



ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

ADÜ ZİRAAT DERG

Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty

Cilt (Volume): 18

Sayı (Issue): 1

Haziran (June) 2021

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ
(ADÜ ZİRAAT DERG)

JOURNAL OF ADNAN MENDERES UNIVERSITY AGRICULTURAL FACULTY

ISSN 1304-7787
e-ISSN 2717-7084

Cilt
(Volume) **18**

Sayı
(Issue) **1**

Haziran
(June) **2021**

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

(ADÜ ZİRAAT DERG)

JOURNAL OF ADNAN MENDERES UNIVERSITY AGRICULTURAL FACULTY

Cilt (Volume): 18, Sayı (Issue): 1, Haziran (June) 2021

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi tarım bilimleri alanında (*bahçe bitkileri, bitki koruma, biyosistem mühendisliği, peyzaj mimarlığı, tarım ekonomisi, tarımsal biyoteknoloji, tarla bitkileri, toprak bilimi ve bitki besleme, su ürünleri mühendisliği, gıda ve süt teknolojisi, zootekni ve benzeri çoğu temel ve uygulamalı araştırma*) yapılan özgün çalışmaları hakem incelemesi sonunda yayınlayan, yayın dili Türkçe ve İngilizce, uluslararası, bilimsel bir dergidir. Dergi; 2004 yılından günümüze, altı ayda bir olmak üzere yılın altıncı ve on ikinci aylarında çıkarılmakta ve iki sayıda bir cilt tamamlanmaktadır. Dergi TR Dizin (**ULAKBİM**), **EBSCOHost** (Academic Search Complete), **CrossRef** ve **Google Akademik** tarafından taranmaktadır.

Dergide hakem kurulunun onayladığı araştırma makaleleri yayınlanmaktadır. Lisans üstü tezlerden üretilmiş olan yayınlar "Lisans üstü tezinden üretilmiştir" ibaresi ile hakemlere gönderilmektedir.

Bir yazının yayınlanabilmesi için daha önce başka bir dergide yayınlanmamış veya başka bir dergiye gönderilmemiş olması ve yayına uygun görülmesi gerekmektedir. Makale için konusu ile ilgili en az iki hakemin olumlu değerlendirmesi alındıktan sonra yayınlama kararı alınmaktadır. Editörler makaleyi hakemlere göndermeden ret edebilir.

Yayınlanan yazılardaki bilimsel içerik, sonuç ve yazının etik kurallara uygun olup olmadığının sorumluluğu yazarlara aittir. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı, Editörleri ve Danışma Kurulu yayınlanan içerikten sorumlu değildir.

Makale başvuruları <http://dergipark.gov.tr/aduziraat> adresinden kabul edilmektedir. Başka iletişim araçları (mektup, e-posta vs.) ile yayın kabulü ya da yazar/hakem yazışmaları yapılmamaktadır. Makale yollandıktan sonra yazar eklenemez veya çıkartılamaz. Tüm yazarlar makalenin son halini inceleyip onaylamalıdır. Ayrıca diğer önemli hususlar derginin arka sayfasında "Yazarlara Önemli Not" başlığı altında verilmiştir.

Yayınlayan - Published By

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Aydın/Türkiye

Sahibi - Owner

Adnan Menderes Üniversitesi Rektörlüğü
Prof. Dr. Osman Selçuk ALDEMİR

Yayın Kurulu Onursal Başkanı

Honory President of the Editorial Board

Prof. Dr. İbrahim GENÇSOYLU



Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

Ziraat Fakültesi, Güney Yerleşke 09100, AYDIN / TÜRKİYE

Tel: 0 (256) 772 70 23 Faks: 0 (256) 772 72 33

E-posta: ziraatdergi@adu.edu.tr Web: <http://dergipark.gov.tr/aduziraat>

Adnan Menderes Üniversitesi Basımevi, AYDIN



ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

(ADÜ ZİRAAT DERGİ)

JOURNAL OF ADNAN MENDERES UNIVERSITY AGRICULTURAL FACULTY

Cilt (Volume): 18, Sayı (Issue): 1, Haziran (June) 2021

Baş Editör - Editor in Chief

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin UYSAL

Editörler Kurulu - Editorial Board

Bitki Koruma Bölümü (Plant Protection)

Dr. Öğr. Üyesi Ümit ÖZYILMAZ

Dr. Arş. Gör. Melis USLUYALÇIN

Gıda Bilim ve Teknolojisi (Food Science and Technology)

Dr. Öğr. Üyesi Filiz YILDIZ AKGÜL

Dr. Öğr. Üyesi Betül ERTEKİN

Dr. Arş. Gör. Ecem AKAN

Peyzaj Mimarlığı (Landscape Architecture)

Dr. Öğr. Üyesi Ebru ERSOY TONYALIOĞLU

Tarım Alet ve Makinaları (Agricultural Machines)

Dr. Öğr. Üyesi Yüksel AYDOĞAN

Tarım Ekonomisi (Agricultural Economics)

Doç. Dr. Gökhan ÇINAR

Tarımsal Yapılar ve Sulama (Agricultural Structures and Irrigation)

Dr. Öğr. Üyesi Ersel YILMAZ

Tarla Bitkileri (Field Crops)

Dr. Arş. Gör. Ali YIĞIT

Zootekni (Animal Science)

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Önder ÜSTÜNDAĞ

Danışma Kurulu - Advisory Board

Prof. Dr. Ahmet KILIÇKAN (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN (Ankara Uni.)

Prof. Dr. Cemal ATICI (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. Deniz ÇOBAN (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. E. Mennan YILDIRIM (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. Erhan AKKUZU (Ege Üni.)

Prof. Dr. Gönül AYDIN (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. H. Güner SEFEROĞLU (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. İbrahim CEMAL (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. Janusz POSPOLITA (Opole Uni., Poland)

Prof. Dr. Kemal Tulühan YILMAZ (Çukurova Üni.)

Prof. Dr. İbrahim ÇAKMAK (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU (Harran Üni.)

Prof. Dr. Mine KARATAŞ ÖZKAN (Southampton Uni., UK)

Prof. Dr. Mustafa Ali KAYNAK (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. Orhan KURT (Ondokuz Mayıs Üni.)

Prof. Dr. Soner BALCIOĞLU (Akdeniz Üni.)

Prof. Dr. Timo KAUTZ (Humboldt Uni., Germany)

Prof. Dr. Zöhre POLAT (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Prof. Dr. A. Demet KARAMAN (Aydın Adnan Menderes Üni.)

Asst. Prof. Sunday O PETERS (Berry Collage, USA)

Doç. Dr. Soner AKGÜL (Çukurova Üni.)

Dr. Iwona Klosok BAZAN (Opole Uni., Poland)



Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

Ziraat Fakültesi, Güney Yerleşke 09100, AYDIN / TÜRKİYE

Tel: 0 (256) 772 70 23 Faks: 0 (256) 772 72 33

E-posta: ziraatdergi@adu.edu.tr Web: http://dergipark.gov.tr/aduziraat

Adnan Menderes Üniversitesi Basımevi, AYDIN



ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

JOURNAL OF ADNAN MENDERES UNIVERSITY AGRICULTURAL FACULTY

Cilt (Volume): 18, Sayı (Issue): 1, Haziran (June) 2021

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ/RESEARCH ARTICLES

Termal Ön İşlemin Güneş Enerjili Rafly Bir Kurutucuda Muz Cipsi Üretimine Etkisi **1**

Zehra YILDIZ

The Effects of Thermal Pre-treatment on the Production of Banana Chips using Solar Tray Dryer

Elektrostatik Yüklemenin "First Red" Gül Çeşidinin Depolanması Üzerine Etkisi **7**

Gülnaz YILDIZ, Yüksel AYDOĞAN

Effects of Electrostatic Charging on Storage of "First Red" Rose

Marulda Yapraktan Gübrelemede Farklı Yayıcı-Yapıştırıcı Kullanımının Etkisi Üzerine Bir Araştırma **15**

Mustafa Ali KAPTAN

A Research on the Effect of Different Surfactant-Adjuvants Used Into the Foliar Fertilization on the Lettuce

Kısıtlı Sulama Koşullarında Zeytin Ağaçlarında Özsü Akışı ve Stoma İletkenliğindeki Değişimin Belirlenmesi **21**

Erkal ERTEM, Erhan AKKUZU

Determination of The Variation in Stomatal Conductance and Sapflow in Olive Trees Under Deficit Irrigation

Bovine SMO gene polymorphism in Anatolian Black Cattle and Anatolian Water Buffaloes **29**

İbrahim AYTEKİN, Mervan BAYRAKTAR

Yerli Kara sığır ırkı ve Anadolu mandalarında SMO gen polimorfizmi

İncir Çekirdeği Ununun Mufinin Fiziksel, Kimyasal, Tekstürel ve Duyusal Kalitesi Üzerine Etkisi **33**

Hande ÖZKAN, Hülya GÜL

Effects of Fig Seed Flour on Physical, Chemical, Textural and Sensory Quality of Muffin

Effects of Different Seed Density, Temperature and Fertilization Applications on Some Growth Parameters in Soilless Roll Sod Production 41

Muhammet KARAŞAHİN

Topraksız Rulo Çim Üretiminde Farklı Tohum Miktarı, Sıcaklık ve Gübreleme Uygulamalarının Bazı Gelişim Parametreleri Üzerine Etkileri

İkinci Ürün Silajlık Mısırdaki Dinamik Sulama Programının Verim ve Morfolojik Özellikler Üzerine Etkisi 49

Özen KOBAK, İsmail TAŞ

The Effect of Dynamic Irrigation Scheduling on Yield and Morphological Properties of Second Crop Silage Corn

Sanayi Tipi Domates Bitkisinde Su-Verim İlişkileri Üzerine Bir Araştırma 59

Umur SUZAN, Mehmet Ali UL, Hatice GÜRGÜLÜ, İbrahim DUMAN

A Research On The Water-Yield Relationship In Processing Tomato Plants

Zencefilin (*Zingiber officinale* Roscoe) Diazinon Toksisitesine Karşı Koruyucu Rolünün *Allium cepa* L. Meristem Hücrelerinde Araştırılması 65

Kültiğin ÇAVUŞOĞLU, Oksal MACAR, Tuğçe KALEFETOĞLU MACAR, Emine YALÇIN

Investigation of the Protective Role of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Against Diazinone Toxicity in *Allium cepa* L. Meristem Cells

Kahramanmaraş Ekolojik Koşullarında Kışlık ve Yazlık Ekilen Çörek Otu (*Nigella* sp.) Genotiplerinin Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi 73

Erol KESER, Osman GEDİK

Determination of Agricultural and Quality Characteristics of Black Cumin (*Nigella* sp.) Genotypes Sown in Winter and Summer under Kahramanmaraş Ecological Conditions

Tau-fluvalinate'nin Sublethal Dozlarının *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera:Aphididae)'nin Yaşam Çizelgesi Üzerine Etkileri 83

Sibel YORULMAZ SALMAN, Cenk KESKİN, Mehmet KAYA

Effects of Tau-fluvalinate Sublethal Doses on Life Table of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera:Aphididae)

Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri ile Peyzaj Çeşitliliği ve Karbon Depolama Potansiyeli Arasındaki İlişkinin İncelenmesi 89

Derya GÜLÇİN

Exploration of the Relationship Between Landscape Diversity and Carbon Storage Potential Using Remote Sensing and GIS

The Effect of Sowing Date, Cultivar and Seed Rate on Yield and Quality Characteristics in Rapeseed (<i>Brassica napus</i> L.)	97
Sevgi DİNÇ, Aydın ÜNAY Kanolada (<i>Brassica napus</i> L.) Farklı Ekim Zamanı, Çeşit ve Tohumluk Miktarının Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi	
Bazı Tarımsal Girdilere Uygulanan Katma Değer Vergisi (KDV) İndiriminin Üreticiler Açısından Değerlendirilmesi	103
Ferit ÇOBANOĞLU, Halil İbrahim YILMAZ, Sıdıka BOZKIRAN, Yeşim ÖZTÜRK Evaluation of Value Added Tax (VAT) Reduction Applied to Some Agricultural Inputs from the Perspective of Producers	
Determination of Effective Mutation Dose on Walnut (<i>Juglans regia</i> L. cv. Chandler) Budwoods	111
Sinem SANLI, Zeynel DALKILIÇ Ceviz (<i>Juglans regia</i> L. cv. Chandler) Aşı Gözleri Üzerine Etkili Mutasyon Dozunun Belirlenmesi	
Düzenleyici Ekosistem Hizmetlerinden Hava Kalitesinin Efeler -Aydın Örneğinde İncelenmesi	119
Ebru Ersoy TONYALOĞLU, Birsen KESGİN ATAK, Muhammet YİĞİT Assessment of Air Quality as a Regulating Ecosystem Services in the Case of Efeler-Aydın	
Response to Early Treatment of Chlormequat Chloride in Cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)	127
Volkan Mehmet ÇINAR, Aydın ÜNAY Pamuğun (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) Erken Uygulanan Chlormequat Chloride'e Tepkisi	
Üretici Koşullarında Pamukta (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) Yaprak Döktürücü Uygulamasının Bazı Morfolojik Özellikler Üzerine Etkisi	133
Rıfki KABAK, Mustafa Ali KAYNAK The Effect of Grower Defoliant Application on Some Morphological Properties of Cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)	
Sıcaklığın <i>Puccinia menthae</i> Ürediosporlarının Çimlenmesi Üzerine Etkisi	141
Birsen GEÇİOĞLU ERİNCİK Effect of Temperature on Urediospores Germination of <i>Puccinia menthae</i>	

Aydın İli İkinci Ürün Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Farklı Azot Dozlarının Verim, Verim Komponentleri ve Lif Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi

147

Sergül ÇOPUL, İbrahim GENÇSOYLU

The Effects of Different Doses of Nitrogen Fertilizer on Yield, Yield Components and Fiber Quality Properties in Second Crop Cotton in Aydın Province, TURKEY

Termal Ön İşlemin Güneş Enerjili Rafli Bir Kurutucuda Muz Cipsi Üretimine Etkisi

Zehra YILDIZ*¹

¹ Tarsus Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Mersin

Öz: Gıda ürünlerinin uzun süre muhafaza edilmesi için doğrudan güneş ışınımı altında kurutulması durumunda özellikle ürünün renginde bozulma ve besin değerlerinde azalma meydana gelmektedir. Bu sebeple, güneşin etkisinden dolayı faydalanılabilen güneş enerjili kurutucular kullanılmaktadır. Bu çalışmada, termal ön işlem uygulanmış ve uygulanmamış muz halkaları güneş enerjili rafli kurutucuda kurutulmuştur. Halka halinde kesilmiş muz önce belirli sıcaklıkta bulunan su, şeker ve sitrik asit çözeltilerinden birine daldırılmış daha sonra güneş enerjili kurutucuda kurutulmuştur. Kurutma koşulları, ön işlem, çözelti türü ve güneş enerjili kurutucuda kalma süresi olarak belirlenmiştir. Kurutma koşullarının nem kaybı, çapsal büzülme oranı ve renk parametrelerine etkisi belirlenmiştir. Muz halkalarının kurutulmasında en uygun daldırma çözeltisi sitrik asit çözeltisi olarak belirlenmiştir. Sitrik asit çözeltisine daldırılan muz halkaları güneş enerjili rafli kurutucunun yanı sıra güneş altında ve gölgede kurutulmuştur. Muz halkalarının kurutulması üzerine rafli güneş enerjili kurutucuda kurutulmadan önce termal ön işlem uygulanmasının olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Muz halkalarının batırıldığı çözelti türü ve kurutucuda kalma süresinin artmasıyla ile hem çapsal büzülme oranı hem de nem kaybı artmıştır.

Anahtar kelimeler: Kurutma, Güneş enerjili kurutucu, Kurutma ön işlemi

The Effects of Thermal Pre-treatment on the Production of Banana Chips using Solar Tray Dryer

Abstract: If food products are dried under direct sunlight to preserve them for a long time, deterioration in the color of the product and decrease in nutritional values occur. For this reason, solar-powered dryers are used that can benefit indirectly from the effect of the sun. In this study, the banana rings with and without thermal pre-treatment were dried in a solar rack dryer. The banana rings was first dipped in one of the water, sugar and citric acid solutions at a certain temperature and then dried in a solar tray dryer. Drying conditions were determined as pretreatment, solution type and residence time in solar dryer. The effect of these drying conditions on banana drying was determined as moisture loss, diameter shrinkage ratio and b color parameters. The most suitable dipping solution for drying banana rings was determined as citric acid solution. Banana rings soaked in citric acid solution were dried in the sun and in the shade as well as in a solar rack dryer. It was determined that applying thermal pre-treatment on the drying of banana rings before drying in a rack solar dryer has a positive effect. With the increase in the concentration of the solution in which the banana rings were kinds of solution and the solar dryer time increased, both diameter shrinkage ratio and moisture loss increased.

