ppb olmak üzere 3 farklı 1-MCP dozu uygulanarak açıkta, diğer bir grup meyve ise ambalaj materyali uygulanarak LDPE ve PVC torbalarda 1°C ve %95 oransal nem koşullarında 2, 4, 6 ay süreler ile muhafaza edilmiştir. Depolama periyotları sonunda meyvelerde; ağırlık kaybı, duyuşal değerlendirme, meyve eti sertliği, meyve eti rengi, suda çözünür kuru madde miktarı, titre edilebilir toplam asitlik, toplam ve indirgen şeker miktarı ve fenolik bileşiklerin değişimi belirlenmiştir. PVC ve LDPE ambalaj uygulamaları incelenen kalite parametreleri açısından başarılı sonuçlar verirken 1-MCP uygulamaları arasında 625 ppb ve 1250 ppb dozlarının diğer konsantrasyonlara göre daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kivi, 1-MCP, PVC, LDPE, ambalaj, depolama.

Effects of Post-Harvest 1-MCP Application and Different Packaging Materials on Fruit Quality in Kiwis (*Actinidia chinensis* var *deliciosa* a.chev.) During Storage

Abstract: The aim of this study was to determine the performance of 1-MCP applications at different doses following the harvest process and the performance of various packaging types used for preservation on fruit quality characteristics in the ‘Hayward’ variety of kiwi (*Actinidia chinensis* var *deliciosa* a.chev.) during the storage process. After the harvesting process, one group of fruits were left in the open by applying 3 different 1-MCP doses of 312.5 ppb, 625 ppb and 1250 ppb, and the other group of fruits were stored in LDPE and PVC bags by applying packaging material for 2, 4, 6 months at 1°C and 95% relative humidity conditions. It was preserved for 6 periods. At the end of the storage periods, fruits; Weight loss, sensory evaluation, fruit flesh hardness, fruit flesh color, water-soluble dry matter content, titratable total acid content, total and reducing sugar amount and change of phenolic compounds were determined. While PVC and LDPE packaging applications gave successful results in terms of the quality parameters examined, it was determined that 625ppb and 1250 ppb doses were more effective than other concentrations among 1-MCP applications.

Keywords: Kiwi, 1-MCP, PVC, LDPE, packaging, storage.

Makale Geçmişi

Geliş: 23/05/2024

Kabul: 25/06/2024

Yayınlama: 27/06/2024

Araştırma Makalesi

Article History

Received: 23/05/2024

Accepted: 25/06/2024

Published: 27/06/2024

Research Article

¹Correspondence (Sorumlu yazar): fatihcem@comu.edu.tr

Citation (Alıntı): Yaman, G., Kuzucu, F. C. 2024. Hasat sonrası 1-MCP uygulaması ve farklı ambalaj materyallerinin depolama sürecindeki kivilerde (*Actinidia chinensis* var *deliciosa* a.chev.) meyve kalitesine etkileri. Bilim-Teknoloji-Yenilik-Ekosistemi Dergisi, 5(1): 45-57.

Giriş

Dünyada bilinen 138 meyve türünden 75 türün Türkiye’de yetişiyor olması ülkemiz tarımsal potansiyelinin önemli göstergelerinden biridir. Gen merkezi, Çin’in Yangtze vadisi olan kivi de ülkemiz ekolojik şartlarına adapte olmuş meyve türlerinden biridir. Yurdumuzun Ege, Marmara ve Karadeniz kıyılarında adaptasyon çalışmaları 1988 yılında başlatılmış ve özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinin kivi için uygun ekolojide olduğu ve meyve özellikleri ve kalitesi açısından bu bölgede meyvenin iyi neticeler verdiği tespit edilmiştir (Özcan ve ark., 1995; Karadeniz, 1999). Türkiye’de en yaygın olarak Karadeniz bölgesinde üretilen kivi, 3 -4 dekar büyüklüğündeki arazilerde yetiştirilmektedir. Türkiye’de 2022 yılında en fazla kivi üretimi 27.094 ton ile Yalova’da yapılmıştır. Bu ili Bursa, Samsun, Ordu ve Mersin izlemiştir (Anonim, 2022).

Dünyada genelinde 2021 yılında yaklaşık 4,4 milyon tonluk kivi üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretimin çoğunluğu taze tüketim için, çok az bir miktarı ise konserve, marmelat, pestil, nektarı, kurutulmuş, dondurulmuş, alkollü içecek, meyve suyu ve özütü şeklinde gerçekleşmektedir (FAO, 2022). İçerdiği önemli mineral maddeler, bilhassa K, Mg, C vitamini, E vitamini, düşük yağ içeriği, lif içeriği ve birçok kronik hastalık üzerine etkili olan fitokimyasallar bakımından zenginliği, kivinın gıda değerini yükseltmektedir. Kivinın 100 gramındaki C vitamini miktarı yaklaşık olarak 105 mg’dır (Özdemir, 2003).

Kiviler yüksek muhafaza potansiyeline sahip meyvelerdir. Diğer yandan bu potansiyel çeşit, yetiştirme sırasında maruz kalınan iklim şartları ve kültürel uygulamalar ile depolama koşullarına göre değişim gösterebilmektedir. Kivi meyveleri düşük sıcaklıklarda 4-8 haftaya kadar muhafaza edilebilirlerse de ekonomik anlamdaki muhafaza için soğuk hava desteğine ihtiyaç vardır. Kivi meyveleri 0-+0,5°C ve %90-95 nem içeren soğuk hava koşulları altında 4-5 ay depolanabilirler (Özer ve ark. 1997). Muhafaza sürecinin aşırı uzaması halinde alkollerleşmeye kadar varan bir tat değişikliğine uğrayan ve yumuşayan bir meyve olan kivi bu özelliğinden dolayı klimakterik meyve olarak bilinir. Etilene maruz kalma ile gelişme, olgunlaşma ve yaşlanma hızlanmakta, buna bağlı olarak ürünlerin raf ömrü süresi ve kalitesi azalmaktadır.

Muhafaza süresini uzatabilmek amacıyla değişik uygulama ve yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan biri de bitki dokusunun etilen algılamasını önlemektir (Reid, 2002). Etilenin salgılanmasını önlemede; sıcaklığı mümkün olan en düşük dereceye düşürmek, CO₂ konsantrasyonunu yükseltmek, etilen inhibitörü, gümüş (gümüş tiosülfat - Ag₂S₂O₃) veya 1-metilsiklopropan (1-MCP – C₄H₆) kullanmak etkilidir (Salveit, 2003).

Doğan ve ark. (2017) kontrollü atmosfer (KA) ve 1-MCP uygulamasının (625 ppb) kombinasyonunu test ettikleri çalışmalarında ‘Hayward’ kivi çeşidinin 1-MCP + KA kombinasyonunda depolanan ürünlerde diğer depolama ortamlarına göre daha düşük seviyelerde etilen üretimi ile ağırlık kaybı meydana gelmiş ve pazara arz edilebilir meyve miktarı daha yüksek bulunmuşlardır. Bu kombinasyonda depolanan meyveler depolama bitiminde daha yüksek meyve eti sertliği, TEA miktarı, h° ve C* değerlerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Netice itibarıyla, kivilerin %1 O₂: %3 CO₂ içeren KA + 625 ppb 1-MCP uygulaması yapılarak kalitelerinde fazla bir değişim olmadan 180 gün süreyle başarılı bir şekilde muhafaza edilebileceği tespit edilmiştir.

Karakaya ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada; soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince ‘Hayward’ kivi çeşidinin toplam fenolik bileşikler, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitesi (DPPH ve FRAP testine göre) üzerine farklı MAP uygulamalarının etkilerini araştırmışlar, sonuç olarak; Soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince tüm uygulamalarda toplam fenolik, toplam antioksidan aktivitesi ve toplam flavonoid içeriğinin azaldığını ve tüm biyoaktif bileşiklerin MAP uygulamalarında kontrole göre daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

Birçok meyve türünde olduğu gibi kivi muhafazasında da amaç, hasat olumu döneminde toplanan meyvelerin olgunlaşma sürecini yavaşlatıp yeme olumuna ulaşmasını geciktirerek hem pazara arz sürecini uzun bir döneme yaymak suretiyle üretici kârını yükseltmek hem de tüketicilerin tercihlerine hitap eden ürünlerin piyasaya arzını uzun bir dönem için gerçekleştirebilmektir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak 7 yaşlı ‘Hayward’ çeşidi kivi omcalarından hasat edilen; yaklaşık %12 SÇKM, 6-9 kgf meyve eti sertliği ve yaklaşık (\pm 18g) 150 g meyve ağırlığına sahip meyveler arasından üç

depolama süresi (2, 4, 6 ay), 6 uygulama (Kontrol, 312,5 ppb, 625 ppb, 1250 ppb 1-MCP ve PVC, LDPE ambalaj), 11'er adet meyveden oluşan 3 tekerrür grubu örnekleme için karşılamak üzere 561 adet meyve kullanılmıştır.