Keywords: Drying, Solar dryer, Pre-drying treatment

GİRİŞ

Muz, yaz ve kış tüketicinin severek tükettiği ancak diğer meyvelere göre çok çabuk bozulabilen tropikal bir meyvedir. Ülkemiz, muz tüketiminin yarısını karşılamaktadır. Yerli muz üretimi, Antalya ve Mersin illerinde yapılmaktadır. Mersin, muz üretiminin %73 lük kısmını karşılamaktadır. Mersin ilinde Anamur, Bozyazı ve Erdemli ilçeleri başta olmakla beraber Aydıncık, Yenişehir, Toroslar, Tarsus, Akdeniz, Silifke ilçelerinde muz üretimi yapılmaktadır. Mersin’de en fazla üretilen 4. meyve muzdur ve bölgedeki tarımın kalkınmasında çok önemli bir gıda ürünüdür (Subaşı ve ark., 2016; Akova ve Güven, 2018).

Muz, çok çabuk bozulan bir meyve olduğundan uzun süre muhafaza edilmesi depolamada önemli bir sorundur. Muzun ilk nem içeriği %80 olup, nem içeriği %15 olana kadar kurutulduğunda raf ömrü uzatılabilir. Muzun kurutulması için gereken hava sıcaklığı yüksek olup, 70°C dir (Ertekin ve Yıldız, 1998). Türkiye de en fazla güneşlenme süresinin olduğu temmuz ayında Türkiye güneşlenme süresi 11.31 saat olup, Mersin için güneşlenme süresi 11.45 saat ve Tarsus ilçesinin güneşlenme süresi 11.63 saattir (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2021). Mersin ilinin güneşlenme

süresi, Türkiye güneşlenme süresinin üzerinde olup, güneşlenme potansiyeli oldukça yüksek olan ve birinci kuşakta yer alan bir ildir (Buldu, 2008). Güneş ışınımının yüksek olduğu ülkelerde, ürünlerin güneşte kurutulması oldukça yaygın kullanılan bir gıda koruma yöntemidir. Besin değerleri ve duyuşal özellikleri yüksek kuru ürünlerin ekonomik üretimi için en uygun kurutma yöntemi seçilmelidir. Bugün dünya üzerinde pek çok ülkede ürünler doğrudan güneş altında kurutulmaktadır. Doğrudan güneş altında kurutma yöntemi, ekonomik bir kurutma yöntemi olmasına karşın açık alanda kurutma yapıldığından kurutulacak ürünün toza, kire ve çeşitli haşaratlara maruz kalması gibi durumlardan dolayı hijyenik bir kurutma sağlamaz. Ürün, güneş altında doğrudan güneş ışınımına maruz kaldığından ürünün rengi, tat, aroma, gevreklik gibi duyuşal özellikleri ve besin değerleri olumsuz etkilenmektedir (Eren, 2004; Erünal, 2010; Yıldız ve Gökayaz 2018). Kurutma işlemini etkileyen en önemli faktörlerden

*Sorumlu Yazar: zyildiz@tarsus.edu.tr

Geliş Tarihi: 30 Nisan 2020

Kabul Tarihi: 12 Mart 2021

biri kurutma havasının özellikleridir. Kurutma havasının neminin yüksek olması kurutma işlemini olumsuz etkiler. Mersin, yaz mevsiminde hava sıcaklığı ve hava nemi Türkiye ortalamasının üzerinde olan bir ildir. Güneş enerjisinden dolayı olarak yararlanıldığı güneş kolektörlerine sahip kurutucularda hava sıcaklığı dış ortamdan daha yüksek olup, hava nemi daha azdır (Lingayat ve ark., 2017). Ayrıca güneş altında kurutmada çok geniş arazilere ihtiyaç olup, çok raflı güneş enerjili kurutucular daha az yer kaplar, güneşin doğrudan teması ile kurutulacak üründe renk, duyu ve besin değerlerindeki kayıplar önlenir, daha kısa sürede kurutma sağlanabilir.

Kurutulacak ürünün kalitesi ve işletme maliyeti üzerine kurutma öncesi uygulanacak sıcak daldırma, soğuk daldırma, haşlama, kükürtleme, tuzlama ve ozmotik dehidrasyon gibi ön işlemlerin önemli etkileri bulunmaktadır (Yokuş, 2014). Kurutma ön işlem uygulanması ile ilgili araştırmalar son yıllarda ilgi çekmektedir. Daldırma ve haşlama işlemi, enzim aktivitesini durdurmayı veya yavaşlatmayı sağlayarak besin kalitesinin, duyu özellikler ve rengin korunmasına yardımcı olarak daha kısa sürede kurutmaya sağlar (Gürel ve ark., 2016). Daldırma ve haşlama işlemi ürünün yapısı, şekli, boyutu, çözelti sıcaklığı ve derişimi, çözelti ürün oranı gibi faktörlere bağlıdır (Fernandes ve ark., 2006).

Güneş enerjili kurutucuda kurutma ile sıcak daldırma birlikte kullanılması ile kurutma işleminin verimi artırılabilir. Kurutmadan önce uygulanan ön işlem sırasındaki su kaybına bağlı olarak kurutucunun su uzaklaştırma yükü azalmakta, örnekler kurutucuya daha yüksek kuru madde içeriğinde girmektedir. Böylece ön işlem, kurutma süresini kısaltmayı ve kurutucu potansiyelini arttırmayı sağlar. Bununla birlikte, ön kurutma işlemiyle kurutulmuş örneklerin su alma özelliği gelişmiş, renk, doku, görünüş bakımından oldukça kaliteli ürünler oldukları, aroma ve tat açısından da kabul edilebilir düzeyde oldukları belirtilmektedir. Ayrıca bu yöntem kurutma için enerji gerektirmediğinden ekonomik bir kurutma yöntemidir (Nowakunda ve ark., 2004; Aktaş ve ark., 2006; Silva Júnior ve ark., 2017).

Muz cipsi, tatlı karışımlarında, çikolata, biskivü, kek ve kahvaltılık gevreklerde kullanılan ayrıca sağlıklı atıştırmalık olarak tüketilen besleyici özelliği yüksek olan kuru muz halkalarıdır. Bu çalışmada, kurutma termal ön işlemin (haşlama) uygulandığı ve uygulanmadığı ince dilimlenmiş muz halkaları güneş enerjili raflı kurutucuda kurutulmuş muz cipsleri elde edilmiştir. Muz halkalarının güneş enerjili kurutucuda kurutulması üzerine termal ön işlemin etkisi belirlenmiştir. Belirli dilim kalınlığındaki muz halkaları çeşitli çözeltilere daldırılmış daha sonra güneş enerjili raflı kurutucuda kurutulmuştur. Muz halkalarının daldırıldığı çözelti türü, daldırma süresi ve güneş enerjili kurutucuda bekleme süresinin nem kaybı, büzülme oranı ve b sarılık

renk değişimi üzerine etkileri belirlenmiştir. Ön işlem uygulanmış muz halkalarının nem kaybı ile beraber büzülme oranı artarken renk değişimi gözlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında muz kurutmada kullanılacak olan çok raflı doğal konvektif güneş enerjili kurutucu özel olarak tasarlanmıştır. Şekil 1'de gösterilen kurutucu; güneş kolektörü, kurutma odası ve bacadan oluşmaktadır. Kurutma odası içerisinde çıkarılıp takılabilir delikli raflar yerleştirilmiştir. Kolektörde yer alan yutucu plaka ile güneş ışınları tutularak güneşten elde edilen ısı kurutma havasına aktarılır. Güneş kolektörü ile ısınan hava kurutma odasında yer alan delikli raflar üzerine yerleştirilmiş muz halkalarındaki nemi uzaklaştırır ve kurutucu bacasından nemli hava atılarak kurutma işlemi tamamlanır.



Şekil 1. Çok raflı doğal konvektif güneş enerjili kurutucu

Deneyler, global ışınım değerlerinin ve güneşlenme süresinin en yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında yapılmıştır. Deneyler sıcaklık ve güneş ışınım şiddetinin en yüksek olduğu saatlerde 09:30 ile 17:30 da yapılmıştır (Apaydın, 2007). Güneş enerjili raflı kurutucu, deneylere başlanmadan önce termal dengeye gelmesi için güneş altında bir saat bekletilmiştir. Deneylerde Anamur muzunu kullanılmıştır. Kabukları soyulan muzlar, 3mm dilim kalınlığında halka şeklinde dilimlenmiştir.

Meyveler genellikle asidik çözeltilere daldırılmakta ve böylece ürün kalitesini etkileyen enzimler inaktive olmaktadır. Muz halkalarının ön işleminde şeker, bal, meyve suyu, limon suyu, askorbik asit çözeltisi ve sitrik asit çözeltisi kullanılmıştır (Abano ve Sam-Amoah, 2011; Pandya ve Yadav, 2014; Gürel ve ark., 2016). Bu çalışmada muz halkalarının ön işlemi için %5 sitrik asit, %5 şeker çözeltisi ve su (kontrol çözeltisi) kullanılmıştır. Muz halkalarının kurutulmasında termal ön işlemlerde çözelti sıcaklığı olarak genellikle 50 °C - 70 °C aralığında alınmıştır (Fernandes ve ark., 2006; Taiwo ve Adeyemi, 2009; Sunitha ve ark., 2017). Muz halkalarına uygulanan kurutma öncesi daldırma ön

işlemi için sitrik asit çözeltisine 10 dakika daldırılması çeşitli çalışmalarda önerilmiştir (Taiwo ve Adeyemi, 2009; Gürel ve ark., 2016). Sıcak su daldırma meyvede su geçişi ve çözünenlerin liçingini sağlar. Çözünen maddelerin geçişi daldırma zamanı ve sıcaklığına bağlıdır. 85 °C gibi yüksek daldırma sıcaklıklarında çözünen geçişi artarken meyvenin doku yapısı zarar görür (Jagannath ve Kumar, 2016). Sunithave arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 82 °C de 15 dk su da 3 mm dilim kalınlığında muz halkaları bekletilmiştir (Sunitha ve ark., 2017). Bu çalışmada, muz halkalarının termal ön işleminde çözelti sıcaklıkları doku kaybına yol açmayacak kadar yüksek bir sıcaklık olan 80 °C seçilmiştir. %5 sitrik asit çözeltisi, %5 şeker çözeltisi ve kontrol çözeltisine ağırlıkları, çapları ve renk parametreleri belirlenen muz halkaları 10 dk boyunca batırılmıştır. Çözeltiden çıkarılan muz halkaları süzülerek daha sonra güneş enerjili kurutucunun rafına dizilerek kurutulmuştur. Ayrıca kurutma ön işleminin etkili olup olmadığını belirlemek için ön işleme tabii tutulmamış muz halkaları da güneş enerjili kurutucu da kurutulmuştur. Kurutma öncesi ve sonrası nem kaybı, büzülme oranı ve b renk parametre değişimi gibi kurutma performans değerleri belirlenmiştir. 80 °C de 10 dakika, sitrik asit çözeltisi içerisinde alınan dilimlenmiş muzun fazla suyu süzdürüldükten sonra kurutma işlemleri için tepsilere yerleştirilmiştir. Toplam beş saat boyunca güneş enerjili kurutucuda muz halkaları kurutulmuştur. Bir saat aralıklarla muz halkalarının ağırlıkları, çapları ve renk parametreleri ölçülerek nem kaybı, çapsal büzülme oranı ve renk parametrelerindeki değişimi belirlenmiştir.

Kurutmaya etki eden faktörler olarak güneş enerjili kurutucuda kalma süresi, ön işlem ve çözelti türü seçilmiştir. Deneylerde belirlenen kuruma süreleri boyunca ağırlık ve çap ölçümleri ile beraber renk analizi yapılmıştır. Deneylerde kurutma işlemi öncesi ve sonrası ölçümler, üç örnek için yapılmış ve ortalaması alınmıştır. Deney sonucunda %nem kaybı, çapsal büzülme oranı ve renk değişimi gibi kurutma verileri elde edilmiştir. Bu veriler aşağıdaki eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir (Darıcı, 2012; Aboud, 2013; Pandya ve Yadav, 2014).

$$\text{Nem Kaybı} = \frac{M_0 - M_s}{M_0} \quad (1)$$

$$\text{Büzülme Oranı} = \frac{D_0 - D_s}{D_0} \quad (2)$$

Eşitlik 1’de yer alan M_0 ve M_s sırasıyla muz halkalarının kurutma öncesi ve kurutma sonrası ağırlıklarını (g), eşitlik 2’de yer alan D_0 ve D_s ise kurutma öncesi ve kurutma sonrası örnek çapını (mm) ifade etmektedir.

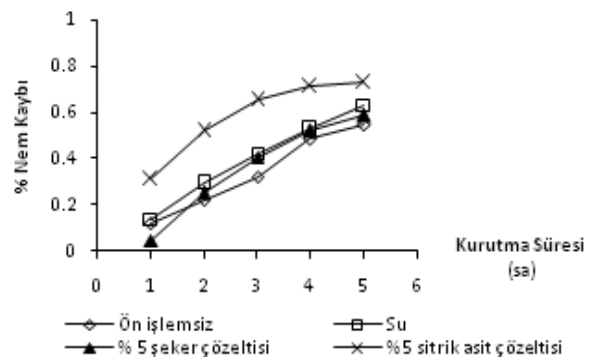
Muz halkalarının renk değişimi kaliteyi olumsuz etkileyen bir parametredir. Muz halkalarının oksidasyon sonucunda kararmasını engellemek ve kurutma süresini azaltmak için

muz halkaları önce belirli derişimdeki farklı çözeltilere daldırılmıştır. b renk değeri, mavi-sarı renkleri hakkında bilgi verir. b pozitif değeri, sarı ve negatif değeri mavi rengi ifade eder. Muz halkaları beyaz-sarı renklerinde olup, zamanla sarı-kahverengi renk alır. Bu yüzden muz için b değerleri renk analizinde önemlidir (Yıldız ve ark., 2015). Renk ölçümü üç defa yapılmış ve ortalama değer alınmıştır. b renk değişimi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Kurutma öncesi ve sonrası muz halkalarının renk parametresi b, Lab Tools un colorimeter yazılımı ile belirlenmiştir. b_0 taze muz halkalarına ait ve b kurutma periyodu sonrası b renk parametresini göstermektedir (Askari ve ark., 2008).

$$\frac{\Delta b}{b_0} = \frac{b_0 - b}{b_0} \quad (3)$$

BULGULAR VE TARTIŞMA

Muz halkalarının kurutulması için ön işlem uygulanmış daha sonra çok rafli doğal konvektif güneş enerjili kurutucuda kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Ön işlemin güneş kurutma üzerine etkileri Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7 de verilmiştir. Ön işlem uygulanmamış (ön işlemsiz) ve ön işlem uygulanmış muz halkaları, güneş enerjili kurutucu da kurutulmuş ve zamanla nem kaybındaki değişim Şekil 2 de verilmiştir. Kurutma süresi boyunca muz halkalarının nem kaybı şekilden görüldüğü üzere kurutma süresi boyunca artmıştır. Nemin difüzyonu, gıda ve kurutma havası arasındaki konveksiyonla ısı transferi ile gıdanın yüzeyinden su buharlaşma hızı, kurutma havasının sıcaklığının ve kurutma süresinin artması ile artar. Böylece, nem kaybı artar (Nwakuba ve ark., 2018; Abano ve ark., 2014; Cakir, 2015).

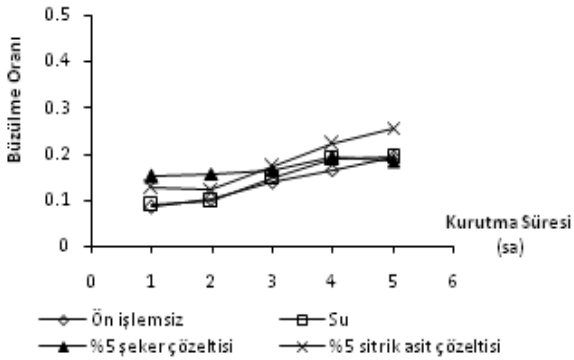


Şekil 2. Kurutma süresi boyunca nem kaybı değişimi

Şekilden görüldüğü üzere güneş enerjili kurutucuda ön işlem uygulanması nem kaybı değerini arttırmıştır. En fazla nem kaybı, %5 sitrik asit çözeltisine daldırılan muz halkalarında görülmüştür. Yalnız güneş enerjili kurutucu ile kurutulan muz halkalarındaki nem kaybı en azdır. Kurutmanın ilk saatinde nem kaybı %12 iken beş saatlik kurutma periyodunun sonunda nem kaybı %55'e

yükselmiştir. 80 °C sıcaklıkta 10 dk suya daldırılmış (kontrol çözeltisi) muz halkalarının kurutulmasında nem kaybı kurutmanın ilk saatinde %14 iken beş saatlik kurutma periyodunun sonunda nem kaybı %63'e yükselmiştir. 80 °C sıcaklıkta 10 dk %5 sitrik asit çözeltisine daldırılmış muz halkalarının kurutulmasında nem kaybı kurutmanın ilk saatinde %31 iken beş saatlik kurutma periyodunun sonunda nem kaybı %73'e yükselmiştir. 80 °C sıcaklıkta 10 dk %5 şeker çözeltisine daldırılmış muz halkalarının kurutulmasında nem kaybı, kurutmanın ilk saatinde %4.6 iken beş saatlik kurutma periyodunun sonunda nem kaybı %58'e yükselmiştir.

Şekil 3 de ön işlemi uygulanmamış ve uygulanmış muz halkalarının güneş enerjili kurutucu da zamanla büzülme oranlarındaki değişime ait sonuçlar verilmiştir. Nem kaybı kurutma süresi boyunca azaldığı için büzülme oranı da artmıştır. Daldırma çözeltisi, muz dilimlerindeki gözenekleri güneşte kurutma süresince doldurarak genişletir ve ön işlem örneklerden nem giderme oranını artırır (Abano and Sam-Amoah, 2011). Üründe nem içeriği azalırken katı matrisinin yoğunluğu çözücü geçişiyle artar (Talla ve ark., 2004).

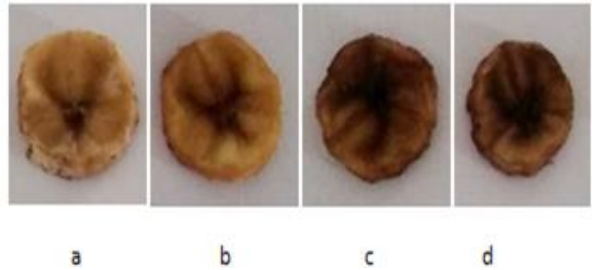


Şekil 3. Kurutma süresi boyunca büzülme oranı değişimi

80 °C sıcaklıkta suya 10 dk çeşitli çözeltilere daldırılan muz halkalarında ön işlem uygulanmamış muz halkalarına göre daha fazla büzülme görülmüştür. Nem kaybında olduğu gibi en fazla büzülme oranı %5 sitrik asit çözeltisine daldırılan muz halkalarında görülmüştür. Ön işlemsiz muz halkalarının güneş enerjili kurutucu da kurutulmasında elde edilen büzülme oranı başlangıçta %8.6 dan kurutma süresinin sonunda %19'a artmıştır. Suya daldırılmış muz halkalarında büzülme oranında kurutma süresinin ikinci saatinden sonra artış olmuştur. Büzülme oranı %9 dan beş saatlik kurutma periyodunun sonunda %28'e ulaşmıştır. %5 şeker çözeltisine daldırılmış muz halkalarında kurutma süresince büzülme oranında önemli bir değişim görülmemiştir. %5 sitrik çözeltisine daldırılmış muz halkalarında büzülme oranı, kurutma süresinin ikinci saatinden sonra artmıştır. Büzülme oranı %14 den kurutma süresinin son saatinde %26

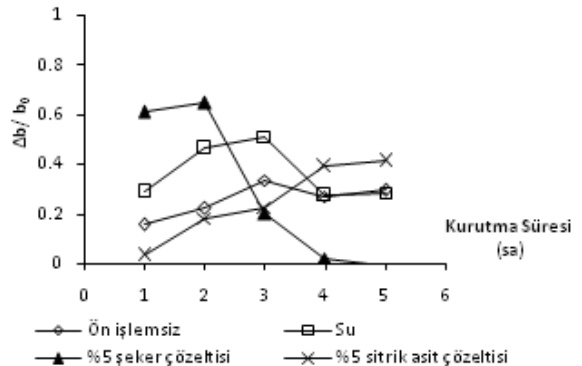
olmuştur. Muz halkalarına uygulanan daldırılma işlemi büzülme oranını arttırmıştır.

Şekil 4 de, ön işlem uygulanmış ve uygulanmamış muz halkalarının güneş enerjili kurutucuda kurutma işlemi sonundaki renk değişimleri görülmektedir. Su ve şeker çözeltisine daldırılmış muz halkalarında kararma gözlenirken ön işlemsiz ve sitrik asit çözeltisine daldırılan muz halkalarında önemli bir kararma olmamıştır. Herhangi bir kurutma yöntemi ile kurutulan örnekteki koyulaşma gibi renk değişimi, luminosity gibi ısıya duyarlı pigmentlerin zarar görmesi ile ilgilidir. Sitrik asit, askorbik asit gibi asidik çözeltilere meyvenin daldırılması kahverengileşme ve enzimatik olmayan Milard reaksiyonunu engellediği bilinmektedir (Maskan, 2001).



Şekil 4. Kurutma işlemi ile muz halkalarındaki renk değişimi a) Ön işlemsiz b) Sitrik aside daldırılmış c) Suya daldırılmış d) Şeker çözeltisine daldırılmış

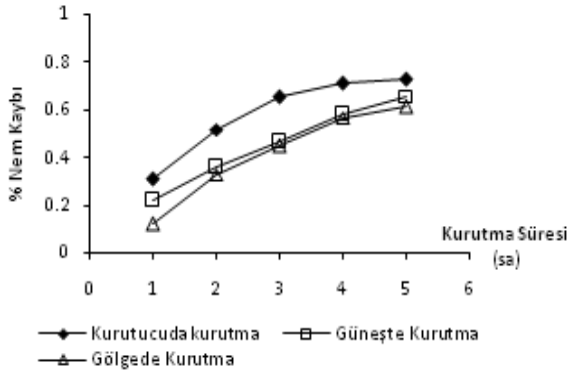
Şekil 5 de, ön işlem uygulanmış ve uygulanmamış muz halkalarının güneş enerjili kurutucuda kurutulmasında b renk parametresindeki değişim verilmiştir. Kurutma süresi boyunca muz halkalarının $\Delta b/b_0$ oranı değişmiştir. Muz halkalarının sitrik asit çözeltisine daldırılması oksidasyonu yavaşlatarak muzun kararmasını önlemiş, gözle görülür bir kararma görülmemiştir. Kurutma süresinin üçüncü saatinden sonra b parametresinde düşüş görülmüştür. Muz halkalarının taze halindeki göre b değeri daha yüksektir. Muz halkalarının şeker çözeltisine batırılması muzun karartmış ve muz halkalarının taze halindeki göre b değeri daha düşük bulunmuştur. b sarılık renk parametresi ikinci saatten sonra azalmıştır.



Şekil 5. Kurutma süresi boyunca $\Delta b/b_0$ değeri değişimi

Güneş enerjili kurutucuda kurutmada ön işlemin kurutma performansına olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Sitrik asit çözeltisine daldırılmış muz halkalarının nem kaybı ve büzülme oranı diğer daldırma çözeltilerine göre daha fazla iken renk değişimi daha azdır.

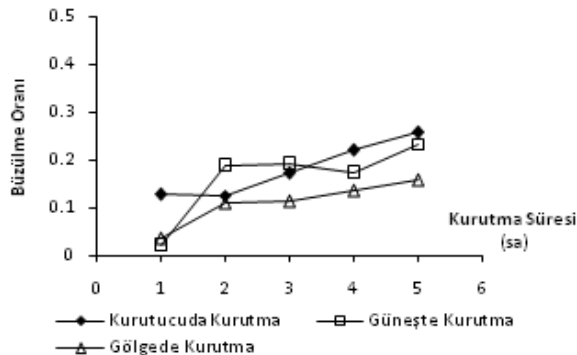
Sitrik asit çözeltisine daldırılmış muz halkaları güneş altında, gölgede ve güneş enerjili kurutucuda kurutulmuş ve kurutma süresi boyunca nem kaybı değişimi Şekil 6 de verilmiştir. Kurutma süresi boyunca muz halkalarının nem kaybı artmıştır. Nem kaybı en fazla güneş enerjili raflı kurutucuda olmuştur.



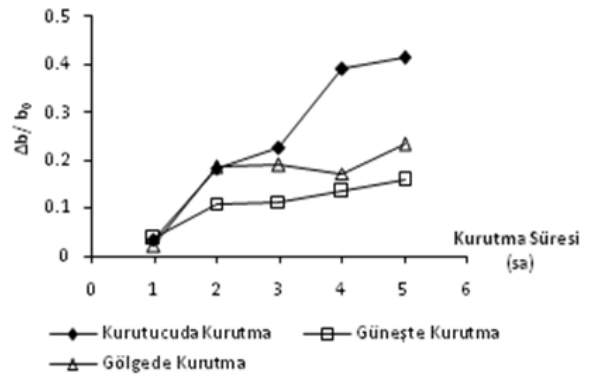
Şekil 6. %5 sitrik asit çözeltisine daldırılmış muz halkalarının nem kaybı değişimi

Sitrik asit çözeltisine daldırılmış muz halkaları güneş altında, gölgede ve güneş enerjili kurutucuda kurutulma süresi boyunca büzülme oranındaki değişim Şekil 7 de verilmiştir. Kurutma süresi boyunca muz halkalarının büzülme oranı en fazla güneş enerjili raflı kurutucuda en az gölgede kurutma da olmuştur.

Sitrik asit çözeltisine daldırılmış muz halkaları güneş altında, gölgede ve güneş enerjili kurutucuda kurutulması boyunca büzülme oranındaki değişim Şekil 8 de verilmiştir. Kurutma süresi boyunca muz halkalarının $\Delta b/b_0$ oranı artmıştır. Kurutma sıcaklığı arttıkça ürün rengi olumsuz etkilenmektedir. Daha düşük sıcaklıkta yapılan gölgede kurutmada sarı renk değişimi daha az olmuştur. En fazla b parametresinde değişim yüksek sıcaklıktan dolayı güneş enerjili raflı kurutucuda olmuştur.



Şekil 7. %5 sitrik asit çözeltisine daldırılmış muz halkalarının büzülme oranı değişimi



Şekil 8. %5 sitrik asit çözeltisine daldırılmış muz halkalarının $\Delta b/b_0$ değişimi

Ön işlemsiz ve ön işleme tabii tutulmuş muz halkalarının raflı güneş enerjili kurutucuda kurutulmasında ön işlemin kurutma performansını arttırdığı görülmüştür. Kurutma performans kriterlerinden en önemlisi olan nem kaybı tüm ön işlem görmüş muz halkalarının kurutulmasında ön işlemsiz kurutmaya göre daha fazla olmuştur. En fazla şeker çözeltisine batırılan muz halkalarında nem kaybı artışı belirlenmiştir. Nem kaybı fazla olmasına rağmen şekerli çözeltilerde beklenen muz halkalarında büzülme diğerlerinden daha az olmuştur. Büzülme oranı ise en fazla sitrik asite daldırılan daldırılan muz halkalarında görülmüştür. Muz halkaları beyaz-sarı renklerinde olup, kesildikten sonra oksidasyon sebebiyle zamanla kararmaktadır. Ancak sitrik asit çözeltisine daldırılan muz halkalarında bu kararma önemli miktarda azalmıştır. Deneylerden elde edilen verilere göre raflı güneş enerjili kurutucuda kurutmadan önce muz halkalarının ön işlem ile kurutulmasının nem kaybı ve renk değişiminde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

SONUÇ

Kurutma tekniğinin geliştirilmesi üzerine yapılan bu çalışmada, kurutma işlemi öncesi uygulanan termal ön işlemin önemli etkileri olduğu ortaya çıkmıştır. Ön işlem uygulanmış tüm kurutma işlemlerinde nem kaybı ve büzülme oranı ön işlemsiz kurutma işlemlerine göre daha fazla olmuştur. En fazla nem kaybı ile beraber büzülme oranı % 5 sitrik asit çözeltisine daldırılıp güneş enerjili kurutucuda kurutulan muz halkalarında meydana gelmiştir. Ön işlem uygulanmadan kurutulan muz halkalarının beş saatlik kurutma süresi sonunda nem kaybı %55 iken sitrik asit çözeltisine daldırılmış örneklerin nem kaybı %73 e yükselmiştir. Ön işlem uygulanmadan kurutulan muz halkalarının beş saatlik kurutma süresi sonunda büzülme oranı %19 iken sitrik asit çözeltisine daldırılmış örneklerin nem kaybı %26 a yükselmiştir. Bu sonuç, termal ön işlemin güneş enerjili kurutmada önemli olduğu göstermektedir. Ayrıca renk değişiminin daha az olduğu daldırma çözeltisi sitrik asit çözeltisi olduğu belirlenmiştir. Güneş enerjili kurutucuda kurutmanın güneş altında ve gölgede kurutmaya göre nem kaybı daha fazla olurken renk değişimi daha az olmuştur. Ticari değeri yüksek olan renk kalitesinin

kurutulurken az etkilendiği yoğun kuru madde içeriğine ve uzun raf ömrüne sahip muz cipsi elde etmek için termal ön işlem ile güneş enerjili kurutma yönteminin birlikte kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Abano EE, Sam-Amoah LK (2011) Effects of Different Pretreatments on Drying Characteristics of Banana Slices. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences* 6(3): 121-129.
- Aboud A, (2013) Drying Characteristic of Apple Slices Undertaken The Effect of Passive Shelf Solar Dryer and Open Sun Drying. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12(3): 250-254.
- Apaydın N (2007) Aydın Yöresinde İncir Kurutmada Kullanılacak Olan Doğal Akımlı Bir Güneş Enerjili Kurutucunun Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Akova SB, Güven Ş (2018) Mersin Meyveciliğinde Muzun Yeri ve Önemi. *Marmara Coğrafya*, 37: 271-289.
- Aktas M, Ceylan İ, Doğan H (2006) Güneş Enerjili Kurutma Fırınında Elma Kurutması. *Politeknik Dergisi*, 289-294
- Askari GR, Emam-Djomeh Z, Mousavi SM (2008) Investigation of The Effects of Microwave Treatment on The Optical Properties of Apple Slices During Drying. *Drying Technology* 26: 1362-1368.
- Buldum B (2008) Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinden Temiz Enerji Elde Etme Uygulamaları ve İktisadi Faydaları. *Mali Ufuklar*, 76-81.
- Çakır M (2015) Güneş Enerjisinden Yararlanarak Tarım Ürünlerinin Kurutulması. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1 (1): 41-55.
- Darıcı S (2012) Kivi Meyvesinin Kurutulmasında Kurutma Hava Hızının Kurumaya Etkisinin İncelenmesi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 20(130): 51- 58.
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Güneş enerjisi Potansiyel Atlası, <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/33.aspx> (Erişim Tarihi: 01/03/2021)
- Eren İ (2004) Patateslerin Osmotik Dehidrasyonunun Response Surface Metodu Kullanılarak Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Ertekin C, Yıldız O (1998) Bazı Sebze Meyve Ve Baharatlı Bitkilerin Kurutulma Yöntemleri Ve Kullanılan Güneş Enerjili Kurutucular. *Tarımsal Mekanizasyon* 18. Ulusal Kongresi. Tekirdağ.
- Erünel S (2010) *Prunus Domestica* Osmotik Dehidrasyon Parametrelerinin Ve Kurumaya Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi. Afyon.
- Fernandes FA, Rodrigues S, Gaspareto OC, Oliveira EL (2006) Optimization of Osmotic Dehydration of Bananas Followed by Air-Drying. *Journal of Food Engineering* 77(1): 188-193.
- Gürel AE, Ceylan İ, Aktaş M (2016) Meyve ve Sebzelerin Kurutma Parametrelerinin İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part:C, Tasarım Ve Teknoloji*, 4(4): 267-273.
- Jagannath A, Kumar M (2016) Monitoring Blanching Induced Debittering and Storage Losses of Naringin in Orange Subjected to Osmotic Dehydration. *International Journal of Fruit Science* 16(4): 1-13.
- Lingayat A, Chandramohan VP, Raju VRK (2017) Design, Development and Performance of Indirect Type Solar Dryer for Banana Drying. *Energy Procedia* 109: 409 – 416.
- Maskan M (2001) Kinetics of Colour Change of Kiwifruits During Hot Air and Microwave Drying. *Journal of Food Engineering* 48:169-175.
- Nwakuba NR, Chukwuezie OC, Asonye GU, Asoegwu SN (2018) Energy Analysis and Optimization of Thin Layer Drying Conditions of Okra. *Arid Zone Journal of Engineering, Technology and Environment* 14: 135-154.
- Nowakunda K, Andrés A, Fito P (2004) Osmotic Dehydration of Banana Slices As A Pretreatment for Drying Processes. In *The International Drying Symposium*, 14: 2077-2083.
- Pandya R, Yadav KC (2014) Study on Effect of Pretreatments and Microwave Drying on Banana Chips. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science IOSR-JAVS*, 7(7): 04-10.
- Silva Júnior AF, Silva WP, Farias AJE, Aires KLFC, Castro DS (2017). Osmotic Dehydration Kinetics of Banana Slices Considering Variable Diffusivities and Shrinkage. *International Journal of Food Properties*, 20(6): 1313-1325.
- Subaşı OS, Seçer A, Yaşar B, Emeksiz F, Uysal O (2016) Production Cost and Profitability of Banana in Turkey. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 292: 73-78.
- Sunitha VB, Krishnaveni R, Lavanya A, Vyshnavi T (2017) Study on Effect of Quality of Green Banana Flour Using Different Drying Techniques. *The Pharma Innovation Journal* 6(10): 01-07.
- Taiwo KA, Adeyemi O (2009) Influence of Blanching on The Drying and Rehydration of Banana Slice. *African Journal of Food Science* 3(10): 307-315.
- Talla A, Puiggali JR, Jomaa W, Jannot Y (2004) Shrinkage and Density Evolution Duringdrying of Tropical Fruits: Application to Banana. *Journal of Food Engineering* 64: 103-109.
- Yıldız AK, Polatçı H, Ucu H (2015) Farklı Kurutma Şartlarında Muz Meyvesinin Kurutulması ve Kurutma Kinetiğinin Yapay Sinir Ağları İle Modellenmesi. *Tarım Makineleri Bilim Dergisi*, 11(2): 173-178.
- Yıldız Z, Gökayaz L (2018) Çok Rafli Güneş Enerjili Kurutucuda Elma Kurutulması. *3rd International Mediterranean Science and Engineering Congress*, Adana.
- Yokuş B (2014) Farklı Ön İşlemlerin ve Uygulanan Farklı Kurutma Yöntemlerinin Elmada Toplam Fenol Miktarı ve Antioksidan Aktivite Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik.