Deneme kurulumundan önce ön soğutmaya alınan meyvelerde 1-MCP uygulamaları 24 saat süre ile belirlenen dozlarda uygulanırken ambalaj uygulaması yapılan meyve grubu PVC ve LDPE paketlere alınarak depolama çalışmasına başlanmıştır. Farklı dozlarda 1-MCP uygulanan meyve grupları ise 24 saatlik uygulama süresinin tamamlanmasından sonra açık kasalara yerleştirilerek ambalajlanan meyveler ile birlikte 0-1°C sıcaklık ve %90-95 nem şartlarında çalışmaya dâhil edilmiştir.

Yöntem

Depolama periyotlarını tamamlayan meyve grupları 18-22 °C sıcaklık ve %50-60 oransal nem koşullarında raf ömrü uygulamasına alınmış, 3 günlük süre sonunda aşağıda sıralanan kalite analizlerine tabi tutulmuşlardır.

İncelenen Kalite Parametreleri

Ağırlık kaybı (%): Miktarı, kümülatif ağırlık kaybı cinsinden (%) değer olarak, "Sartorius" model dijital terazi ile ölçülmüştür.

Meyve eti sertliği (MES/kgf): 'Effe-gi' tipi el penetrometresiyle kgf olarak ölçülmüştür.

Suda çözünür kuru madde (%): 'Atago Pal- 1' dijital refraktometreyle belirlenmiştir.

Meyve et rengi (C*): "Minnolta CR400" chroma cinsinden ifade edilmiştir.

pH değeri: "WTW" masaüstü dijital pH metre yardımıyla ölçülmüştür.

Titre edilebilir toplam asit miktarı (TETA): Nötralizasyon esasına göre saptanmıştır ve sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır (Anonim, 1968).

Toplam şeker ve indirgen şeker içeriği (mg.100g⁻¹): dinitrofenol yöntemi ile (g.100 g⁻¹) saptanmıştır (Ross, 1959).

Askorbik asit içeriği (mg.100g⁻¹): 2,6 dichlorophenol indophenol yöntemine göre spektrofotometrik olarak (mg. 100 g⁻¹) tayin edilmiştir (Pearson ve Churchill, 1970).

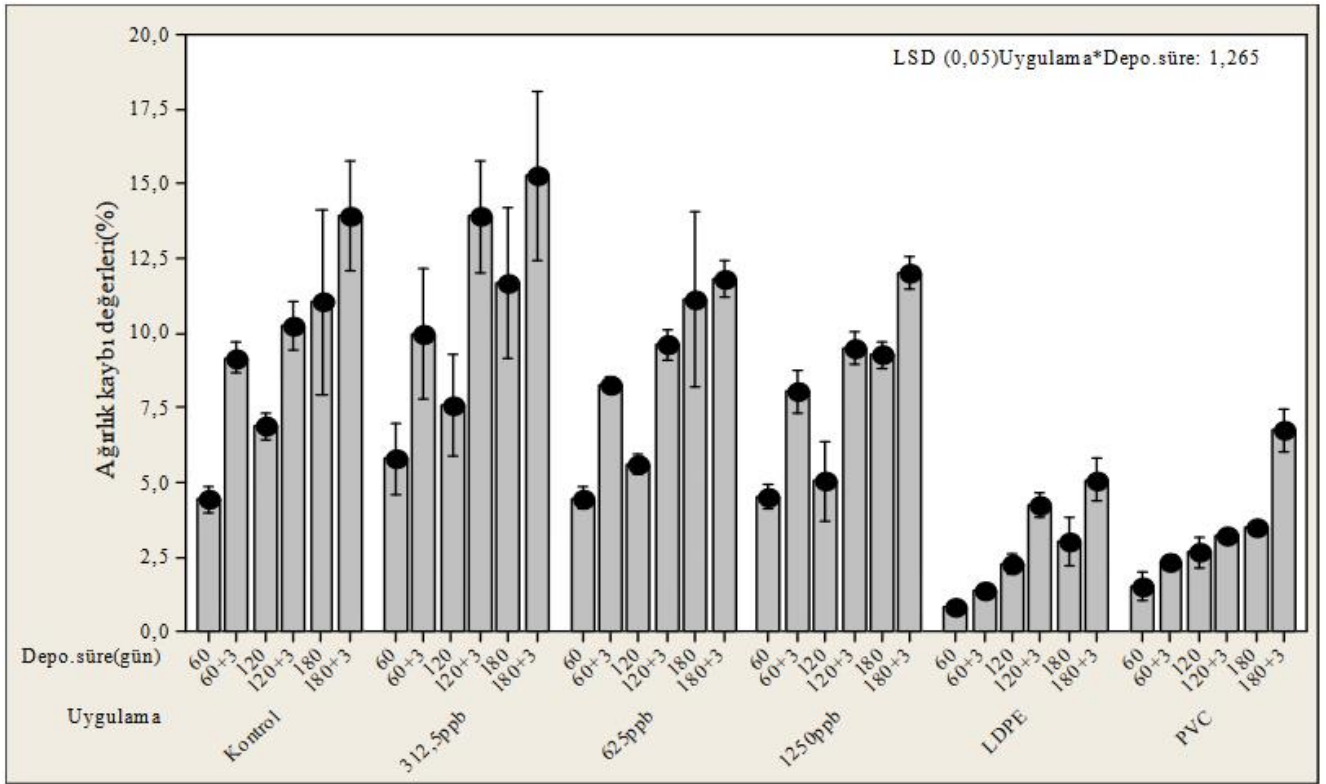
Toplam fenolik bileşikler (mg.100g⁻¹): Folin-Ciocalteu yöntemine göre spektrofotometrik olarak (mg. 100 g⁻¹) tayin edilmiştir (Zheng ve Wang, 2001).

İstatistik analizler

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Her bir tekerrür de 5 adet meyve kullanılmıştır. İstatistiksel analizler için SAS 9.1 bilgisayar paketi kullanılmış, varyans analizi gerçekleştirilmiş ve verilerin ortalamaları arasındaki farklılıklar LSD (P<0,05) testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Ağırlık Kaybı (AK): Ürünlerin muhafaza sürecini kısıtlayan en önemli kalite kriterlerinden biri su kaybından kaynaklanmakta olan ağırlık kaybıdır. Meyve ve sebzelerdeki ağırlık kaybı, depolama süresince meydana gelen su kaybından kaynaklanmaktadır. Su kaybının önlenmesi depo atmosferi düzeyinin yüksek tutulması, koruyucu ambalaj materyallerinin meyvelere uygulanması veya kaplayıcı solüsyonlar kullanılarak meyve yüzeyinden su kaybının azaltılması gibi önlemler ile sağlanabilmektedir. Burdon ve Clark (2001), kivilerde hasat sonrası su kayıplarının etkisini araştırmak üzere yaptıkları çalışmada meyvelerin başlangıç ağırlığın %8-10'u kadar ağırlık kaybettiğini tespit etmişlerdir. Araştırmada PVC, LDPE ambalajların ve 1-MCP uygulamalarının 'Hayward' çeşidi kivi meyvelerinde depolama süresince ağırlık kaybına yönelik etkileri Şekil 1'de verilmiştir.



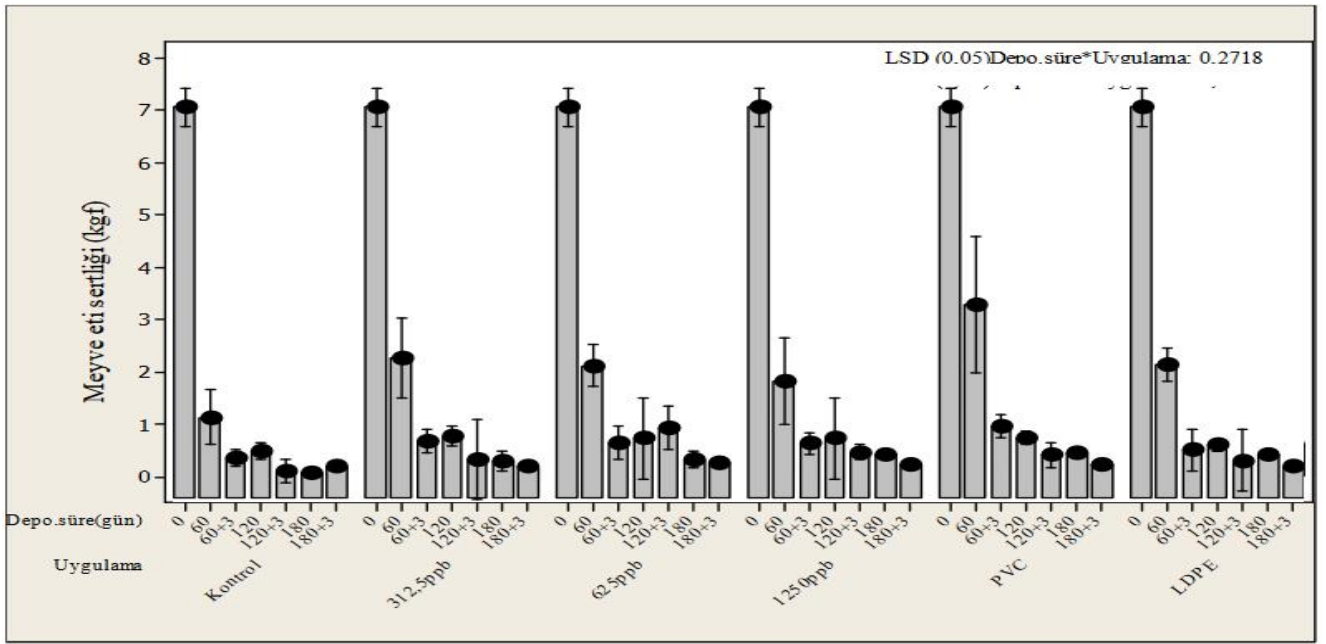
Şekil 1. Kivi meyvelerinde farklı uygulama ve depolama süreleri etkisinde ağırlık kaybı değişimi.

Figure 1. Variation in weight loss in kiwi fruit under the influence of different application and storage timings.

Depolama sürecinde yapılan ağırlık kaybı ölçümleri; en yüksek ağırlık kaybı değerinin %15,27 ortalaması ile 180+3 gün depolama süresi ve 312,5 ppb dozda 1-MCP uygulanan meyvelere ait olduğunu göstermektedir. Uygulama grupları içinde en düşük ağırlık kaybı ortalaması %0,80 değeri il LDPE uygulamasında 60 gün depolama süresinden elde edilmiştir. Bu uygulama ortalamasının 180+3 günlük depolama süreci sonunda %5,07 seviyesine ulaştığı izlenmiştir. Bu uygulamayı kontrol grubu meyveleri takip etmiştir. Meyve ağırlığının korunması açısından bakıldığında 1-MCP uygulamalarının yeterli olmadığı, en başarılı uygulamaların sırasıyla LDPE ve PVC ambalaj materyallerinin olduğu saptanmıştır. Deneme genelinde ve uygulama bazında depolama sürecinin uzaması ile ağırlık kaybı değerlerindeki artış doğal bir sonuç olarak düşünülmektedir. Bu noktada önemli olan nem kaybı düzeylerindeki ivmedir.

Meyve Eti Sertliği: Meyve kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden biri olan meyve eti sertliği meyvelerin büyümesi sürecinde hücre gelişimi, hücre arası boşlukların artması, hücre çeperindeki pektin ve hemiselüloz parçalanması nedeniyle meyve etinde dokusal gevşemenin meydana gelmesiyle ortaya çıkan bir durumdur. Meyvenin olgunlaşma aşamasında daha hızlı bir şekilde gerçekleşen bu olaylar meyvenin etinde sertlik değeri azalışlarına neden olur (Karaçalı, 2006).

Genellikle meyve olgunlaşmasıyla birlikte meyve eti sertliğinin azaldığı belirtilmektedir (Dhillon et al., 2005). Çalışmada yapılan meyve eti sertliği ölçümlerinde sertlik değerlerinde depolama süreci uzadıkça beklenen bir sonuç olarak azalan bir değişim görülmüştür (Şekil 2). Herhangi bir uygulama yapılmadan depolamaya alınan kontrol grubu meyvelerdeki sertlik değeri düşüşü oldukça hızlı gerçekleşmiş olup ilk depolama dönemi sonunda yaklaşık 7,70 kgf başlangıç değerinden 2,80 kgf değerine kadar gerilemiştir. Bu hızlı gerileme herhangi bir uygulama yapılmamış kontrol grubu meyveler için normal ve beklenen bir sonuçtur. Meyve eti sertliğinin korunması açısından en iyi sonuçlar PVC ve 625 ppb 1-MCP uygulamalarından elde edilmiştir. Bu uygulamanın özellikle 60 günlük depolamada sertlik değeri oldukça yüksek gözlenmiş takip eden depolama dönemlerinde de değerlerin diğer uygulamalara nazaran yüksek ve farklı olduğu görülmektedir ancak farklılık daha az çarpıcıdır.

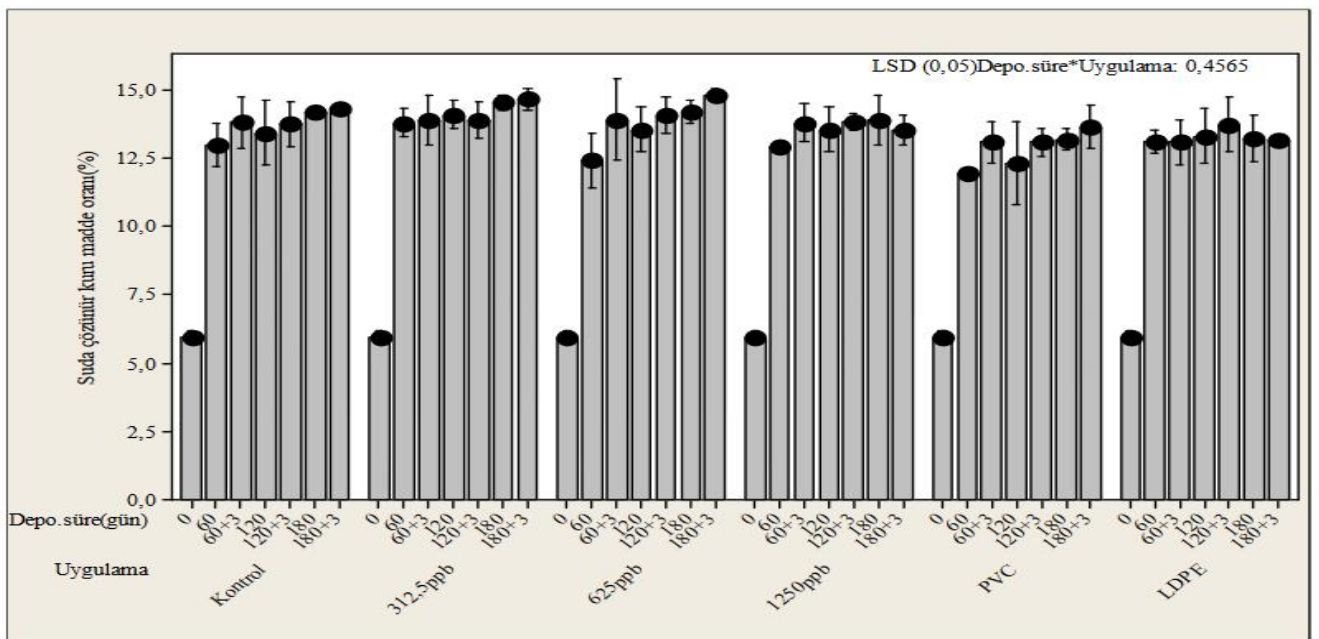


Şekil 2. Kivi meyvelerinde farklı uygulama ve depolama süreleri etkisinde meyve eti sertliği (kgf) değişimi.

Figure 2. Variation in fruit flesh hardness (kgf) of kiwi fruit under the influence of different application and storage times.

Diğer dikkat çekici bir durum ise 1-MCP'nin farklı dozlarının yer aldığı uygulamalardır. Özellikle 625 ppb dozunda ve 4 aylık depolama süresinde ve 3 günlük raf ömrü sonunda alınan sertlik değeri oldukça umut vaat edici bir uygulama olarak görülmektedir. 312,5 ve 1250 ppb dozlarında aynı durum söz konusu değildir.

Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı: Suda çözünür kuru madde miktarında hasattan sonra muhafaza süresi boyunca genellikle artışlar gözlenmiştir (Şekil 3). Depolama süresince SÇKM değerlerinde görülen artışın 'Hayward' kivi meyvelerinde nişastanın hidrolize olarak şekerlere dönüşmesinden kaynaklandığı kanısına varılmaktadır. Mitchell (1988) hasat zamanında yüksek olan nişasta miktarının olgunlaşma ile hızla ayrışarak şekerlere dönüştüğü bu nedenle hasat zamanında %6,5-8 olan SÇKM oranının yeme olumunda %14-17'ye yükseldiğini ve meyve SÇKM ile meyve aroması etkinliği arasında lineer bir ilişki olduğu kaydedilmiştir.