Elektrostatik Yüklemenin “First Red” Gül Çeşidinin Depolanması Üzerine Etkisi

Gülnaz YILDIZ¹, Yüksel AYDOĞAN*²

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı-Aydın

² Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği-Aydın

Öz: Bu çalışmada ‘First Red’ çeşidi gülün, hasat sonrası yaşamsal faaliyetlerini koruma altına almak ve vazo ömrünü uzun tutmak için elektrostatik depolama sistemi kullanılmış ve gül üzerindeki etkileri incelenmiştir. Denemeler için etrafı kapalı bir kabin ve elektrostatik alan oluşturmayı sağlayan transformatör kullanılmıştır. Her bir uygulama için 15 adet First Red çeşidi gül kullanılmıştır. Ön deneme olarak değerlendirilen kontrol grubu ile kalibrasyonu yapılan depolama sisteminde, +70, +140, +210, -70, -140 ve -210 voltaj statik elektrik yüklerinde yapılan denemeler 0-2-4-6 gün aralıklarında değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda güllerde meydana gelen ağırlık kayıpları, boyun bükme açıları, su tüketim değerleri, yaprak ve taç yapraklardaki renk değişimleri, etilen ve karbondioksit miktarları ile nem değerlerine ilişkin veriler incelenmiş ve istatistiksel olarak analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ağırlık kaybı 6. günün sonunda +210 V elektrostatik uygulama ile 31.98 g olarak en iyi değeri vermiştir. Boyun bükülmesi, 6. günün sonunda en az -210 V elektrostatik uygulama ile 6.86° değerinde gerçekleşmiştir. Su tüketimi, 6. gün sonunda en iyi değerlerin -70 V, -140 V ve +140 V yüklerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Taç ve çanak yapraklarındaki değişimler, -210 V elektrik yükünde olumlu sonuçları vermiştir. Etilen miktarı -210 V statik elektrik yükü ile koruma altına alınmış ve 6. günün sonunda 16 ppm değerine indirilmesi sağlanmıştır. Karbondioksit miktarı ile nem değerlerinde değişiklik görülmemiştir.

Anahtar kelimeler: Çiçek, hasat sonrası, elektrik, dayanım süresi

Effects of Electrostatic Charging on Storage of “First Red” Rose

Abstract: In this study, the electrostatic storage system was used to protect the life of the 'First Red' cultivar after the harvest and to keep the vase life long, and its effects on the rose were investigated. A enclosed enclosure and a transformer to create an electrostatic field were used for the trials. 15 pieces of First Red rose were used for each application. In the storage system calibrated with the control group evaluated as a preliminary trial, the experiments carried out in static electricity loads of +70, +140, +210, -70, -140 and -210 voltage were evaluated between 0-2-4-6 days. As a result of the evaluations, the data regarding the weight losses, neck bending angles, water consumption values, color changes in leaves and petals, ethylene and carbon dioxide amounts and moisture values were examined and statistically analyzed. According to the results obtained, the weight loss gave the best value as 31.98 g with +210 V electrostatic application at the end of the 6th day. Neck bending was realized at 6.86° with at least -210 V electrostatic application at the end of the 6th day. Water consumption, at the end of the 6th day, the best values were determined to be at -70 V, -140 V and +140 V charge. Changes in the crown and sepals gave positive results at -210 V electrical charge. The amount of ethylene was protected with a static electricity charge of -210 V and it was reduced to 16 ppm at the end of the 6th day. There was no change in the amount of carbon dioxide and humidity.

Keywords: Flower, postharvest, electricity, endurance period

GİRİŞ

Kokusu ve canlı renkleri ile toplumda etkin bir değere sahip olan güller, duyguların en güzelini ve en büyüğünü sözlerden sonra dile getirilmesinde büyük rol oynamaktadır. Özel günlerde en çok tercih edilen ve diğer kesme çiçeklere göre fiyatı 2-3 kat artış gösteren güllerin, ekonomik değerinde sürekli olarak artış sağlanmaktadır. İnsanların duygularını renkleriyle anlatırken bukette tek sayılarda bulunması duyguların yoğunluğunu ve bir kişiye ait olduğunu da göstermektedir (Demircioğlu, 2010).

Gül (*Rosa sp.*) Rosaceae familyasından 1-2 m arasında uzayabilen, bol saçak köke sahip, yarı odunsu, çok yıllık çalı formunda bir bitkidir. Güllerin gövde ve dalları dikenlidir. Dallardan çıkan yapraklar 5-7-9 parçadan oluşur. Çiçekler 5 petalli taç yapraklı, erkek organları sarı başlı olup gonca içinde grup halinde bulunur. Bugün farklı renklerde yetiştirilen gül çeşitleri *Rosa gallica*, *Rosa indica* ve *Rosa lutea* olmak üzere üç ana gül üzerinde yapılan melezleme

çalışmaları ile yüzlerce yeni kültür formu elde edilmiştir (Tuna, 2012).

Türkiye coğrafi konumundan dolayı pazar ülkelere yakın olması ve sahip olduğu ekolojik özellikleri ile kesme çiçek üretiminde gelişme kaydetmektedir. Türkiye, dünya kesme çiçek ticaretinde söz sahibi birçok ülkeye göre henüz gelişme aşamasındadır. Ekonomik anlamda kesme çiçek yetiştiriciliği, küçümsenmeyecek düzeyde olmasına karşın; arzu edilen üretim miktarına ve kalite düzeyine henüz ulaşamamıştır. Bunun sebebi ise üretimden nakliye ve pazarlanmasına kadar geçen süreç içerisinde gerekli

***Sorumlu Yazar:** yuksel@adu.edu.tr Bu çalışma yüksek lisans tez ürünüdür ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: ZRF-19006)
Geliş Tarihi: 9 Temmuz 2020
Kabul Tarihi: 10 Mart 2021

teşkilatlanmanın sağlanamaması, üretimde kullanılacak olan teknolojinin yetersiz olması ve üretimde tek bir çeşide bağlı kalınması başlıca sorunları oluşturarak sektörde istenen seviyeye ulaşmamızı engellemektedir.

Türkiye’de kesme çiçek üretimi; iklim özellikleri, üretim teknolojisi ve satış özellikleri yönünden iç ve dış pazara yönelik üretim olmak üzere iki grupta incelenmektedir. İç pazara yönelik üretim Ege ve Marmara Bölgesi’nde dış pazara yönelik üretim ise Akdeniz Bölgesi’nde yoğunlaşmaktadır. Türkiye genelinde en fazla karanfil, glayöl, gül ve nergis üretimi yapılmaktadır (Taşçıoğlu ve Sayın, 2005).

Kesme çiçeklerde solunum aktivitesinin hasattan sonra da devam etmesi yapısal bozulmaların nedeni olarak gösterilmektedir. Solunum işleminin devam etmesi; mikroorganizma faaliyetlerinin artan sıcaklığa bağlı olarak hızlanmasına, enzimlerin bozulmasına ve çiçeğin bünyesinde etilen oluşumunu artırarak biyolojik bozulmalara neden olmaktadır. Hasattan sonra meydana gelen bozulmanın engellenmesi için kesme çiçeklerin hızlı ve etkin bir şekilde soğutulması gerekmektedir. Özellikle hızlı bozulan ürünlerin hasat edildikten sonra sıcaklığının 24 saat içerisinde depolama sıcaklığına indirilerek soğutulması, ürünün satış ve depolama kalitesini koruma altına almaktadır. Bunun için yapılması gereken ön soğutma işlemidir. Ön soğutma işlemi ile üründe bulunan gizli ısı alınmaktadır. Ön soğutma işlemi, hava, su ve vakum uygulamaları ile yapılabilmektedir. Yapılan araştırmalara göre, kesme güle 4 °C’de durağan hava ile ön soğutma yapılmış ve 25 °C’deki kontrol grubuna göre vazo ömründe 6 günlük bir artış gözlenmiştir. First Red gül çeşidinde ise 4 °C’de 24 saat boyunca durağan hava ve buzlu suyla püskürtme yapılarak ön soğutmaya tabii tutulmuştur. Kullanılan her iki yöntemde de kalite parametreleri kontrol altına alınmış olup vazo ömrü üzerinde olumlu sonuçları tespit edilmiştir (Alibaş ve Köksal, 2018).

Kesme çiçekler üzerine yapılan birtakım araştırmalar çiçeklerin yüksek sıcaklıklarda suda taşınmasının faydalı olduğunu, düşük sıcaklıklarda ise buna gerek duyulmadığı belirtilmiştir (Kazaz, 2015).

Ülkemiz deniz taşımacılığında pazar ülkelere yakın olmasından dolayı büyük avantaja sahiptir. Karadeniz, Akdeniz ve Ege denizine sınır bulunan pazar ülkelerine gemiyle ulaşım sağlanarak en ekonomik nakliye gerçekleştirilmektedir. Kesme çiçek ihracatında yaşanan yüksek taşıma maliyetinin önüne deniz yolu taşımacılığı ile geçilebilmektedir. Süs bitkileri ihracatında, hava yolu taşımacılığına alternatif olarak deniz taşımacılığı geliştirilmelidir (Çelikel, 2013).

Kesme çiçeklerde vazo ömrü ve kalite parametrelerinin koruma altına alınması ürünün hem ekonomik değerini hem

de satılabilirliğini artırmak için önem arz etmektedir. Ticari değeri yüksek kaliteli ürünler elde edebilmek için hasat öncesi üretim koşullarının ve kültürel işlemlerin en uygun koşullarda yapılması gerekir. Kesme çiçekleri korumaya yönelik yapılacak çalışmalar ile kalite parametreleri korunma altına alınarak tüketici memnuniyeti sağlanmış olacak ve ülke ekonomisine sağladığı katkı artacaktır (Tuna, 2012).

Wang ve ark. (2005) yapmış oldukları çalışmada yüksek voltajlı elektrostatik alanların çileklerin hasat sonrası kalitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çilek meyvesi, solunum hızı, et sıklığını, çözünür katı içerik poligalakturonaz (pg) faaliyet ve karboksümetalselülaz (Cx-Selülaz) etkinliği 50 kV/m ve 100 kV/m yüksek gerilim statik elektrik alanı (HVEF) etkilerini araştırmak için deneysel malzemesi olarak kullanılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlarda, solunum oranının önemli ölçüde azaldığını, çözünür katıların içeriğinin yüksek seviyede tutulduğunu ve meyve sertliği yavaş yavaş azalırken poligalakturonaz ve cx-selüloz aktivitelerinin azaldığı belirtilmiştir. Depolamanın yedinci gününde, HVEF ile muamele edilmiş çürük çilek oranı %5, kontrol grubu ise %15’lik kısmı oluşturmaktadır.

Wang ve ark. (2007) yapmış oldukları çalışmada yüksek voltajlı elektrostatik alan (HVEF) oluşturularak, hasat sonrası domateslerin kalitesini koruyabileceğini ileri süren bir çalışma yapmışlardır. Yeşil olgun domatesler, 20 °C’de 2 saat boyunca negatif veya pozitif yüksek elektrostatik alana bırakılmış ve daha sonra 30 gün boyunca 13 ± 1 °C’de, %85-90 oranlarındaki bağıl nemde depolanmıştır. Elde edilen sonuçlar, negatif yüksek elektrostatik alanın (-2 kV.cm⁻¹) sıkışmadaki düşüşü ve renk değişimini, toplam çözünabilir şekeri ve domates meyvesinin titre edilebilir asitliğini depolama sırasında geciktirebileceğini göstermiştir. Depolama sırasında domates meyvesinin solunum ve etilen üretimi, sırasıyla 3 ve 6 gün boyunca negatif yüksek elektrostatik alan etkisiyle geciktirilmiştir. Domates meyvelerinde malondialdehit içeriği ve elektrik iletkenliği artışları, depolama sırasında negatif yüksek elektrostatik alan etkisi ile önemli ölçüde inhibe edilmiştir.

Liu ve ark. (2017) yılında yapmış oldukları çalışmada HVEF’in hurma yetiştiriciliğinde potansiyel bir hasat sonrası teknolojisi olarak etkilerini araştırmışlardır. 600 kV/m elektrik alan kuvveti kullanılan ve meyveleri 15 gün boyunca saklamadan önce farklı sürelerde (0, 30, 60, 90 ve 120 dakika) işlemden geçirilmiştir. Sonuçlar, HVEF’in kilo kaybı oranını 1.0-3.4 kat azaltabildiğini gösterirken, sadece HVEF’in doku bozulmasını geciktirme işleminde başarılı olmadığını ve aynı zamanda etkinin uygulama süresi ile arttığını göstermiştir. HVEF, kilo kaybını geciktirebilir, sertlik oranını ve karbondioksit verimini azaltır. HVEF, malondialdehit (MDA) üretim hızını yaklaşık 1.46–11.22 kat

baskılabılır ve HVEF Pektin esteraz aktivitesini inhibe edebilir ve toplam fenollerini değiştirmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Dan ve ark. (2018) yapmış oldukları çalışmada Zaoyan Őeftalisinin yüksek voltajlı elektrostatik alanda (HVEF) ağrılık kaybetme hızı, esmerleşme indeksi, çürüme oranı, posa sertliği, solunum aktivitesi ve nispi iletkenliği üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuçlar HVEF'in açıkça kilo verme oranını, esmerleşme indeksini ve çürüme oranını azaltabileceğini göstermiştir. Bu arada, solunum aktivitesi ve Őeftalinin posa sertliğinin azalması HVEF tarafından kontrol edilmiştir. Őeftalinin HVEF altındaki göreceli iletkenliği yavaş yavaş yükselmiş, bu da Őeftalinin olgunluğunu ve yaşlanmasını kontrol edebileceğini belirtmiştir.

Yıfan ve Honghui (2011) yapmış oldukları çalışmada yüksek voltajlı elektrostatik alan altında kivi meyvesinin hasat sonrası depolama ömrünü uzun tutmak ve tazeliğini korumaya yönelik çalışmışlardır. Hasat sonrası kivi meyvesi 175 kV/m tekdüze yüksek voltajlı elektrostatik alanla işlenmiş, 17-30 gün sonra kivi meyvesinin fizyolojik ve biyokimyasal etkileri analiz edilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, sonuç kivi meyvesinin biyolojik enziminin ve etileninin geciktiğini ve olgunlaşma ile yaşlanmasının ertelendiğini kanıtlamıştır. Kivi meyvesi, uygun parametreler seçilerek yüksek verimlilik ve enerji tasarrufu ile taze tutulmuştur.