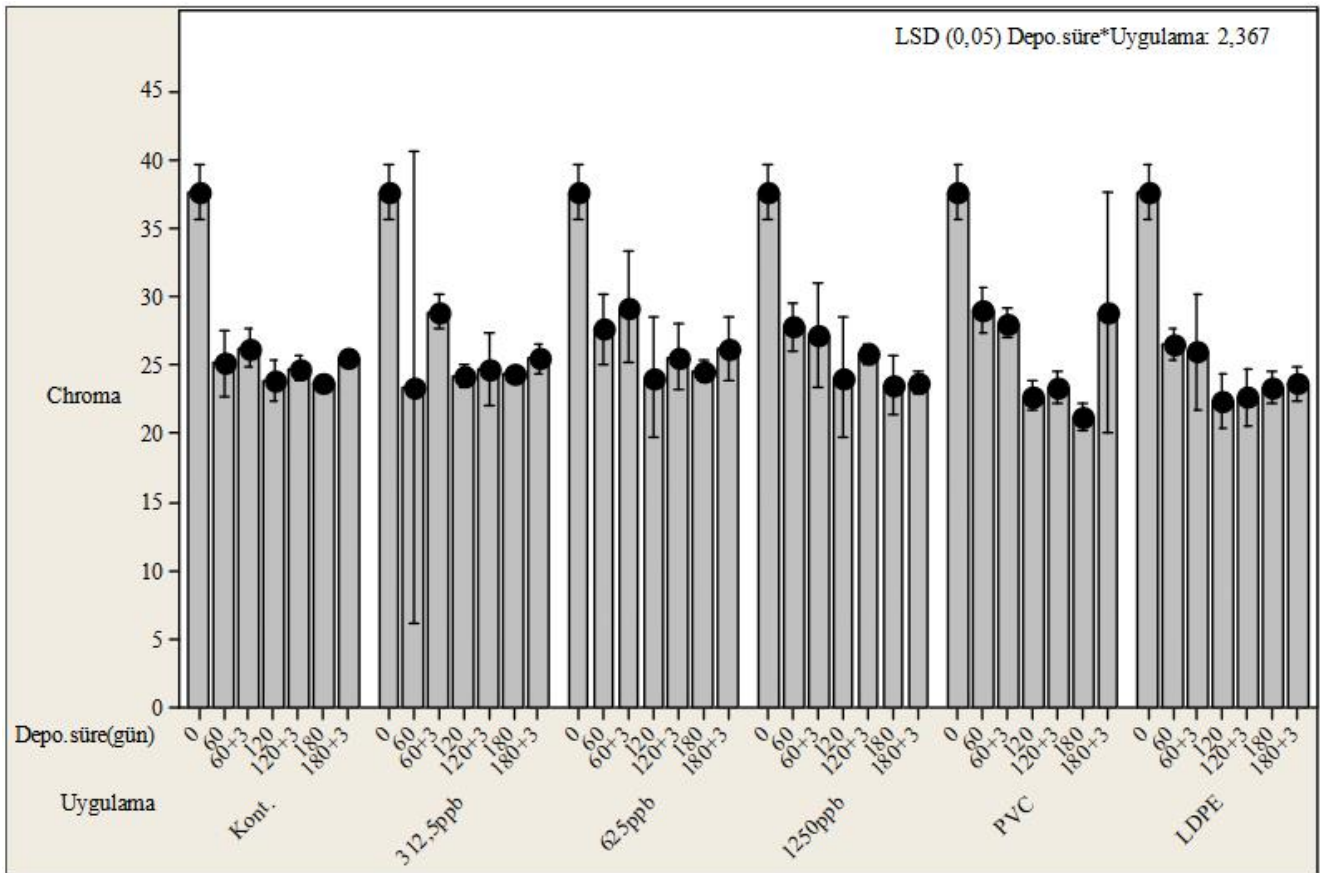


Şekil 3. Kivi meyvelerinde farklı uygulama ve depolama süreleri etkisinde suda çözünür kuru madde miktarı (%) değişimi.

Figure 3. Variation in the amount of water-soluble dry matter in kiwi under the influence of different application and storage times (%).

SÇKM'na yönelik yapılan istatistiki analizlerden elde edilen sonuçlar Şekil 3'de gösterilmiştir. Uygulamalardan alınan sonuçlar; depolama dönemleri sonunda en yüksek SÇKM ortalamalarının kontrol ve 1-MCP uygulamasının 312 – 625ppb dozlarından alındığını, 1250 ppb 1-MCP, PVC ve LDPE uygulamalarında değerlerin bir miktar daha düşük seyrettiğini göstermiştir. SÇKM oranının düşük seyretmesi özellikle uzun soluklu depolama uygulamalarında meyvenin depolama ömrü açısından iyi bir gösterge olması nedeniyle önemlidir. Bu açıdan bakıldığında PVC uygulamasının özellikle 60 ve 120 günlük depolama süreçleri sonunda diğer uygulamalara nazaran az bir farkla da olsa daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. 312,5 ve 625 ppb 1-MCP dozlarının depolama süreçlerinde SÇKM değerlerinin yükselişine 1250 ppb'lik dozdan daha az etkileri olduğu görülmektedir. Ancak güçlü olarak gözlemlenmiş olan bu etki dahi önem sırasıyla PVC ve LDPE ambalaj etkilerinin gerisinde kalmıştır. Bu bağlamda yalnızca SÇKM bazında düşünüldüğünde PVC ve LDPE uygulaması etkili ve tavsiye edilebilir performanstadır.

Meyve Et Rengi (Chroma): 'Hayward' çeşidi kivi meyvelerinde depolama süreçleri sonunda yapılan meyve et rengi ölçümleri Şekil 4'de verilmiştir. Depolama sonrası 625 ppb ve 1250 ppb 1-MCP uygulaması yapılan meyvelerin meyve et rengini kontrol grubu meyvelerine göre daha iyi korudukları görülmüştür. Depolama sürecini takiben %55-%60 oransal nem ve 18-22°C sıcaklık şartlarında 3 gün raf ömrüne tabi tutulan meyvelerde mezokarp renginin hızlı bir şekilde arttığı görülmektedir. Çalışmada uygulamalar arasında 2, 4 ve 6 aylık depolama süreleri sonunda en yüksek ortalamanın 625 ppb dozunda 1-MCP uygulamasında olduğu görülmüştür. Bu uygulamayı ise PVC ve 1250 ppb dozunda 1-MCP uygulamaları takip etmekte olup istatistiki olarak aralarında çok büyük farklılıklar bulunmamaktadır. LDPE uygulamasında ise en düşük değerlerin olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaşmayla birlikte meydana gelen renk açılması tüm uygulamalarda kendini göstermiş hatta bu renk azalışı depolamanın ilk periyodunda bariz bir şekilde görülmüştür. Depolamanın ilk periyodu takip eden diğer aşamalarında ise renk azalışı ve artışlarına rastlanmaktadır.

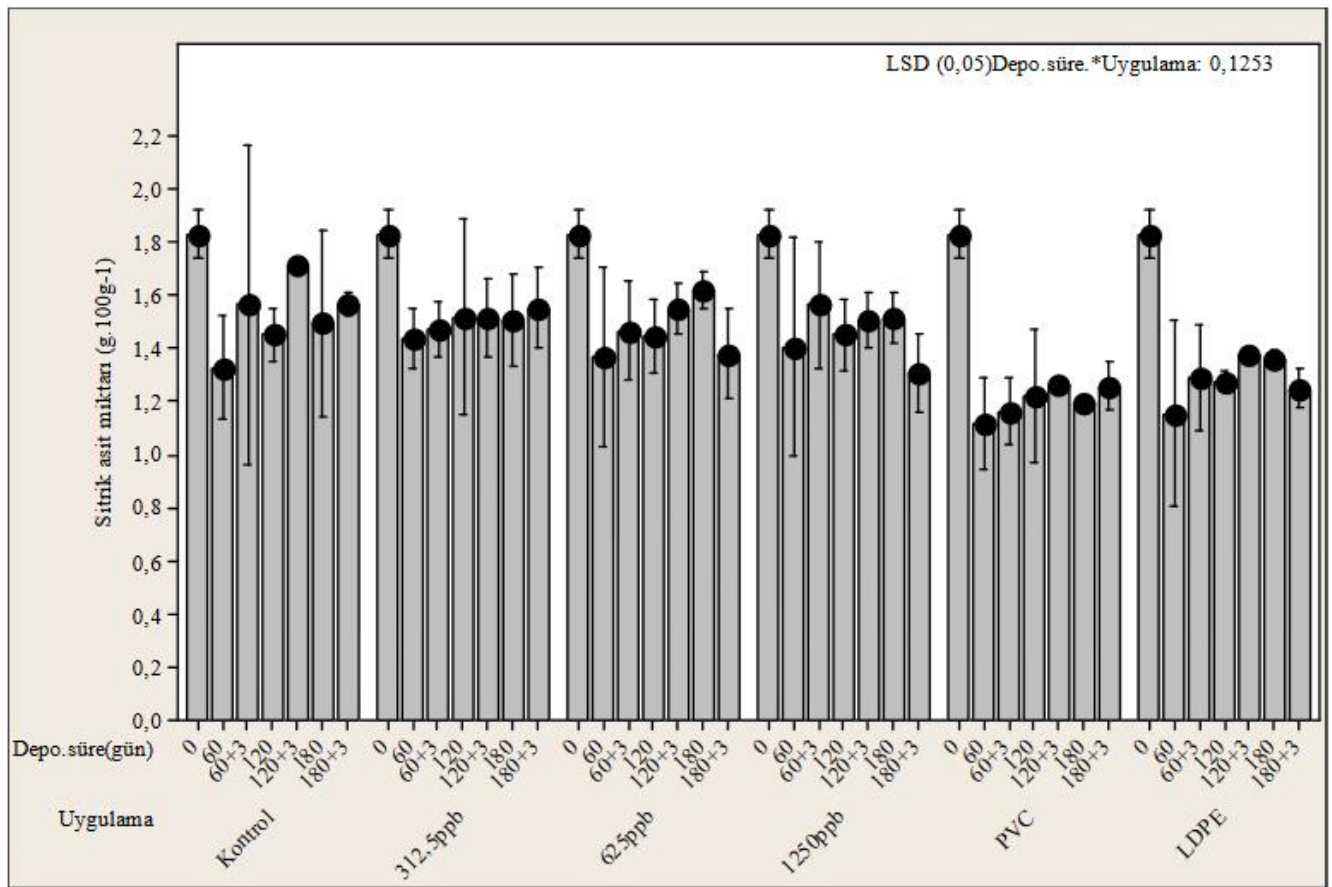


Şekil 4. Kivi meyvelerinde farklı uygulama ve depolama süreleri etkisinde meyve eti rengi değişimi.

Figure 4. Variation in fruit flesh color in kiwi fruit under the influence of different application and storage timings.

Bu değişimlerin uygulamalara göre farklılıklar, Şekil 4'ten izlenebileceği gibi; PVC uygulamasında 180 gün depolamadan sonraki 180 gün depolama +3 gün raf ömründe meyve et renginde bir koyulaşma olduğu görülmektedir. Bu koyulaşma, meyve içeriğindeki asitlik ve pH değişiminden kaynaklanmaktadır. Şekil 5'deki TETA ve Şekil 6'daki pH değerlerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde yine aynı uygulamanın 180 gün depolamadan sonraki 180 gün +3 gün raf ömründe TETA ve pH değerlerinde artış olduğu görülmektedir.

Titre Edilebilir Toplam Asit (TETA) Miktarı: Kivi meyvelerinde depolama süreleri sonunda belirlenen TETA miktarları Şekil 5'de gösterilmiştir. Depolama süresi uzadıkça ilerleyen olgunlukla birlikte meyve TETA seviyelerinin azaldığı görülürken depolama sürecinin sonunda ise az miktarda yükselişlerin olduğu belirlenmiştir. Crisosto ve Crisosto (2001), araştırmalarında 'Hayward' kivilerde olgunlaşma sürecinde titre edilebilir asit düzeylerinde küçük değişikliklerin veya düşüşlerin olduğunu kaydetmişlerdir. Marsh ve ark. (2004), TETA seviyesinde meydana gelen düşüşün, asit metabolizmasında etkisi olan üç ana meyve asidindeki (kuinik, sitrik ve malik asit) değişimler neticesinde meydana geldiğini belirtmektedirler.



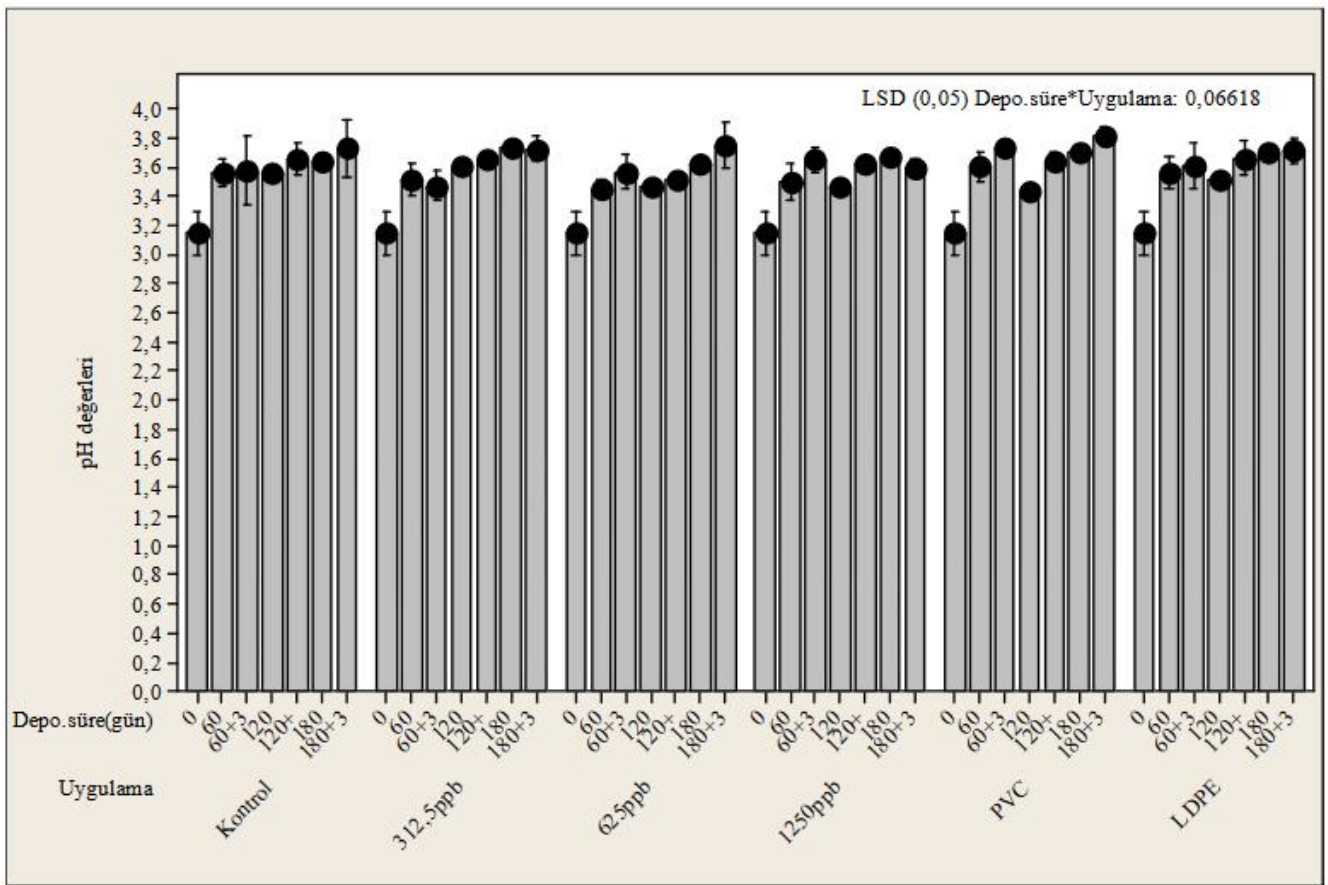
Şekil 5. Kivi meyvelerinde farklı uygulama ve depolama süreleri etkisinde TETA miktarı değişimi.

Figure 5. Variation in TETA contents in kiwi fruit under the influence of different application and storage timings.

Titre edilebilir asitlik miktarları açısından 2, 4 ve 6 aylık depolama süreleri sonunda uygulamalar arasında en yüksek ortalamanın kontrol grubundan alındığı görülmektedir. 312,5 ppb dozunda 1-MCP ve 625 ppb dozunda 1-MCP uygulamalarında ise benzer sonuçlar tespit edilmiş ve TETA değerlerin sıralamasında kontrol grubundan sonra yer almışlardır. En düşük TETA değeri ise PVC uygulamasından alınmıştır. Meyve suyundaki asitlik değeri metabolik aktiviteyi ifade eden bir gösterge olarak düşünöldüğü için TETA miktarlarının kontrol meyvelerinde yüksek olması hızlı ya da aşırı ilerlemiş olgunlaşmayı göstermektedir. LDPE ambalaj uygulamasında ölçölen değerlerin kontrol meyvelerine göre daha düşük olması LDPE ile ambalajlanan meyvelerde metabolizma aktivitelerinin depolama açısından daha istikrarlı olduğunu düşöndürmektedir. Depo sürecini takiben 3 gün raf ömrüne tabi tutulan için bekletilen meyvelerde TETA miktarlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Bu artışın meyve

metabolizmasındaki fazla şeker sebebiyle meydana gelen alkolle dönüşme olduğunu göstermektedir. Dong ve ark., (2001) gerçekleştirdikleri muhafaza ve raf ömrü çalışmalarında TETA miktarları depolama süresince azalma eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir. Aynı şekilde Karaçalı (2006) Meyvelerde TETA değerlerindeki düşüş eğilimlerinin olgunlaşmayla birlikte solunumda kullanılma, pektin parçalanması sonucu açığa çıkan katyonlarla nötrleşme, kristalleşme vb. sebeplerden kaynaklandığını bildirmiştir.

pH: Meyvelerde olgunlaşma ile birlikte meyvede hakim asitlik düzeyi azalmakta, buna karşılık pH değerlerinde yükseliş meydana gelmektedir (Karaçalı, 2002). Araştırmada farklı ambalaj tipleri ve 1-MCP uygulamalarının 'Hayward' kivi meyvelerinde depolama sürecinde pH miktarı üzerine etkileri Şekil 6'daki grafikte gösterilmiştir. Karaçalı (2002)'nin da öngördüğü gibi muhafaza süreci uzadığında meyvelerin pH seviyesinde farklı düzeylerde artma ve azalmalar şeklinde dalgalanmalar görülmekle birlikte meyvede olgunluk ilerledikçe ekseriyetle pH düzeyinde artış meydana gelmiştir. Çalışmada uygulamalar arasında 2, 4 ve 6 aylık depolama süreleri sonunda en yüksek pH ortalaması PVC uygulamasında gözlenmiştir. 625 ppb dozunda 1-MCP ve 1250 ppb dozunda 1-MCP uygulamalarında ise en düşük ortalamanın olduğu görülmüştür.