Bu çalışmanın amacı, kiş ve ilkbahar olmak üzere iki farklı dönemde kesimi yapılan ve önemli bir ticari bir değere sahip olan gllerin, hasattan sonra kalite kriterlerini koruma altına almak ve vazo ömrünü uzun tutmak için geliştirilen farklı statik elektrik yüklerine karşı gösterdiği yapısal değişimler ve bu değişimlerin depolama kriterlerine karşı etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Rosecea familyasından olan gllerin, dalları dikenli bir yapıda olup, yaprakların uç kısımları sivri ve kenarları tırtıklıdır. 5 petalli olup, her bir petal 2 loba bölünmüştür. Petallerin altında 5 sepal denilen çanak yaprağı bulunmaktadır. Denemeler süresince 'First Red' gl çeşidi üzerinde çalışılmış ve her bir uygulama için 15 adet gl kullanılmıştır. Üreticiden temin edilen gllerin her biri ayrı ayrı numaralandırılmış olup, 12-13 cm aralıklarında boylama işlemi yapılmıştır.

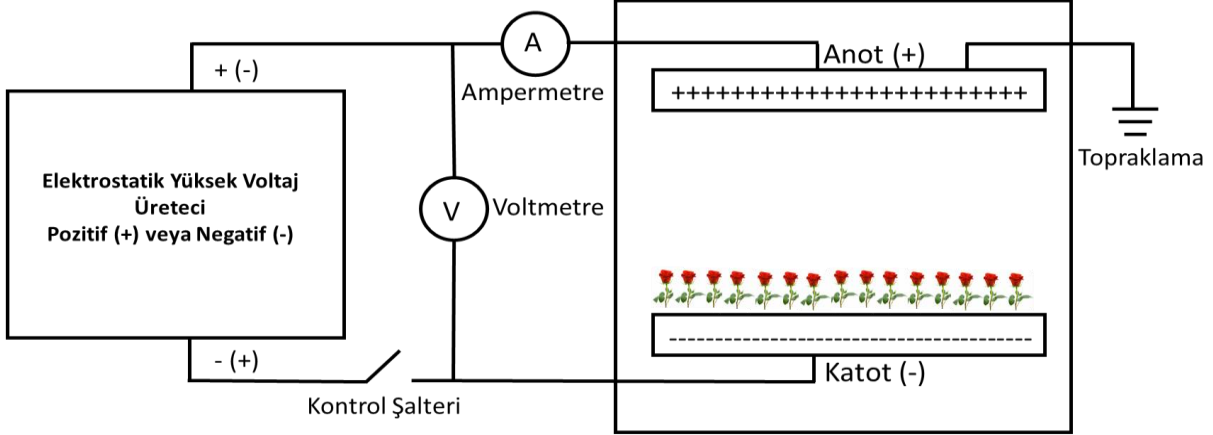
Elektrostatik depolama sisteminde + ve – yüklerin elde edilebilmesi için ayarlanabilir transformatör kullanılmıştır. Transformatör 0-220 V arasında 1 V hassasiyete sahip, panelinde açma ve kapama Őalteri, emniyet amaçlı sigorta, dijital voltmetre ve ampermetreden oluşmaktadır. Elektrostatik yükleme sistemi ve çalışmada kullanılan materyal Şekil 1'de verilmiştir.

Yöntem

Elektrostatik depolama sistemi içerisinde değerlendirilmeye alınan gller, dış çevreden etkilenmeyecek Şekilde her yönü ile izolasyonu yapılmış, PVC malzemeden imal edilmiş olan kabin içerisine yerleştirilmiştir. Kabin içerisinin net olarak görülmesini sağlayan pleksiglas Őeffaf camlar 5 mm kalınlığında olup kabinin yan ervelerine konumlandırılmıştır. Elektrostatik yüksek voltajlı ünite aracılığı ile kabin içerine gönderilen elektrik yüklerinin elektrostatik alan oluşturabilmesi için, paslanmaya ve oksitlenmeye karşı dirençli, 750 x 520 x 2 mm ebatlarında elektrik iletkenliğine sahip krom elik plakalar kabinin alt ve st bölmelerine yerleştirilmiştir. Sistemi oluşturan ünitelerin devre Őeması Şekil 2'de yer almaktadır (Aydoğan, 2013).



Şekil 1. Elektrostatik yükleme sistemi ve kullanılan materyal



Şekil 2. Elektrostatik yükleme sistemi (Aydoğan, 2013)

Denemeler süresince 0-2-4 ve 6. gün periyotlarında ağırlık kayıpları, boyun bükme açıları, su tüketim değerleri, renk değişimleri, karbondioksit ve etilen değerleri ile nem değerlerindeki değişimler incelenmeye alınmıştır.

Denemelerde elektrostatik alan oluşturulmadan önce 15 adet gül normal oda koşullarında 20 °C sıcaklıkta 0-2-4-6 günleri içerisinde incelenerek kontrol grubunu oluşturmuşlar ve bu süre içerisinde ağırlık kayıpları, boyun bükme açıları, su seviyesi ve renk değişim değerleri incelenmiştir. Daha sonra elektrostatik depolama sistemi içerisinde yer alan güller üzerine (+) ve (-) yükler gönderilerek, -70, -140, -210, +70, +140, +210 voltajlarında 0-2-4-6 günlük periyotlarda 20 °C sıcaklıkta uygulamaları yapılmıştır.

Ağırlık değişimlerini belirleyebilmek için ilk olarak ortalama 12-13 cm aralığında boylama işlemi yapılmış daha sonra rastgele seçilen güller numaralandırılarak ilk ağırlıkları 0.1 gr hassasiyetindeki terazi ile ölçülmüştür. Başlangıç ağırlıkları ile son gündeki ağırlık kayıpları belirlenerek aşağıda yer alan formül ile hesaplanmıştır (Koyuncu, 1999).

$$\% \text{ Ağırlık Kaybı} = \frac{\text{Başlangıç Ağırlığı} - \text{Son Ağırlık}}{\text{Başlangıç Ağırlığı}} \times 100 \quad (1)$$

Hasat sonrası boyun bükme genellikle çiçeğin yeterli suyu çekememesinden kaynaklanmaktadır (Kazaz, 2015). Kesme güllerde boyun bükme açısının belirlenebilmesi için güller üzerinde bir nokta belirlenmiş ve açıölçer yardımı ile bükülme derecesi ölçülmüştür.

Su tüketim değerlerinin belirlenebilmesi için güllerin sığabileceği şekilde 1000 ml hacme sahip plastik kap kullanılmıştır. İlk olarak 1000 ml'lik sudan belirlenen gün periyotlarında ne kadar azalma olduğunu, güller kapta iken ve güller analiz edildikten sonraki azalma veya artış miktarına göre incelenmiştir.

Renk ölçümü, renk ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Cihaz öncelikle siyah ve beyaz plakalar ile kalibre edilerek ölçüme

hazır hale getirilmiştir. Her bir gülden alınan yaprak ve taç yaprak numunelerinin renk değişimleri L, a, b değerleri ile ölçülmüştür. Güllerden alınan her bir yaprak ve taç yaprağın renk ölçümleri için 3 farklı değer saptanarak ortalama değerleri alınmış ve L, a, b değerleri okunmuştur. L değeri açıklığı veya koyuluğu, +a yönü kırmızı, -a yönü yeşili, +b yönü ise sarı, -b yönü ise maviye doğru olan renk geçişlerini ifade etmektedir.

Kabin içine yerleştirilen etilen (C₂H₄) ve karbondioksit (CO₂) sensörleri ile ortamda oluşan değerler algılanarak dijital ekrana aktarılmış ve anlık olarak değerlerin okunması sağlanmıştır. Kabin içindeki nem değerinin ölçümü doğrudan dijital nem ölçüm cihazı ile % olarak verilmiştir. Kabin içindeki nem değerleri 0. gün, 2. gün, 4. gün, 6. gün sonlarında cihaz üzerinden doğrudan okunarak kaydedilmiştir.

Denemeler 3 tekrerrür olarak yapılmış olup, ulaşılan veriler Excel ve SPSS istatistik programlarından yararlanılarak her bir uygulama için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Excel programında elde edilen verilerin ortalama değerleri alınarak SPSS programından faydalanılarak One Way Anova analiz yöntemi kullanılmıştır. Veriler ANOVA'da analiz edilerek uygulamalar arasındaki farklılık 0.05 önem seviyesinde Tukey testi ile saptanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ağırlık kayıplarının değerlendirilmesi

Ağırlık kaybı için elde edilen sonuçlar incelendiğinde; elektrostatik alanın etkisinde kalan güllerin 6. gün sonunda gösterdiği en az ağırlık kaybı +210 V statik elektrik yükü ile 31.98 g değerinde olduğu ve en fazla ağırlık kaybının ise +70 V elektrostatik uygulamasında 14.05 g değerinde olduğu görülmüştür. Diğer elektrostatik uygulamaların kontrol grubuna göre daha az ağırlık kaybı olduğu belirlenmiştir.

Boyun bükme açısının değerlendirilmesi

Kesme güllerde en sık karşılaşılan sorunlardan biri çiçeğin baş kısmının bir yöne doğru bükülmesidir. Baş kısmının

bükülmesi ile beliren noktada şişkinlik ve yassı bir görünüm oluşurken çanak yaprağın deformasyona uğramasına da neden olduğu bilinmektedir. (Kazaz, 2015). Su içerisinde bekletilen güllerin, iletim demetinde gelişen fiziksel ve mikrobik tıkanmalar çiçeğin ömrünü ciddi ölçüde etkilemektedir.

Boyun bükme açısı değerlerine ait sonuçlar ele alındığında, 6. gün sonunda en fazla 20.93° değeri ile kontrol grubunda, en az bükülme ile kalite düşüşünün önüne geçen uygulama ise 6. günün sonunda -210 V statik elektrik yüklemesinde 6.86° değeri olmuştur.

Su tüketiminin değerlendirilmesi

Kontrol grubu ve elektrostatik alan etkisinde kalan güllerde su tüketimini belirleyebilmek için 1000 ml'lik içi su dolu plastik bir kaba her deneme için 15 adet gül yerleştirilmiştir. Uygulamalar sonucu belirlenen günlerde (0-2-4-6) ölçülü kap yardımı ile su tüketim değerleri ölçülmüştür.

Su tüketimine ait veriler incelendiğinde 6. günün sonunda, en fazla su tüketimi kontrol grubunda 70 ml, en az tüketim ise sırası ile -70 V, -140 V ve +140 V elektrostatik uygulamalarında 10 ml değerinde gerçekleşmiştir.

Renk değişim değerleri

Güllerde renk değişimleri için yaprak ve taç yapraklardan alınan numuneler numaralandırılmış paketlere yerleştirilmiştir. Daha sonra renk ölçüm cihazı aracılığı ile ölçümler yapılmıştır.

Yaprak renk değişim değerleri

Siyah ve beyaz plakalar ile kalibre edilen cihazda renk değerlerini veren L, a, b verileri alınmıştır. L değeri açıklığı veya koyuluğu, +a yönü kırmızı, -a yönü yeşili, +b yönü ise sarı, -b yönü ise maviye doğru olan renk geçişlerini ifade etmektedir.

Yeşil yapraklara ait renk değerlerine ilişkin elde edilen sonuçlara göre, parlaklığı ve canlılığı ifade eden L renk değerlerinden kontrol grubunun 6. gününde 11.68 değerinde ciddi bir renk kaybı görülürken, -210 V elektrostatik yükü ile 33.59 değeri canlılığını en fazla koruyan grup olmuştur.

Yeşil rengi ifade eden negatif a renk değerlerine ait sonuçlar incelendiğinde, 6. gün sonunda en yüksek -210 V statik elektrik uygulaması ile -6.53 değeri görülürken, kontrol grubunda -1.16 değerinde gerçekleşmiştir. Pozitif yönü ile değerlendirilen b renk değerlerinde ise 6. gün sonunda, en yüksek -210 V elektrostatik uygulaması ile 12.14 değerine ulaşılırken, en düşük değer ise kontrol grubunda 5.69 değerinde görülmüştür.

Taç yaprak değişim değerleri

Güllerden alınan taç yapraklara ait renk değişimleri için L, a, b renk değerleri incelenmiştir. Parlaklığı ve canlılığı ifade eden L değerlerinin farklı ortamlardaki durumu değerlendirilmiştir. Taç yapraklardaki en iyi durumu ifade eden sonuç, 6. günün sonunda +210 V statik elektrik uygulaması ile 31.21 değerinde en yüksek sonucu vermiştir.

En düşük değer ise 70 V statik elektrik uygulamasında 23.9 değeri olmuştur.

First red gülünün kırmızı rengini ifade eden pozitif a değerleri için elde edilen verilere göre, 6. günün sonunda en yüksek değer -210 V elektrostatik uygulaması ile 42.7 değerinde görülürken, en düşük değer ise +70 V statik elektrik yüklemesi ile 20.15 değerlerinde görülmüştür. +70 V elektrostatik uygulaması ile hızlı bir renk değişimi görülmüş ve taç yapraklarda renk kaybı yaşanarak, solma ve kararma meydana gelmiştir.

Taç yapraklarda sararma durumunu ifade eden b renk değerleri için alınan sonuçlara göre, 6. günün sonunda en az renk değişimi göstererek en yüksek değere sahip -210 V statik elektrik uygulamasında 18.75 değeri olmuştur. En fazla renk kaybı ile en düşük değere sahip olan uygulama ise kontrol grubunun 6. gününde 8.15 değerinde gerçekleşmiştir.

Kabin içindeki etilen (C₂H₄) ve karbondioksit (CO₂) değerleri

Etilen kesme çiçeklerde kontrol altına alınması gereken önemli bir faktördür. Kesme çiçeklerde, yaprak ve taç yaprak dökülmesine, yaprak sararmasına, solma ve yaşlanmaya neden olarak çiçek ve bitki ömrünü kısaltmaktadır (Çelikel, 2013).

Etilen, bitkilerde olgunlaşma sürecinin devam ettiğini ve bu süreç içerisinde hızla artış göstererek bitki ömrünün kısalmasına neden olan önemli faktördür. First Red gülünün elektrostatik depolama sisteminde oluşan etilen verileri incelendiğinde, 6. günün sonunda en düşük etilen miktarı -210 V yükü ile 16 ppm değeri olmuştur. En fazla etilen üretimi ise +210 V elektrik yükünde 81 ppm'e ulaşmış ve yaşlanma süreleri hız kazanarak ciddi kayıplar yaşanmıştır. Kesme gülden karbondioksit miktarı solunum hızıyla orantılıdır. Solunum hızı ise sıcaklık artışı ile hız kazanmakta ve vazo ömrünün kısalmasına neden olmaktadır. Elektrostatik depolama koşullarında meydana gelen karbondioksit miktarındaki değişimler incelendiğinde 6. gün sonunda, uygulamalar arasında benzer durumlar yaşanmış ve hemen hemen aynı değerlere ulaşılmıştır. 6. gün sonunda en az CO₂ değeri +210 V statik elektrik yüklemesi ile 718 ppm değerinde gerçekleşmiştir.

Kabin içindeki nem değerleri

Kabin içerisine içi su dolu ölçekli plastik kapla yerleştirilen güller su çekebildiği sürece hayatta kalmaktadır. Su çekimi ile yaşamsal faaliyetlerini gösteren güller solunum yaptıkça kapalı ortamda oluşturdukları nem miktarında bir artış sağlanacaktır. Düşük nemli ortamda tutulan çiçeklerde transpirasyon artmakta, bu da su alımı ve taşınımını olumsuz yönde etkileyerek dayanıklılık süresini azaltmaktadır. Veriler genel olarak incelendiğinde kabin içerisinde nem durumu stabil tutulmuştur. Uygulamaların ortalamaları alınarak hesaplanan nem değişim değerlerinden en az nem miktarı +210 V elektrostatik

yüklemesinde ortalama %83 değerine ulaşmış ve diğer günlerde durum benzer şekilde ilerlemiştir.