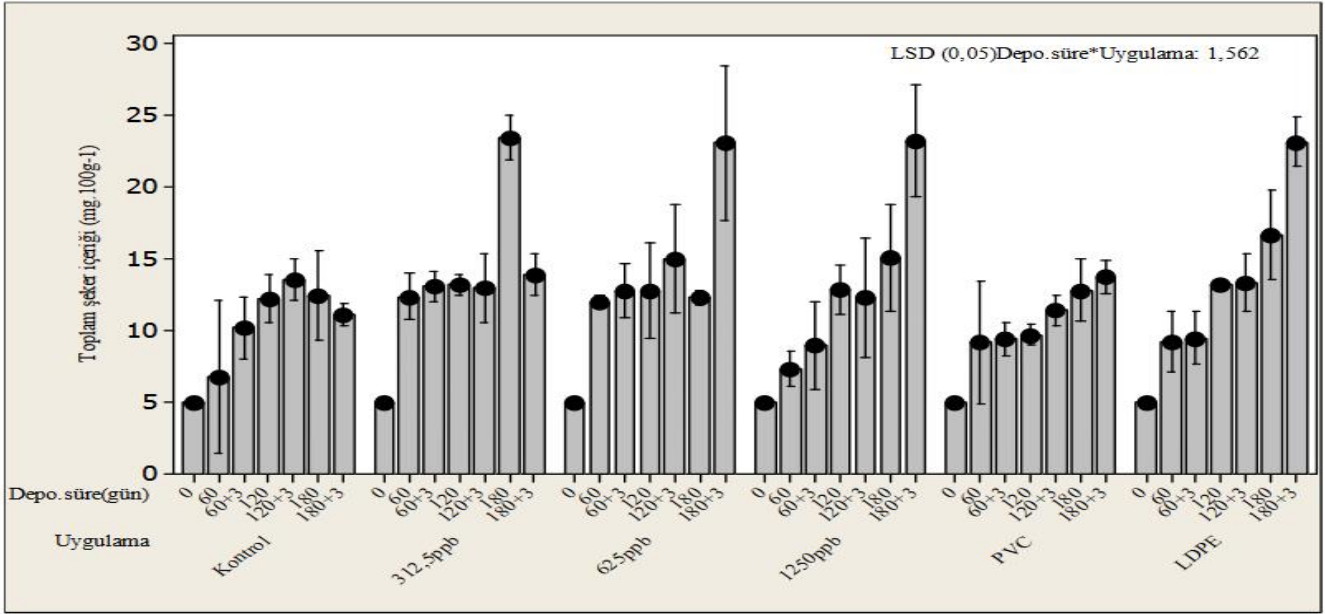
Şekil 6. Kivi meyvelerinde farklı uygulama ve depolama süreleri etkisinde pH değişimi.

Figure 6. Variation in pH level in kiwi fruit under the influence of different application and storage timings.

Depolama süresince meyve pH sı ve asitliğindeki yükselme beklenen bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır, bu noktada önemli olan bu yükselme eğiliminin mümkün olduğunca az bir eğim altında seyretmesini sağlamak ve dolayısıyla meyvenin metabolik olarak muhafaza edilebilirlik yeteneğini korumaktır. Uygulamalar içinde; kontrol grubu meyveleri ile LDPE ve 312,5 dozunda 1-MCP uygulamalarında ise pH ortalamaları arasında istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmamıştır.

Toplam Şeker: Meyvelerin toplam şeker miktarları açısından depolama süreçleri ve uygulamalar etkisinde değişimleri Şekil 7'de verilmiştir. Toplam şeker içeriğindeki değişimler depolama sürecinin uzamasına paralel

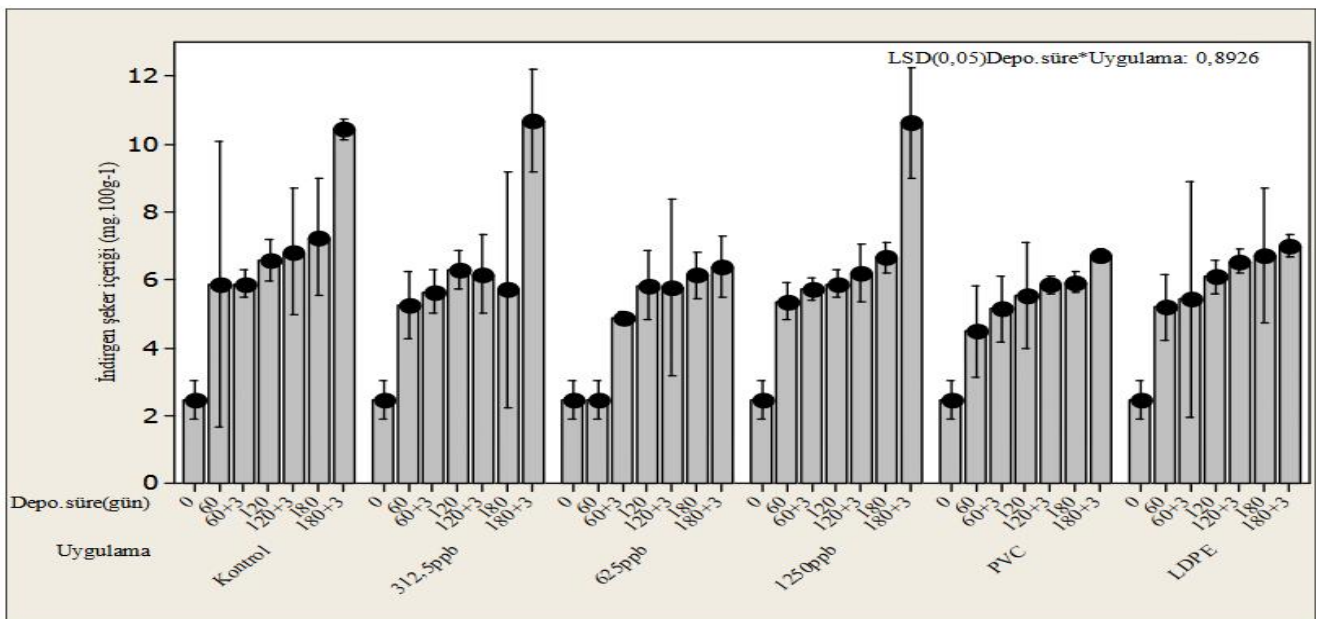
olarak basit şekerlere dönüşen nişasta birikiminin toplam şeker düzeyini artırması şeklinde bir görüntü vermiştir. Uygulamalar bazında bu dönüşüm sürecinin en dengeli gerçekleştiği uygulama PVC ambalaj uygulaması olmuş LDPE ve 1250 ppb 1MCP uygulamaları bunu takip etmiştir. En yüksek toplam şeker değerlerinin 3 farklı uygulamadan alındığı görülmektedir. Bu uygulamalar 312,5 ve 625 ppb dozlarında 1-MCP uygulamaları ile LDPE uygulamasıdır. Kontrol grubu meyvelerinde ve PVC uygulamasında ise daha düşük değerler tespit edilmiştir. Alınan ortalamalar arasında kontrol ve 312,5 ppb'lik 1-MCP dozu haricindeki uygulamalarda toplam şeker değerinin depolama süreci boyunca kademeli ve düzenli bir şekilde arttığı görülmektedir. Bu durum sözü geçen uygulamaların meyve metabolizması üzerindeki etkili hâkimiyetini göstermektedir.



Şekil 7. Kivi meyvelerinde farklı uygulama ve depolama süreleri etkisinde toplam şeker miktarı değişimi.

Figure 7. Variation in total sugar content in kiwi fruit under the influence of different application and storage timings.

İndirgen Şeker: Araştırmada farklı ambalaj tipleri ve 1-MCP uygulamalarının 'Hayward' kivi çeşidinde depolama süresince indirgen şeker içeriği üzerine etkileri Şekil 8'de verilmiştir.