Sıcaklığın uygun olduğu koşullarda, solunum hızı yavaşlatmakta ve bitki ömrü uzamaktadır. Kabin içerisindeki sıcaklığın en düşük seviyede tutulması bitkisel ömrü uzatmakta ve ürünün uzak mesafelere taşınmasına olanak sağlamaktadır (Çelikel, 2013). Elektrostatik depolama kabini içerisindeki sıcaklık, genel olarak oda koşullarındaki sıcaklığı sağlayarak 20 °C olarak gösterilmiştir. Elektrostatik kabin içerisinde ve dışında değerlendirilen güllerden ilk olarak incelenen ağırlık kaybı değerlerinden en az kayıp +210 V statik elektrik yükü ile 31.98 g değerinde olduğu görülürken, en fazla ağırlık kaybı 70 V elektrostatik uygulamasının 14.05 g değerinde meydana gelmiştir. Bu uygulamayı takip eden kontrol grubunda ise en fazla çiçek kaybı yaşanan grup olmuştur. Kontrol grubu içerisinde değerlendirmeye alınan 15 adet gülden, deneme sonunda 10 adedi yaşamsal faaliyetlerini yitirmiştir. Diğer statik elektrik yüklemelerinde ise birbirine yakın değerler elde edilmiş ve ağırlık kaybını önleyici etkileri ortaya konulmuştur.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise boyun bükme açısı değerleri incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, kontrol grubunda 20.93 derecelik bir artış ile en fazla boyun bükülmesinin olduğu görülmüş ve bazı güllerde bükülme sonucu gonca ile sapın birleştiği kısımlarda çürüme ve kopma meydana gelmiştir. En az boyun bükülmesi ile kalite düşüşünün önüne geçen uygulama ise -210 V statik elektrik yüklemesi ile 6.86° değeri olmuştur. Yaşamsal faaliyetlerinin devam etmesini sağlayan su tüketim miktarı incelendiğinde kontrol grubunda 70 ml'lik bir emilimle en fazla seviyeye ulaşmıştır. En az su tüketimini sağlayan gruplar ise -70 V, -140 V, 140 V ve -210 V statik elektrik uygulaması ile istenen bir emilim sağlanmış ve canlılık faaliyetleri korunmuştur.

Güllerin dallarından alınan yapraklarda renk değişimleri için L, a, b değerleri incelenmiştir. Parlaklığı ifade eden L değerleri için kontrol grubunda 11.68 değerinde düşüş yaşanırken, elektrostatik depolama sisteminde -210 V yüklemenin etkisi ile 33.59 değerinde en iyi sonuç alınmış ve canlılığın korunduğu bir uygulama olmuştur. Yeşil rengi ifade eden -a renk değerinden, en fazla renk değişimi -1.16 değeri ile kontrol grubunda görülmüş ve yapraklarda lekelenmeler meydana gelmiştir. En az renk değişimi gösteren grup ise -210 V statik elektrik uygulamasında -6.53 değeri ile yeşil rengini koruyan grup olarak yer almıştır. Yapraklarda sararma sonucu meydana gelen renk değişimleri +b değeri ile ifade edilmektedir. Yapraklardan elde edilen veriler sonucunda en fazla sararmanın kontrol grubunda 5.59 değerinde olduğu, en az değişimin ise -210 V elektrik yükünde 12.45 değerinde olduğu görülmüştür. Genel olarak -210 V elektrostatik uygulamasından olumlu sonuçlar alınmıştır.

Taç yapraklardan alınan örneklerin renk değişimleri için L, a, b değerleri incelenmiştir. L değeri için +210 V statik elektrik uygulamasında canlılığını koruduğu ve 31.21 değeri ile en yüksek değere ulaştığı görülürken, en düşük sonuç ise +70 V elektrostatik uygulamasında 23.9 değerinde elde edilmiştir. +a değeri taç yapraklarda görülen kırmızı rengini ifade etmektedir. +a renk değeri için ulaşılan sonuçlarda, en yüksek değer -210 V elektrostatik uygulaması ile 42.7 değerinde olduğu, en düşük değer kaybı ise +70 V elektrostatik uygulamasında 20.15 değerinde gerçekleşmiştir. b değerindeki değişimler incelendiğinde, en az renk değişimi ile en yüksek değere sahip olan -210 V statik elektrik yüklemesinde 18.75 değerinde olduğu, en fazla değişim ise kontrol grubunda 8.15 değerinde olduğu görülmüştür. Taç yapraklardan elde edilen sonuçlara göre en iyi -210 V elektrostatik uygulamasından olumlu sonuçlar alınmıştır.

En az etilen üretimi -210 V elektrostatik uygulamasında 16 ppm olarak elde edilmiştir. En fazla etilen üretilen uygulama ise +210 V elektrostatik uygulamasında 81 ppm değerinde görülmüştür. Karbondioksit miktarı en az +210 V elektrostatik uygulamasında 718 ppm değerinde görülürken, diğer uygulamalara ait sonuçlar aynı şekilde ilerlemiş ve kabin içerisindeki karbondioksit miktarı 720 ppm değerinde görülmüştür. Kabin içindeki nem değerlerinden, en az nem miktarı +210 V elektrostatik yüklemesinde ortalama %83 değerinde görülürken diğer günlerde durum benzer şekilde ilerlemiş ve %85.5 değerinde seyretmiştir.

SONUÇ

Bir döngü içerisinde yer alan güllerin hasat sonrası kalite korumasında etkili olarak sıcaklık belli bir seviyede tutulmalıdır. Sıcaklık artışı ile solunum faaliyeti hız kazanacak ve su çekimi daha fazla olup terleme oranı artacaktır. Bu da solunum faaliyetinin artışı ile meydana gelen etilen miktarının hızla çoğalmasına ve vazo ömrünün hızla azalarak yaşanmasına ve çiçeğin ölmesine sebep olacaktır.

Elektrostatik depolama sistemine baktığımızda ise yukarıda saymış olduğumuz parametreler kontrol altına alınmaya çalışılmış ve genel olarak elde edilen sonuçlarda -210 V ve +140 V statik elektrik yüklemelerinin daha olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Bu tip uygulamalar ile ticari değeri ile yüksek hassasiyete sahip olan ürünler değer kaybına uğramadan tüketiciye ulaşma imkanına sahip olabilir. Piyasada ürünün fazla olduğu zamanlarda hasadı gerçekleştirilen güllerin, depolama sistemlerindeki gelişmeler sonucunda depolanma aşamasında meydana gelen deformasyonların kontrol altına alınması mümkün olduğu takdirde yıl içerisinde istenilen zamanlarda kalite kaybı yaşanmadan ürünlerin temin edilmesi kolaylaşacaktır. Farklı elektrostatik yüklemelerin hangi parametreler

üzerinde daha etkili olduğunu belirtmek için hazırlanmış olan çizelgede en iyi ve en kötü sonuçları veren uygulama şeklinde değerlendirmeleri yapılmıştır (Çizelge 1).

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesinde, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi (ZRF19006 nolu proje) tarafından verilen destek için teşekkür ederiz.

Çizelge 1. Farklı elektrostatik yüklemelerin parametreler üzerindeki değerlendirmeleri

Ölçülen Parametreler	En İyi Uygulama		En Kötü Uygulama	
Ağırlık Kaybı	210 V	-210 V	Kontrol	70 V
Boyun Bükme Açısı	-210 V	140 V	Kontrol	70 V
Su Tüketimi	-70 V	-140 V	Kontrol	210 V
Yaprak L	-210 V	140 V	Kontrol	70 V
Yaprak a	-210 V	140 V	Kontrol	70 V
Yaprak b	-210 V	140 V	Kontrol	70 V
Taç Yaprak L	210 V	-140 V	70 V	Kontrol
Taç Yaprak a	-210 V	-140 V	70 V	Kontrol
Taç Yaprak b	-210 V	140 V	Kontrol	-140 V
Etilen	-210 V	-70 V	210 V	-140 V
CO ₂ Miktarı	Uygulamanın bu parametreler üzerinde sonuçları aynı olmuştur.			
Nem Oranı				

KAYNAKLAR

- Alibaş İ, Köksal N (2018) Süs Bitkilerinde Ön Soğutma Uygulamalarının Önemi ve Kullanım Olanakları. Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(5): 586-595.
- Aydoğan Y (2013) Elektrostatik Yüklemenin Eriğin Dayanım ve Depolama Süresine Etkileri. Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Çelikel FG (2013) Süs Bitkilerinin Hasat Sonrası Kaliteleri ve Yeni Teknolojiler. V. Süs Bitkileri Kongresi, 06-09 Mayıs 2013, Yalova, 17-25.
- Dan Y, Li L, Ye Q, Zhang G (2018) Effect of High Voltage Electrostatic Field on The Post- Harvest Physiology of "Zaoyan" Peach. Food Science, 26: 260-263.
- Demircioğlu H (2010) Kesme Gülde (Rosa Hybrida First Red) Farklı 1-Mcp Dozu Uygulamalarının ve Farklı Depolama Koşullarının Vazo Ömrü Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kazaz S (2015) Kesme Çiçeklerde Hasat Sonrası Ömrü Etkileyen Faktörler. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi 14: 42-46.
- Koyuncu MA, Yıldız K (1999) Önemli Bazı Kayısı Çeşitlerinin Muhafaza Süresi ve Kalitesi Üzerine Değişik Ambalaj ve Malzemelerin Etkisi. Derim 16(3): 109-118.

- Liu C, Chen W, Chang C, Li PH, Lu PL, Hsieh C (2017) Effect of High Voltage Electrostatic Field (Hvef) on The Shelf Life of Persimmons (Diospyros Kaki). Food Science and Technology 75: 236-242.
- Taşcıoğlu Y, Sayın C (2005) Türkiye'de Kesme Çiçek Üretim ve İhracat Yapısı. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 18(3): 343-354.
- Tuna S (2012) Kesme Gül ve Gerbera Çiçeklerinin Vazo Ömrünü Artırmak İçin Bazı Uçucu Yağlar ve Ana Bileşenlerinin Kullanım Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Wang J, Li L, Ye Q, Wang L (2005) Effect of High Voltage Electrostatic Fields on Post-Harvest Quality of Strawberry Fruit. Agricultural Sciences in China 294-298.
- Wang Y, Wang B, Li L (2007) Keeping Quality of Tomato Fruit by High Electrostatic Field Pretreatment During Storage. Journal of The Science of Food and Agriculture, 88 (3): 464-470.
- Yifan Z, Honghui R (2011) Effects of High Voltage Electrostatic Field Treatment on Post-Harvest Physiology of Kiwifruit. New Technology of Agricultural Engineering (ICAIE) International Conference, 27-29 May 2011, China, 994 – 997.

Marulda Yapraktan Gübrelemede Farklı Yayıcı-Yapıştırıcı Kullanımının Etkisi Üzerine Bir Araştırma

Mustafa Ali KAPTAN^{*1} 

¹ *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölüm, Çakmar, Aydın*

Öz: Dünyada entansif tarımın yapıldığı bölgelerde yapraktan gübreleme uygulamaları sıklıkla yapılmaktadır. Uygulanan gübrenin etkinliğinin artırılması, yapraklarda tutunması, bitki türlerine bağlı olarak yaprak içine kolaylıkla girişinin sağlanması ve daha birçok sebeple yayıcı-yapıştırıcı özellikteki kimyasallar kullanılmaktadır. Bu çalışmada piyasada aktif olarak kullanılan bazı yayıcı-yapıştırıcıların marul bitkisinde bazı mikro besin elementleri (Fe, Mn, Zn ve Cu) konsantrasyonları üzerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Toplamda 10 uygulama; kontrol, altı farklı yayıcı-yapıştırıcı ile çeşme suyu (standart), pH: 6.0 ayarlı saf su ve şekerli su (çeşme suyuna şeker ilavesi) ile %0.5 oranında yaprak gübresi (%5 Fe, %6 Zn, %4 Mn ve %0.5 Cu) kullanılmıştır. Çalışma kontrollü şartlarda tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Yapraktan gübreleme işlemi bitki vejetasyon döneminin ortasındayken tek seferde yapılmıştır. Bulgular incelendiğinde, kontrole göre tüm uygulamalar bitki besin elementi konsantrasyonlarını arttırmıştır. Çeşme suyu (pH: 7.67; EC: 0.65 ds m⁻¹) ile yapılan uygulama ile diğer konular kıyaslandığında en yüksek artış %100 Organik silikonlu “Leon” ticari isimli katyonik yayıcı-yapıştırıcı kullanımı ile bitki Fe (%57.4) içeriğinde gözlenmiştir. “Miller Spray” ticari isimli %70 Akril polioksietilen glikol fosfat içeren nonanyonik yayıcı-yapıştırıcının ise ikinci en iyi ürün olduğu belirlenmiştir. Öte yandan şekerli su uygulamasından elde edilen bitki Zn, Cu ve Fe içerikleri standart uygulamaya göre daha düşük miktarda bulunmuştur. Sonuçta, yapraktan gübrelemede değişik kimyasal strüktürlere sahip olan yayıcı-yapıştırıcıların farklı etkinliklere sahip olduğu görülmüştür. Organik silikonlu yayıcı-yapıştırıcıların marul yetiştiriciliğinde daha başarılı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Yapraktan uygulama, mikro besin elementleri, organik silikon, saf su, şeker

A Research on the Effect of Different Surfactant-Adjuvants Used Into the Foliar Fertilization on the Lettuce

Abstract: Foliar fertilization is often performed at the intensive farming regions in the world. Surfactant-adjuvants are used for increasing the efficiency of the applied fertilizer, adherence to the leaves, providing easy entry into the leaves depending on the plant species and many other reasons. In this study, it is aimed to determine effects of some surfactant-adjuvants, actively used in the market, on the concentrations of some micronutrients (Fe, Mn, Zn and Cu) in lettuce. A total of 10 applications; control, six different surfactant adjuvants, tap water (standard), pure with pH adjusted to 6.0 and sugar water (addition of sugar to tap water) with 0.5% foliar fertilizer (5% Fe, 6% Zn, 4% Mn and 0.5% Cu) were used. The study was carried out under the controlled conditions with 3 replications, as completely randomized designs, in lettuce. Foliar fertilizer was applied one time in the middle stage of its vegetation period. The findings were examined and all applications were increased plant nutrient concentrations compared to control. The highest increase (Fe, 57.4%) was obtained compared to other applications with tap water (pH: 7.67; EC: 0.65 dS/m) is observed by commercially named “Leon” (100% Organic silicone) cationic surfactant-adjuvants. Commercially named “Miller Spray”, (70% acryl polyoxyethylene glycol phosphate, nonanionic), is determined as the second product. On the other hand, Zn, Cu and Fe concentrations of plant were found lower amount with sugar water application, than the standard application. As a result, it has been seen that different chemical structures of surfactant-adjuvants have different efficiencies in foliar fertilization. It is thought that the use of surfactant-adjuvants made of organic silicone will be more successful in lettuce growth.

Keywords: Foliar application, micro nutrients, organic silicone, pure water, sugar

GİRİŞ

Bilindiği üzere tüm bitkiler büyümeleri, gelişmeleri ve yüksek kaliteli ürün verebilmeleri için gerekli besin maddelerini kökleri vasıtasıyla toprakta var olan veya toprağa uygulanan gübrelere alırlar (Anaç, 2010). Ancak iklim ve toprak şartlarındaki bitkiye uygun olmayan bazı koşullar nedeniyle bitkilerin genellikle yapraklarında ve meyvelerinde görülen besin maddesi noksanlıkları meydana gelmektedir (Yurtsever ve Ülgen 1991). Noksanlıkları daha kısa sürede gidermek için bitki besin elementlerinin sıvı halde yaprağa püskürtülerek verilmesi gerekmektedir (Aksoy, 1986). Ancak yapraktan gübrelemenin başarılı olabilmesi için besin elementinin yaprak yüzeyinden iç

hücrelere yeterli miktarda ulaşabilmesi gerekir ki burada besin elementi, yaprağın dış koruyucu katmanı, kütikula tabakası gibi epidermal yapıları geçerek iç hücrelere ulaşmaktadır (Fernandez ve Eichert, 2009; Fernandez ve Brown, 2013). Bu durumda yapraktan gübrelemede veya hastalık ve zararlılara karşı yürütülen tarımsal mücadelede, iş başarısını ve gübreleme etkinliğini arttırmak için birtakım kimyasalların (Bitki Gelişim Düzenleyicileri, BGD) kullanıldığı

***Sorumlu Yazar:** makaptan@adu.edu.tr

Geliş Tarihi: 24 Temmuz 2020

Kabul Tarihi: 18 Mart 2021

bilinmektedir (Bernacki ve ark., 1972; Harrison, 1998; Muller ve ark., 2002) . Bu kimyasalların başında da yayıcı-yapıştırıcılar yer almaktadır. Yayıcı-yapıştırıcılar, "yaprağa püskürtme uygulamalarında, ana bileşen maddesinin (preparat) hareketine yardımcı olan veya modifiye eden bir bileşen" olarak tanımlanır (Hochberg, 1996). Yayıcı-Yapıştırıcıların genel özellikleri şöyle özetlenebilir: Yapraktan gübrelemede kullanılan çözeltinin yüzey gerilimini azaltır, yaprak yüzey kaplamasını artırır, çözeltinin yaprağa yapışma oranını artırır ve gübrenin bitki içine penetrasyon oranını artırır (Castro ve ark., 2013). Yayıcı-yapıştırıcılar genel olarak ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan ilki preparatın ana maddesine ilave olarak kullanılan, "formülasyon yapıştırıcılar", diğeri ise piyasa koşullarında yaygın kullanılan ve preparat ile birlikte suyun içine karıştırılanlar "sprey yapıştırıcılar"dır (Hochberg, 1996). Yayıcı-yapıştırıcılar içerdiği hidrofilik grupların doğası gereği Anyonik; Katyonik; Nonanyonik ve Amfoterik olarak sınıflandırılırlar (Fernandez Cirelli ve ark., 2008). Yapraktan gübrelemede yayıcı-yapıştırıcı kullanımının, besin elementi alımını arttırdığı ve taşınımını kolaylaştırdığı için önemli bir materyal olduğu ifade edilmiştir (Peirce ve ark., 2019). Fernandez ve Eichert (2009) yaprakdan gübreleme etkinliği arttırmak için çözeltiye yayıcı-yapıştırıcı ilave edilmesini gerektirdiğini belirtmiştir.