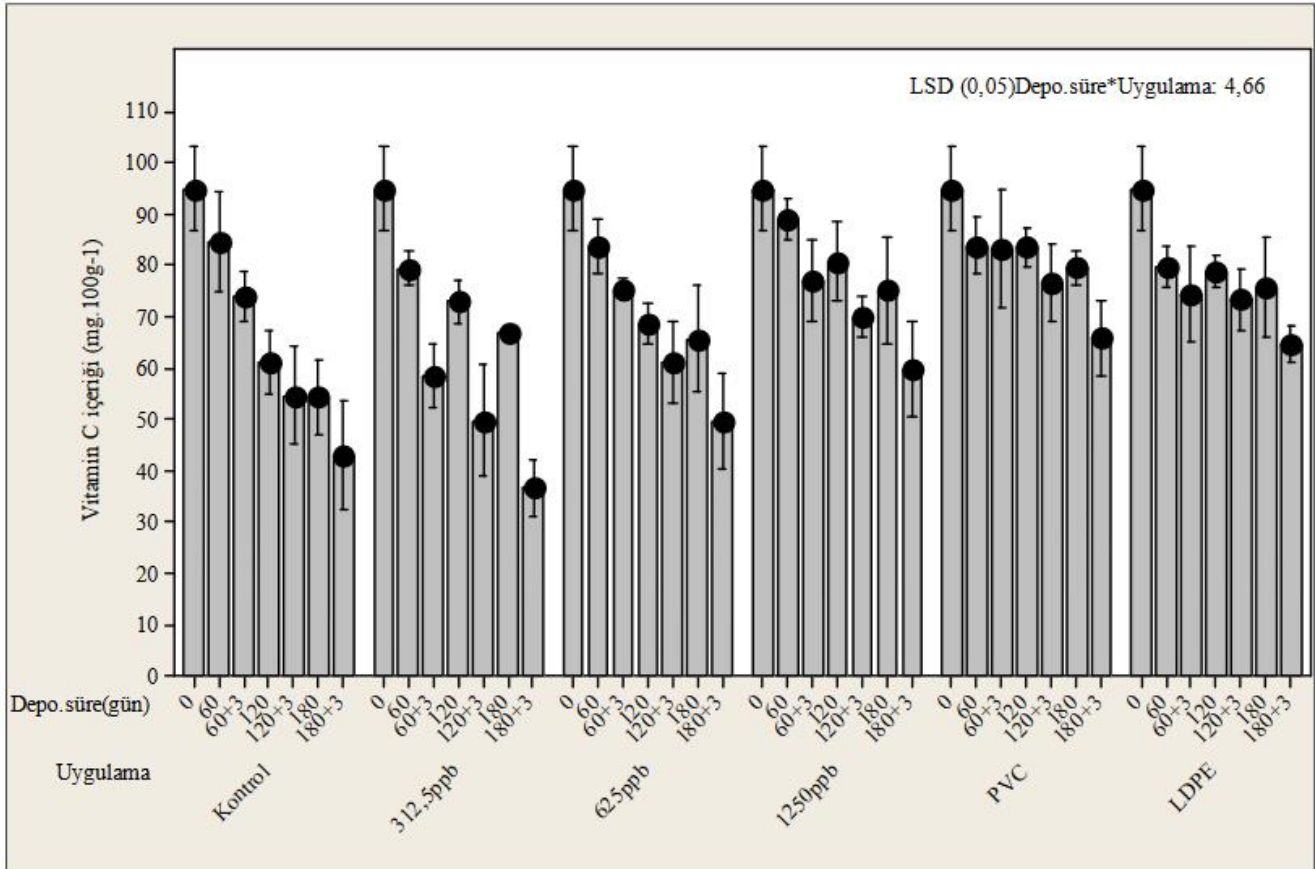


Şekil 8. Kivi meyvelerinde farklı uygulama ve depolama süreleri etkisinde indirgen şeker miktarı değişimi.

Figure 8. Variation in reducing sugar amount in kiwi fruit under the influence of different application and storage timings.

Uygulama grupları içinde en yüksek indirgen şeker içeriği kontrol grubu meyvelerinde olduğu, bunu 1250 ppb 1-MCP uygulamasının takip ettiği, en az şeker miktarının ise 625 ppb 1-MCP uygulanmış meyveler ile PVC ambalaj materyali ile kaplanmış meyvelerde olduğu tespit edilmiştir. Şekil 8'deki grafikten de izlenebileceği gibi tüm uygulama gruplarında muhafaza sürecinin sonuna doğru indirgen şeker içeriğinde artışlar meydana gelmiştir. 1-MCP uygulamalarında depolamanın son periyodunda indirgen şeker değerlerinde oldukça hızlı ortaya çıkan keskin bir yükseliş görülmektedir. Bu yükseliş meyvenin olgunluk sınırına dayandığını ve depolama ömrünü tüketmek üzere olduğunu ifade etmektedir. PVC ve LDPE uygulamalarında ise şeker metabolizması açısından meyve daha istikrarlı bir görünüm çizmektedir. İndirgen şeker değerlerindeki değişim incelendiğinde 312,5 ppb ve 1250 ppb 1-MCP uygulamalarının 180 gün depolamadan sonraki 180 gün depolama +3 gün raf ömründe indirgen şeker içeriğinde çok fazla bir artış olduğu görülmektedir. İndirgen şeker miktarındaki bu yükseliş meyvenin tadının bozulduğunu, meyvede alkolleşmenin başladığını göstermektedir.

Askorbik Asit: Depolama sırasında askorbik asit, çeşitli faktörlerden dolayı değişime uğrayabilir. Bu faktörler arasında ışık, nem, sıcaklık, oksijen ve pH seviyesi gibi hem muhafaza şartları hem de fizyolojik etkenler bulunmaktadır (Yıldırım, 2010). Depolama süresi uzadıkça askorbik asit miktarı da azalabilir. Bu nedenle taze ve taze ürünler tüketmek, askorbik asit alımını arttırmak için önemlidir. Ancak depolama sırasında yapılan uygulamalar meyvenin askorbik asit seviyesinin korumada etkili olabilmektedir. Depolama çalışmasının meyvedeki askorbik asit miktarını saptamaya yönelik analizlerinden alınan sonuçlar Şekil 9'daki grafikte gösterilmiştir. Depolama süresi uzadıkça meyvelerin askorbik asit içeriklerinde farklı düzeylerde düşüşlerin meydana geldiği görülmekle birlikte genel olarak olgunlaşma süresince askorbik asit miktarı azalmaktadır. Olgunlaşma süresince askorbik asit miktarında görülen azalmanın diğer bir sebebi de olgunluğun ilerlemesi ile birlikte askorbik asidin metabolik olaylarda tüketilmesidir (Karaca, 2019).

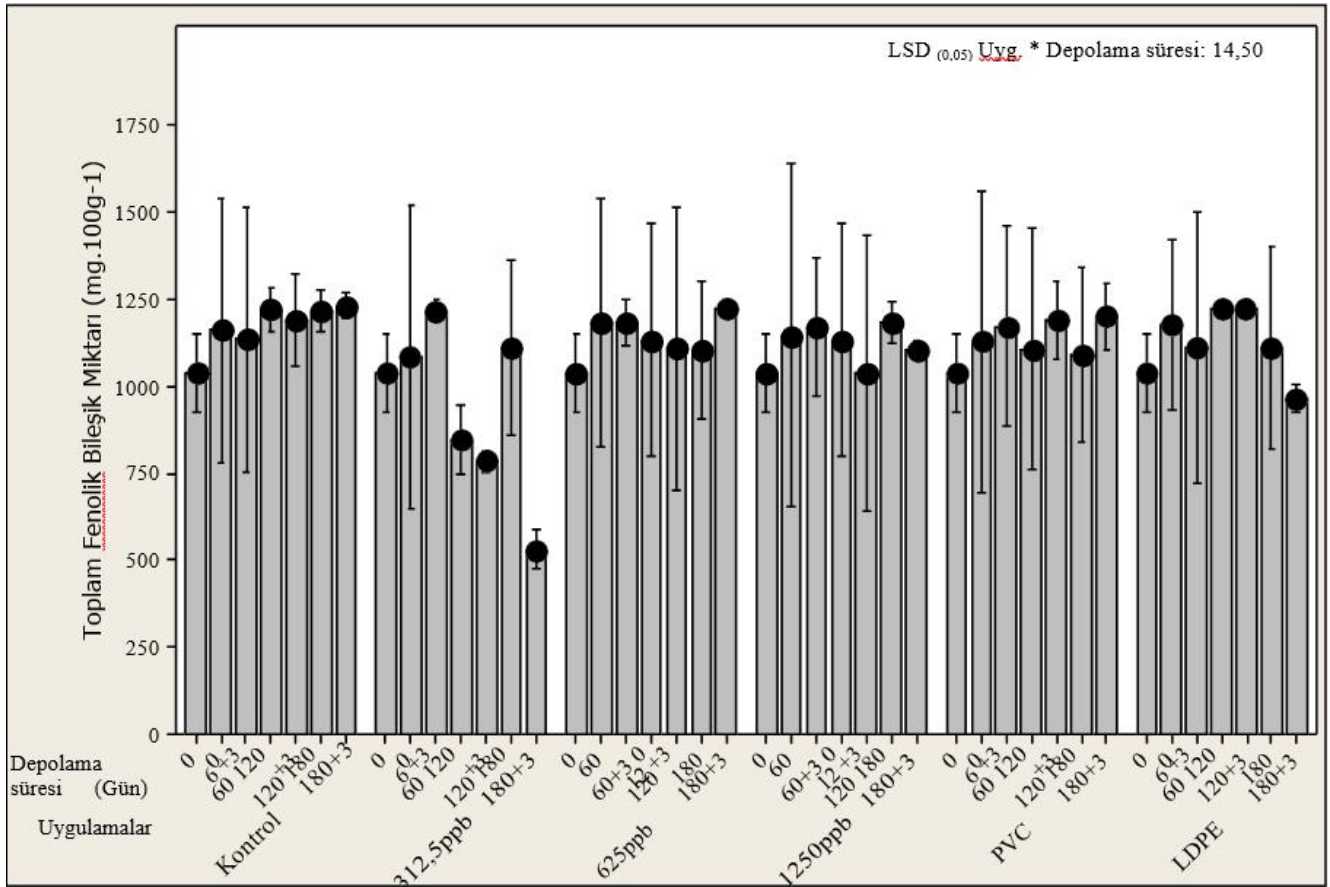


Şekil 9. Kivi meyvelerinde farklı uygulama ve depolama süreleri etkisinde askorbik asit miktarı değişimi.