Ülkemiz tarım sektöründe çok uzun yıllardan beri yayıcı-yapıştırıcı kullanıldığı bilinmektedir. Ancak, serbest piyasa koşullarının varlığı, yetersiz denetimler gibi pek çok nedenle, piyasada ticari isimleri ve etki maddeleri farklı birçok katkı maddesi yer almakta ve bunların gübrelemeye yaptıkları katkı hakkında yeterli bilgi bulunmadığı gözlenmektedir. Ayrıca çiftçilerin bu tip kimyasallara ulaşamadıkları durumda yaprakdan gübrelemede hazırlanan çözelti içine kristal toz şeker koydukları ve böylece uygulama etkinliğini arttırmaya amaçladıkları da gözlenmektedir. Bahse konu olan sorunlar göz önüne alındığında, piyasada aktif olarak satılan ve yoğun olarak kullanılan, farklı içeriklere sahip yayıcı-yapıştırıcılar ile kristal toz şeker uygulamalarının marulda bazı mikro besin elementleri (Fe, Mn, Zn ve Cu) konsantrasyonları üzerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan yayıcı-yapıştırıcıların kimyasal yapıları ile içerikleri

Ticari adı	Strüktür	İçerik
Widecoat	Anyonik	%22 Dioktil sodyum sülfosukinat ve %49 polioksietilen alkil eter
Miller spray-aide	Nonanyonik	Akril polioksietilen glikol fosfat (%70)
Powergold	Nonanyonik	Alkooksili yağ asitleri
Powerwet	Nonanyonik	Yayıcı yapıştırıcı- pH düşürücü
Booster's	Katyonik	%38.6 Amonyum sülfat, %4.8 Sitrik asit, yardımcı maddeler %56.6
Leon gold	Katyonik	%100 Organik Silikon

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışma, 2018 yılı sonbahar sezonunda, Aydın ili, İncirliova ilçesi, Yalkıdere Mevkiinde bulunan plastik örtülü serada, kontrollü şartlarda yürütülmüştür.

Çalışmada masuralara dikilmiş marul bitkisi kullanılmış ve yaprakdan gübreleme uygulamasında toplam 10 deneme konusu; kontrol (yaprak gübresiz), çeşme suyu, saf su, şekerli su ile 6 adet ticari adı ve kimyasal strüktürü farklı yayıcı-yapıştırıcıların (Çizelge 1) besin elementi alımını üzerinde etkinliğinin olup olmadığı ele alınmıştır.

Yapraktan gübrelemenin marul yapraklarında etkisini ölçmek için Kontrol parseli oluşturulmuş ve bu parselde yaprak gübresi verilmemiştir. Çalışmaya "çeşme suyu" konulmasında ki amaç çiftçi koşullarına benzerlik göstermesidir. Rutin çiftçi uygulamalarında çoğu zaman suyun kalite özellikleri dikkat edilmemekte ve rastgele kullanım görülmektedir. Benzer şekilde saf suyun da denemeye dahil edilmesinde ki amaç çiftçi koşullarına göre kıyaslama yapabilmek içindir.

Yapraktan gübreleme uygulaması için besin elementi kaynağı olarak %5 Fe, %6 Zn %4 Mn ve %0.5 Cu içeren 'Starfol Combi' ticari isimli yaprak gübresi kullanılmıştır.

YÖNTEM

Çalışma 2018 yılında, Aydın ili İncirliova ilçesi Yalkıdere Mevkiinde bulunan plastik örtülü serada, kontrollü şartlarda ve tesadüf parselleri deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Deneme konusu olarak kontrol (yaprak gübresiz), çeşme suyu, saf su, şekerli su ile birlikte 6 farklı yayıcı-yapıştırıcı uygulaması olmak üzere toplamda 10 farklı yayıcı-yapıştırıcı konusu kullanılmıştır (Çizelge 2). Çeşme suyu olarak adlandırılan şebeke suyunun pH ve EC analizleri yapılmış ve sırasıyla pH:7.67 ve EC 0.65 dS/m olarak bulunmuştur. Bir diğer deneme konusu olan saf suyun çözeltide kullanılabilmesi için pH metre yardımıyla pH= 6.0 olacak şekilde düzeltme yapılmıştır. Son olarak şekerli su elde edebilmek için kristal toz şeker kullanılmış ve %0.5 oranında çözeltiye karıştırılmıştır.

Çizelge 2. Denemeye ait konular ile çözeltide kullanılan farklı yayıcı-yapıştırıcı çeşitleri

Uygulama No	Konu	Ticari Adı
1	Kontrol	-
2	Çeşme Suyu	-
3	Saf Su	-
4	Şekerli Su	-
5	YY 1	Booster's
6	YY 2	Powergold
7	YY 3	Powerwet
8	YY 4	Miller spray- aide
9	YY 5	Widecoat
10	YY 6	Leon gold

05/04/2018 tarihinde %0.5 oranında yaprak gübresi (kontrol grubu hariç) ile birlikte çözeltide kullanılacak ve etkinliği ölçülecek olan yayıcı-yapıştırıcılar ticari etiketinde belirtilen dozlar hesaplanarak 2 litrelik el pompası kullanılarak spreyleme şeklinde marul yapraklarına uygulanmıştır (Çizelge 3). Uygulama, marulun gelişme döneminin ortasında, fenolojik olarak baş oluşumundan önce gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan farklı yayıcı-yapıştırıcıların uygulama dozları ile şekerli su oranı

No	Çözelti Ortamı	Önerilen Doz
1	Kontrol	-
2	Çeşme Suyu	-
3	Saf Su	-
4	Şekerli Su	%0.5
5	YY 1	0.3 ml/l
6	YY 2	0.2 ml/l
7	YY 3	0.5 ml/l
8	YY 4	0.2 ml/l
9	YY 5	0.1 ml/l
10	YY 6	0.1 ml/l

Çizelge 4. Deneme konularına göre yaprak mikro besin elementi konsantrasyonları (mg kg⁻¹)

Uygulama No	Konu	Fe	Mn	Zn	Cu
1	Kontrol	161.40 c	67.80 d	30.58 c	8.13 c
2	Çeşme Suyu	226.87 bc	91.46 c	61.05 a	12.23 ab
3	Saf Su	211.24 bc	118.90 a	56.39 ab	13.36 a
4	Şekerli Su	215.60 bc	104.36 abc	40.08 bc	10.80 abc
5	YY 1	213.84 bc	93.43 bc	54.96 ab	10.56 abc
6	YY 2	258.77 abc	115.16 ab	52.47 ab	9.93 bc
7	YY 3	197.17 bc	96.95 abc	58.16 ab	10.18 bc
8	YY 4	303.24 ab	115.66 a	64.96 a	10.53 abc
9	YY 5	237.30 bc	114.16 ab	51.46 ab	10.66 abc
10	YY 6	357.10 a	96.86 abc	69.16 a	12.16 ab
Ortalama		238.25	101.47	53.93	10.86
LSD _(0.05)		87.43*	16.12**	13.59**	2.11*

Yapraktan gübreleme esnasında diğer bitkiler ile temas olmaması ve etkilenmemeleri için bitkilerin üstü yumuşak örtü naylonuyla kaplanmıştır. Aynı zamanda uygulama yapılırken bitkilerin sadece toprak üstü organları açıkta kalacak şekilde ve bitki yetiştirme ortamı olan toprak yüzeyi naylonla kaplanarak uygulama esnasında gübrenin toprakla olabilecek teması engellenmiştir.

Yapraktan gübreleme yapıldıktan sonra 18/04/2018 tarihinde bitkiler toprak ile temasının olduğu yerden kesilerek hasat edilmiştir. Bitkiler bekletilmeden laboratuvar ortamına getirilmiş ve mikro element içeriğinin belirlenmesi için en dıştaki 3 yaprağı alınmıştır. Alınan yapraklar 1 defa çeşme suyundan 2 defa saf sudan geçirilerek kaba filtre kağıdı ile kurutulmuş ve sıcaklık ayarı 65 °C olan etüvde 48 saat tutulmuştur. Kurutulan bitkiler Wiley değirmeni (IKA Basic) ile öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir.

Bitkilerin yakma işlemi Kacar ve İnal (2008)' e göre yaş yakma yöntemiyle yapılmıştır. Elde edilen süzüklerden Fe, Zn, Mn ve Cu konsantrasyonunu belirlemek için Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (Varian 220 FS) cihazı kullanılmıştır.

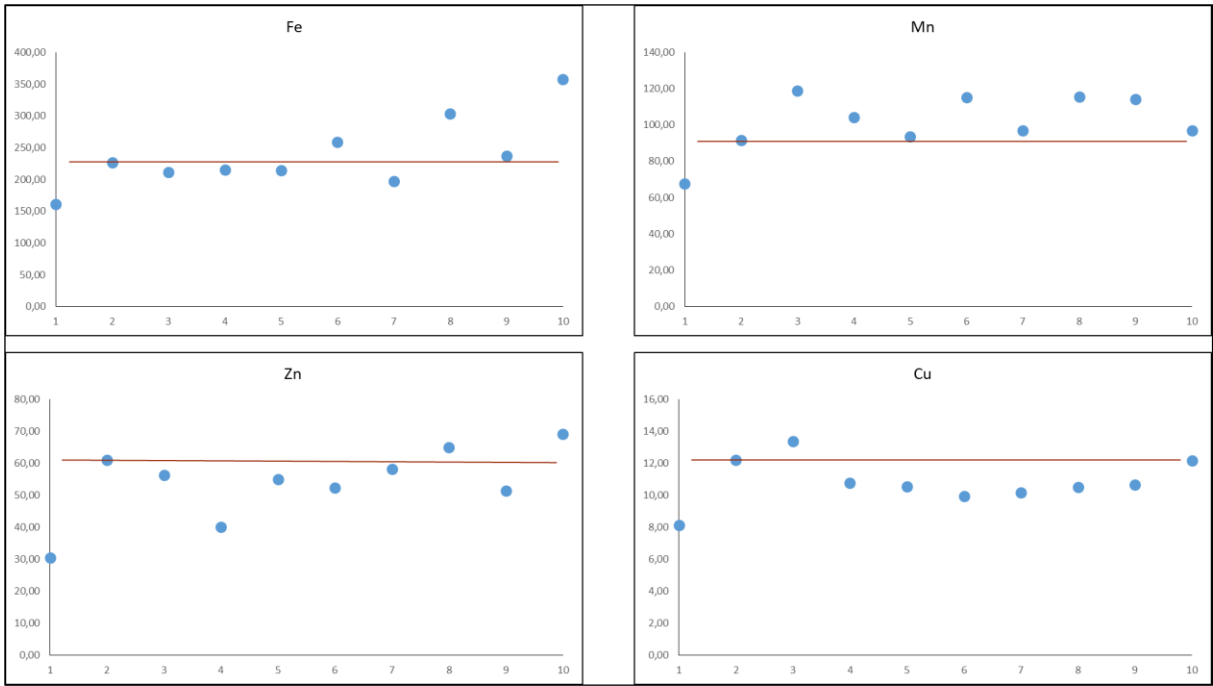
Elde edilen bulgular, SPSS istatistik paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuş, LSD değerleri hesaplanmış ve Duncan çoklu karşılaştırma testi p<0.05 seviyesinde yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Elde edilen bulgular istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde çalışmaya konu olan tüm unsurlar p< 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yaprak gübresi kullanımı sonucu tüm uygulamalardan elde edilen yaprak Fe, Mn Zn ve Cu konsantrasyonları kontrole grubuna göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4).

Bitki Fe içeriğine bakıldığında en yüksek konsantrasyon YY6 dan ($357.10 \text{ mg Fe kg}^{-1}$) elde edilmiş ve onu YY4 ($303.24 \text{ mg Fe kg}^{-1}$) takip etmiştir. Çoklu karşılaştırma analizine göre YY6 tek başına grup oluşturarak üstünlüğünü göstermiştir. Bitki Mn içeriğinde durum Fe göre farklı olup en yüksek konsantrasyon sırasıyla saf su ve YY4 uygulamalarından elde edilmiştir (118.90 ; $115.66 \text{ mg Mn kg}^{-1}$). Bu iki uygulama grup testinde rakiplerinden farklı kategoride yer almıştır. Zn bakımından değerlendirildiğinde en yüksek konsantrasyon sırasıyla YY6 ve YY4 uygulamalarından elde edilmiştir (69.16 ; $64.96 \text{ mg Zn kg}^{-1}$). Çeşme suyunun kullanıldığı uygulama YY6 ve YY4 ile aynı grupta yer aldığı görülmüş ve çeşme suyu 3. en iyi sonucu vermiştir. Bitki Cu içeriğinde ki değişim Mn içeriğine benzerlik göstermiş ve en yüksek

konsantrasyon saf sudan elde edilmiştir ($13.36 \text{ mg Cu kg}^{-1}$). Onu YY6 uygulaması takip etmiştir ($12.16 \text{ mg Cu kg}^{-1}$). Çiftçi koşullarına en yakın uygulama olan çeşme suyu uygulaması baz alındığında diğer uygulamalarda elde edilen yaprak mikro besin elementi konsantrasyonları Şekil 1'de verilmiştir. Bitki Fe içeriğinde dört uygulama çeşme suyuna göre daha başarıyla Mn içeriğinde kontrol hariç hepsi daha yüksek konsantrasyona ulaştığı görülmüştür. Bitki Zn içeriğinde iki ve Cu içeriğinde ise sadece bir uygulama çeşme suyuna göre daha yüksek seviyeye çıktığı görülmüştür. Çeşme suyuna göre diğer uygulamalardan elde edilen konsantrasyonlara bağlı olarak bulunan değişimler Çizelge 5' de verilmiştir.



Şekil 1. Çeşme suyuna göre diğer uygulamalardaki yaprak Fe, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonları (mg kg^{-1})

Çizelge 5. Çeşme suyu uygulamasına göre diğer uygulamalardaki değişimler (%)

Konu	Fe	Mn	Zn	Cu
Çeşme Suyu	0	0	0	0
Saf Su	-6.89	29.99	-7.64	9.27
Şekerli Su	-4.97	14.10	-34.35	-11.72
YY 1	-5.74	2.15	-9.99	-13.63
YY 2	14.06	25.91	-14.06	-18.80
YY 3	-13.09	6.00	-4.74	-16.76
YY 4	33.66	26.46	6.40	-13.90
YY 5	4.60	24.82	-15.71	-12.81
YY 6	57.40	5.90	13.28	-0.55

Çeşme suyuna göre en yüksek değişim bitki Fe içeriğinde YY6 uygulamasından elde edilmiştir (%57.40). Onu yine Fe içeriğinde %33.66 oranında YY4 uygulaması takip etmiştir. Genel olarak Fe ve Mn içeriğinde çeşme suyuna göre artışlar elde edilirken Zn ve Cu içeriğinde düşüşler olduğu bulunmuştur. pH' sı ayarlı saf su kullanımının çeşme suyuna göre Mn ve Cu içerikleri üzerine faydasının olduğu, Fe ve Zn içeriklerinde ise faydasının olmadığı görülmüştür. Çeşme suyunun kimyasal kompozisyonu bu çalışmada belirtilmemiş ancak pH ve EC değerleri verilmiştir. pH ve EC değerleri incelendiğinde suyun bazik karakterde olduğu ve içinde bulunan anyonların az miktarda bulunan Zn ve Cu gibi besin elementlerinin alınabilirliğini ve çözünürlüğünü sınırlandırabileceği düşünülmektedir. Sonuçlarda ki bu tip dalgalanmaların çeşme suyunun kimyasal kompozisyonuna bağlı olabileceği düşünülmüştür. Çözeltiye şeker ilavesinin sadece Mn içeriğinde faydalı görüldüğü ancak diğer elementlerde etkili olmadığı görülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre yayıcı-yapıştırıcı kullanımının bitki mikro besin elementi konsantrasyonlarında bir artışa sebep olduğu görülmüştür. Araştırma sonuçları, Gaskin ve ark., 2005; Peirce ve ark. (2019) sonuçlarıyla örtüşmektedir. Gaskin ve ark. (2005) zor ıslanan yüzeylerde yayıcı-yapıştırıcı kullanımının püskürtmede damlacıkların tutulumu ve yapışkanlığını arttırdığı ancak elde edilen sonuçların yüzeyin ıslanabilirliğine, ürün tipine, ürün konsantrasyonuna ve bitki mimarisine göre değişebileceğini bildirmişlerdir. Peirce ve ark. (2019) yaprakтан fosforik asit uygulamasına yayıcı-yapıştırıcı ilave sonucunda yaprakтан fosfor absorpsiyonun arttığı ve fosfor taşınımının kolaylaştığını bildirmiştir.