Figure 9. Variation in the amount of ascorbic acid in kiwi fruit under the influence of different application and storage timings.

Depolama süreleri sonunda uygulamalar arasında en yüksek ortalamanın PVC ile kaplanmış meyvelerden alındığı görülmektedir. Kontrol grubu meyveler ile 312,5 ppb dozunda 1-MCP uygulanan meyvelerde en düşük değerler gözlenmiştir. Uygulamalar arasında özellikle PVC ambalaj ve 1250 ppb 1-MCP uygulamaları meyvedeki askorbik asit düzeyinin korunmasında hem depolama sürecinde hem de 3 günlük raf ömrü uygulaması sonucunda oldukça başarılı ortalamalar vermiştir. Bu noktada 1-MCP'nin diğer dozlarında özellikle raf ömrü sırasında meydana gelen kayıplar dikkat çekicidir.

Toplam Fenolik Bileşik Miktarı: Kivide bulunan fenolik maddeler, genellikle antioksidan özelliklere sahip olan doğal bileşiklerdir. Kateşin, Gallik asit, klorojenik asit, vanilik asit, siyiringik asit, ferulik asit, o-kumarik asit, fenolik bileşikler arasında sayılabileceklerden olup gallik asit $0.256 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ seviyesinde tespit edilmiştir (Kambur ve Gündoğdu, 2020). Fenolik maddeler, anti-enflamatuar, anti-kanserojen ve anti-bakteriyel özelliklere sahip olabilirler ve vücut için birçok fayda sağlayabilirler.



Şekil 10. Kivi meyvelerinde farklı uygulama ve depolama süreleri etkisinde fenolik madde miktarı değişimi.

Figure 10. Variation in the amount of phenolic substances in kiwi fruit under the influence of different application and storage timings.

Çalışmada uygulanan ambalaj tiplerinin ve 1-MCP uygulamalarının 'Hayward' çeşidinde muhafaza süreçlerinde toplam fenolik bileşik miktarı üzerine etkileri Şekil 10'da verilmiştir. Fenolik bileşik miktarlarında meydana gelen değişimler depolama uygulamasının farklı süreçlerinde azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar göstermiştir. 2, 4 ve 6 aylık depolama süreleri sonunda 312,5 ppb dozunda 1-MCP uygulaması haricinde tüm uygulamalarda toplam fenolik bileşik değerleri yüksek olup aralarında istatistiki açıdan önemli farklılıklar bulunmamaktadır. Kontrol grubunda özellikle denemenin uzayan süreçlerinde elde edilen yüksek fenolik bileşik değerleri meyve fizyolojisinde meydana gelen çökmeden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Uygulamalar arasında dikkat çeken diğer bir husus ise 625 ppb'lik 1-MCP dozunun 3 günlük raf ömrü testlerinde olumlu etki göstererek fenolik bileşik düzeyini muhafaza etmiş olmasıdır. Bu durumun meyve metabolizmasına etki eden

dozun uygunluğu olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir. Ayrıca PVC ve LDPE ambalaj uygulamalarında fenolik bileşik miktarı korunurken meyve kalite özellikleri de tüketici kabulü açısından iyi düzeyde tespit edilmiştir.

Sonuç

Ağırlık kaybı diğer meyve ve sebzelerde olduğu gibi kivi meyvesi için de önemli bir kalite kriteridir. Tolere edilen değerden daha fazla ağırlık kaybı meydana geldiğinde ürünün albenisi, pazara sunuştaki kalitesi düşeceğinden muhafaza sonrasındaki ekonomik boyutu düşünüldüğünde ağırlık kaybı oldukça önemli bir kriterdir. ‘Hayward’ çeşidi kivi meyveleri farklı depolama süreleri ve farklı uygulamalar sonucunda ağırlık kaybı parametresi açısından değerlendirildiğinde en iyi sonucu LDPE uygulaması vermiştir. Bu uygulamayı PVC uygulaması takip etmiştir. Bu iki uygulama karşılaştırıldığında ise, 120 gün depolama süresi +3 gün raf ömründen sonraki ağırlık kaybına bakıldığında LDPE uygulamasına göre PVC uygulaması daha iyi sonuç vermiştir.

‘Hayward’ çeşidi kivi meyveleri farklı depolama süreleri ve farklı uygulamalar sonucunda hem depolamaya dayanıklılık hem de pazarlama açısından oldukça önemli bir kalite kriteri olan meyve eti sertliği parametresi açısından değerlendirildiğinde, en iyi ortalamanın PVC uygulamasından alındığı görülmüştür. Bu uygulamanın özellikle 60 günlük bölümünde sertlik değeri oldukça yüksek gözlenmiş diğer bölümlerde de değerlerin diğer uygulamalara nazaran yüksek ve farklı olduğu görülmüştür ancak farklılık daha az çarpıcıdır. Bu uygulamayı LDPE uygulaması ve ardından 625 ppb dozunda 1-MCP uygulaması takip etmiştir. En düşük sertlik değerleri ise kontrol grubu meyvelerde elde edilmiştir. Diğer dikkat çekici bir durum ise 1-MCP’nin farklı dozlarının yer aldığı uygulamalardır. Özellikle 625 ppb dozunda ve 4 aylık depolama süresinde ve 3 günlük raf ömrü sonunda alınan sertlik değeri oldukça umut vaat edici bir uygulama olarak görülmektedir. 312,5 ve 1250 ppb dozlarında aynı durum söz konusu değildir.

Meyve kalite özelliklerinden SÇKM, TETA ve pH seviyeleri açısından PVC ve LDPE ambalaj uygulamalarının dikkate değer ölçüde iyi sonuçlara sahip oldukları tespit edilirken meyve eti rengi, askorbik asit, indirgen şeker ve toplam şeker kriterleri açısından 1-MCP uygulamasının yüksek dozları ve PVC –LDPE ambalaj uygulamaları öne çıkan uygulamalar olarak belirlenmiştir. Fenolik bileşiklerin değişimi açısından ise kontrol ve 1-MCP’nin 312,5ppb lik dozu haricinde uygulamalar açısından farklılık bulunamamıştır.

Ek Bilgiler ve Beyanlar

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Katkı Oranı Beyanı: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Telif Hakkı: 2024 Yaman ve Kuzucu



Bu çalışma Creative Commons CC-BY 4.0 Uluslararası Lisansı kapsamında lisanslanmıştır.

Kaynaklar

- Beever, D. J., Hopkirk, G. 1990. Fruit Development and Fruit Physiology, in *Kiwifruit: Science and Management*. I. J. Warrington G. C. Weston eds., Ray Richards, Auckland, pp. 97-126.
- Burdon, J., Clark, C. 2001. Effect of Postharvest Water Loss on Hayward Kiwifruit Water Status. *Postharvest Biology and Technology*, 22(3): 215-225. Amsterdam.
- Crisosto, H. C., Crisosto, G. M. 2001. Understanding Consumer Acceptance of Early Harvested Hayward Kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 22(3): 205-213.
- Crouch I. 2003. 1-Methylcyclopropene (SmartFresh™) as an Alternative to Modified Atmosphere Storage of Apples and Pears. *Acta Horticulturae* 600: 433-439.
- Dhillon, W. S., Mahajan, B. V. C., Dhatt, A. S., Sandhu, A. S. 2005. Changes in ripening behaviour of pear cv. Punjab Beauty. *Indian J. Hort.*, 62(2): 193-195.
- Doğan, A., Kurubaş, M. S., Erkan, M. 2017. Hayward Kivi Çeşidinde Kontrollü Atmosfer ve 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Kombinasyonunun Meyve Kalitesi ve Muhafazası Üzerine Etkileri. *Meyve Bilimi Dergisi*, 70-77. ISSN: 2148-0036.

- Karaca, İ. 2019. Mersin yöresinde yetiştirilen Hayward kivi çeşidinde modifiye atmosfer paketlenmenin soğukta muhafazaya etkisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Karaçalı, İ. 2002. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. E.Ü. Zir. Fak. Yayınları No:494. 469 s. Karaçalı İ., 2006. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:494, 481 s, İzmir.
- Kanbur, M. Ş., Gündoğdu, M. 2020. Kivi Meyvelerinin Olgunlaşma Evrelerine Göre Fenolik Bileşik İçeriklerindeki Dağılım. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 6(2): 194-201. <https://doi.org/10.24180/ijaws.740571>
- Karakaya, O., Öztürk, B., Kadim, H. 2019. Kivi (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) Meyvesinin Biyoaktif Bileşikleri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 2019, 5(1): 11-17. doi: 10.24180/ijaws.469541
- Mitchell, F. G. 1988. Kiwifruit Maturity. Perishables Handling Postharvest Technology of Fresh Horticultural Crops. Coop. Ext. Univ. Cal. Issue No.63:4.
- Pearson, D., Churchill, A.A. 1970. The Chemical Analysis of Foods. Gloucester Place, 104, London, p. 233.
- Yıldırım, I. K. 2010. Hayward kivi çeşidinin normal ve kontrollü atmosfer koşullarında depolanması üzerine araştırmalar. Akdeniz Üniv. Fen bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Zheng, W., Wang, S. Y. 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49:5165-5170.