Çalışmada kullanılan 6 farklı yayıcı-yapıştırıcı ile çeşme suyu, saf su ve şekerli su arasında en etkili olanın YY6 kod isimli %100 organik silikonlu olduğu tespit edilmiştir. Organik silikonlu yapıştırıcıların diğerlerine göre daha iyi oluşunun en temel nedeni yüzey tansiyonunu (Knoche, 1994) daha da düşürmesidir. Bu yapıştırıcıya en yakın konunun YY4 ile saf su uygulamasının olduğu görülmüştür. Yapılan çalışma sonunda organik silikonlu yayıcı-yapıştırıcıların yaprakтан yapılan uygulamalardaki etkinliği önceki çalışmalarla (Knoche, 1994; Türkseven ve ark., 2011; Toraman ve Bayat, 2016) benzerlik gösterdiği bulunmuştur. Knoche (1994), organik silikonlu yayıcı-yapıştırıcıların geleneksel türlere göre yüzey tansiyonunu daha da düşürdüğünü (20 mN m^{-1}) ve daha başarılı olabileceğini ancak burada diğer şartların da önemli olduğunu belirtmiştir. Türkseven ve ark. (2011), yabani yulafın mücadelesinde herbisidal etkinliğe organik silikonlu yayıcı-yapıştırıcıların, henüz dayanıklılık kazanmamış veya tolerant seviyede duyarlılığı değişmiş yabani yulafın mücadelesinde dayanıklılık problemini geciktirebileceğini böylece etkiyi koşullara göre pozitif yönde yükselten organik silikonlu yayıcı-yapıştırıcıların da dikkate alınması gerektiğini bildirmişlerdir. Toraman ve Bayat (2016) Organik silikonlu yayıcı-yapıştırıcının çözeltinin

yüzey gerilimini azalttığı, az miktarda kullanılmasına rağmen yüksek başarı gösterdiğini bildirmiştir. Ayrıca organik silikon dışında farklı strüktüre sahip diğer yayıcı-yapıştırıcıların önemli bir başarı gösteremediği ve ekonomik kayba neden olabileceğini bildirmişlerdir.

SONUÇ

Dünya çapında yapılan çalışmalara bakıldığında, yayıcı-yapıştırıcı kullanımı her ne kadar herbisit uygulamaları ile lanse edilse de yaprakтан gübrelemede de bir o kadar önemli olduğu görülmüştür. Yaprakтан gübrelemede yayıcı-yapıştırıcı kullanımının uygulama etkinliğini arttırdığı, besin elementi absorpsiyonu ve taşınımının arttığı ve sonuçta yaprağın besin elementi içeriğinde ciddi artışlara neden olduğu gözlenmiştir.

Ayrıca yaprakтан gübrelemede çözelti suyu olarak saf su kullanımının bu çalışmada çiftçi standardı olarak kabul ettiğimiz çeşme suyuna göre Cu ve Mn açısından daha faydalı olduğu görülmüştür. Yaprakтан yapılacak tüm uygulamalar için çözeltide kullanılacak suyun kimyasal özelliklerinin bilinmesinin yararlı olacağı bir kez daha gözlenmiştir. Çiftçiler tarafından çoğunlukla uygulanan ya da çiftçilere önerilen çözeltiye şeker ilavesinin yaprak mikro besin elementi miktarları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma neticesinde piyasada aktif satılan değişik kimyasal strüktürlere sahip olan yayıcı-yapıştırıcıların farklı etkinliklere sahip olduğu görülmüştür. Piyasada satılan yayıcı-yapıştırıcılar içinde organik silikonlu preparatların etkinliğinin daha iyi olduğu ve marul yetiştiriciliğinde başarılı bir şekilde kullanılabileceği düşünülmüştür.

KAYNAKLAR

- Aksoy T (1986) Bitkisel Üretimde Yaprak Gübresi ve Sorunları. Türkiye I. Yaprak Gübreleri ve Bitki Hormonları Semineri, Antalya, 187.
- Anaç D (2010) Önemli Kültür Bitkilerinin Gübrenmesi Editör: Prof. Dr. Dilek ANAÇ, Ege Üniversitesi. Uluslararası Potasyum Enstitüsü, 1-103, İzmir-Bornova.
- Bernacki H, Haman J, Kanafojki CZ (1972) Agricultural Machines, The ory and Construction. U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, USA.
- Castro MJL, Ojeda C, Cirelli AF (2013) Surfactants in Agriculture. In: Lichtfouse E., Schwarzbauer J., Robert D. (eds) Green Materials for Energy, Products and Depollution. Environmental Chemistry for a Sustainable World, vol 3. Springer, Dordrecht.
- Fernandez Cirelli A, Ojeda C, Castro MJL, Salgot M (2008) Surfactants in Sludge- Amended Agricultural Soils. A Review. Environ Chem Lett 6:135–148.
- Fernandez V, Brown PH (2013) From Plant Surface to Plant Metabolism: The Uncertain Fate of Foliar Applied Nutrients. Front. In Plant Sci. 4, 289.
- Fernandez V, Eichert T (2009) Uptake of Hydrophilic Solutes Through Plant Leaves: Current State of Knowledge and Perspectives of Foliar Fertilization. Crit. Rev. Plant Sci. 28, 36–68.

- Gaskin RE, Steele KD, Forster WA (2005) Characterising Plant Surfaces For Spray Adhesion And Retention. *New Zealand Plant Protection* 58: s 179-183.
- Harrison, K (1998) *Herbicide Spray Adjuvants-Principles and Properties*, 1998 Ohio State University.
- Hochberg EG (1996) The Market for Agricultural Pesticide Inert Ingredients and Adjuvants. In: Foy CL, Pritchard DW (eds) *Pesticide Formulation and Adjuvant Technology*. CRC Press, BocaRaton, pp 203–208.
- Kacar B, İnal A (2008) *Bitki Analizleri*, Nobel Yayın Dağıtım, ISBN 978-605-395-036-3 Ankara.
- Knoche, M (1994) Organosilicone Surfactant Performance in Agricultural Spray Application: A Review. *Weed Res* 34: 221-239.
- Muller T, Brancq B, Millus A, Okori N, Vaille C, Gauvtrit C (2002) Ethoxylated Rape seed Oil Derivatives as Novel Adjuvants for Herbicides, *Pest Management Science* 58:1243–1249.
- Peirce CAE, McBeath TM, Priest C, McLaughlin MJ (2019) The Timing of Application and Inclusion of A Surfactant Are Important for Absorption and Translocation of Foliar Phosphoric Acid by Wheat Leaves. *Front Plant Sci* 10: 1532.
- Toraman MC, Bayat A (2016) Bazı Yayıcı Yapıştırıcıların Pülverizasyon Karakteristik Damla Çapları ve Depodaki Köpürme Oranına Etkilerinin Belirlenmesi. *YYÜ TAR BİL DERG.* 26(3): 308-318.
- Türkseven S, Demirci M, Nemli Y (2011) Yabani Yulafın Mücadelesinde Herbisidal Etkinliğe Organik Silikonlu Yayıcı Yapıştırıcıların Katkısı. *Ege Üni. Ziraat Fak. Derg.*, 48 (1): 25-29.
- Yurtsever N, Ülgen N (1991) Türkiye’de Gübrenin Verime Etkisi ve Ekonomimizdeki Yeri. II. Ulusal Gübre Kong. Tebliğleri, Ankara.

Kısıtlı Sulama Koşullarında Zeytin Ağaçlarında Özsü Akışı ve Stoma İletkenliğindeki Değişimin Belirlenmesi

Erkal ERTEM^{*1}, Erhan AKKUZU²

¹ İzmir Bakırçay Üniversitesi, Menemen Meslek Yüksekokulu, Sulama Teknolojisi, İzmir

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama, İzmir

Öz: Su stresi zeytinde verimliliği etkileyen önemli çevresel faktörlerden biridir. Çalışma, 2017 yılında, Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde, zeytin (cv. Memecik) ağaçlarında yürütülmüştür. Çalışmada, kısıtlı sulama koşullarında zeytin ağaçlarında stoma iletkenliği (g_s) ve bitki özsü akışı değişimleri izlenmiştir. Bu amaçla; konular, K1: Susuz (yağışa dayalı); K2: %100 ET, K3: %66 ET ve K4: %33 ET şeklinde oluşturulmuştur.

Çalışmada konulara uygulanan sulama suyu miktarı, 0 ile 912 mm arasında, bitki su tüketimi değerleri ise 91 ile 851 mm arasında değişiklik göstermiştir. Araştırmada, dönem boyunca hesaplanan ortalama stoma iletkenliği (g_s) değerleri K1 konusu için 293.83 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$, K2 konusu için 382.62 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$, K3 konusu için 371.50 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$, K4 konusu için 293.57 $\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$ olarak elde edilmiştir.

Bitki özsü akış ölçümlerinin sezon ortalamaları ise K1, K2, K3 ve K4 konusu için sırasıyla 0.054, 0.091, 0.073 ve 0.065 $\text{ml cm}^{-2} \text{dak}^{-1}$ olarak elde edilmiştir. Zeytin ağaçlarında konulara ait özsü akış hızlarının kontrol konusuna (K2) ait özsü akış hızına oranını gösteren transpirasyon oranının sezon ortalaması ise K1, K2, K3 ve K4 için sırasıyla 0.59, 1, 0.80, 0.72 olarak bulunmuştur.

Çalışmada elde edilen verilere göre stoma iletkenliği değerlerinde konular arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yine araştırmanın önemli bir bulgusu her iki parametre arasında pozitif doğrusal ($r^2 = 0.528$) bir ilişkinin bulunmasıdır. Elde edilen veriler ışığında; zeytin ağaçlarında su stresinin belirlenmesinde, stoma iletkenliği (g_s) ve bitki özsü akışı ölçüm değerlerinin kullanılabileceği ifade edilebilir.

Anahtar kelimeler: Su stresi, transpirasyon, bitki fizyolojisi, sulama programı

Determination of The Variation in Stomatal Conductance and Sapflow in Olive Trees Under Deficit Irrigation

Abstract: Water stress is one of the important environmental constraints limiting olive productivity. This study was carried on olive (cv. Memecik) trees in Bornova Olive Research Institute in 2017. In this study, changes in stomatal conductance (g_s) and sapflow under the deficit irrigation conditions were observed. For this reason, four treatments were applied as follows; K1: non-irrigated (rainfed), K2: 100% ET, K3: 66% ET, K4: 33% ET.

In this study (01/06/2017-30/09/2017), irrigation water requirement was ranged from 0 to 912 mm, evapotranspiration (ET_0) varied from 91 to 851 mm. The mean stomatal conductance (g_s) values calculated for during the period were 293.83 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for K1, 382.62 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for K2, 371.50 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for K3 and 293.57 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for K4. The mean sapflow values calculated during the period were 0.054 $\text{ml cm}^{-2} \text{min}^{-1}$ for K1, 0.091 $\text{ml cm}^{-2} \text{min}^{-1}$ for K2, 0.073 $\text{ml cm}^{-2} \text{min}^{-1}$ for K3 and 0.065 $\text{ml cm}^{-2} \text{min}^{-1}$ for K4. The seasonal average of the transpiration rate, which shows the ratio of the sap flow rate of the treatment to the sap flow rate of the control treatment (K2) in olive trees, was found to be 0.59, 1, 0.80, 0.72 for K1, K2, K3 and K4, respectively.

According to the data obtained in this study, the difference between the stomatal conductance values of treatments was statistically significant. An important finding of the research is that there is a positive linear ($r^2 = 0.528$) relationship between stomatal conductance and sap flow. In the light of the data obtained; it can be stated that stoma conductivity (g_s) and plant sap flow measurement values can be used to determine the water stress of olive trees.

Keywords: Water stress, transpiration, plant physiology, irrigation schedule

GİRİŞ

Oleaceae familyasından olan zeytin, genellikle 2-10 metre arasında değişen ve 15-20 metreye kadar da ulaşabilen ve 2000 yıl kadar yaşayabilen uzun ömürlü dayanıklı bir bitkidir (Kaplan ve Karagöz Arihan, 2011). Zeytin (*Olea europaea* L.) her iki yarım kürede de en çok 30 ve 45° enlemlerinde yetiştirilen yaprak dökmeyen bir ağaçtır (Gucci ve ark., 2012). Dünya genelindeki zeytin yetiştiriciliğinin %90'lık kısmı Akdeniz Havzası, geriye kalan kısmı ise Latin Amerika ülkelerinde yapılmaktadır. Türkiye'de Ege, Marmara,

Akdeniz, Güneydoğu Anadolu Bölgeleri önemli zeytin üretilen bölgelerdir (GTB, 2016).

Zeytin her ne kadar kuraklığa dayanıklı olup su stresi koşullarında canlılığını devam ettirip, ürün verse de yüksek kaliteli ürün ve verim için tamamlayıcı sulamanın gerekli olduğu çok sayıda çalışma ile ortaya konulmuştur (Beede ve

***Sorumlu Yazar:** erkal.ertem@bakircay.edu.tr Bu çalışma yüksek lisans tez ürünüdür.

Geliş Tarihi: 24 Ağustos 2020

Kabul Tarihi: 30 Aralık 2020

Goldhamer, 2005).

Bitkilerin su stresine karşı önemli tepkisi stoma açıklığını ayarlamasıdır. Yani bitkinin su tüketimini azaltmak için bu ayarlamayla birlikte, bünyesindeki suyu kontrol altına alması ve su potansiyelini düzenleyebilmesidir. Toprak-bitki-atmosfer uzantısı boyunca suyun hareketi tamamıyla potansiyel evapotranspirasyonun (ET) kontrolü altındadır. Bitkilerde su hareketinin nedeni transpirasyondur ve toprak – bitki kök yüzeyi ile yapraklar arasında suyun hareket sebebi basınç gradyenidir. Bitkinin evapotranspirasyon için ihtiyaç duyduğu su, toprakta varsa, herhangi bir düzenlemeye gerek duyulmamaktadır. Topraktaki su miktarı az ise, toprak-bitki-atmosfer boyunca su potansiyelinde azalma meydana gelmektedir (Beede ve Goldhamer, 2005; Breda ve ark., 2006; Taiz ve Zeiger, 2008). Bitkiler toprakta nem azaldığında köklerden gelen absisik asite (ABA) tepki vererek stomalarını kapatırlar, bunun sonucunda transpirasyonda azalma meydana gelir (Taiz ve Zeiger, 2008). Xiloyannis ve ark. (1999), Zeytin ağaçlarının su stresine, dokularındaki su içeriğini azaltarak ve potansiyeli düşürerek tepki verdiğini, bitkinin yaprakları ile kökleri arasında çok yüksek bir potansiyel bulunduğunu ve bu sayede toprakta -2,5 MPa'a kadar basınçla tutulan sudan yararlanabildiğini bildirmiştir.

Bu nedenle sulama programlarının oluşturulmasında bitkiye dayalı yöntemler, bitkinin toprak, su, atmosfer sürekli ortamının ortasında bulunması nedeniyle bunların bütünleşik etkilerini daha iyi yansıttıklarından diğer programlama tekniklerine kıyasla daha sağlıklı sonuçlar verirler (Yazar ve ark. 2007). Yapılan çalışmalarla, sulama programlanmasında bitkiye dayalı yöntemlerin önemli bir potansiyele sahip olduğu ortaya konmuş, bu amaca yönelik olarak bitki su potansiyeli, taç sıcaklığı, özsü akışı ve gövde çapı değişimi gibi ölçümlerin hassas bir sulama planlaması için kullanılabileceği belirtilmiştir (Fernandez ve Cuevas, 2010).

Bu çalışmanın amacı ve odak noktası, ülkemizde yaygın yetiştirilen zeytin çeşitlerinden biri olan Memecik çeşidinin, farklı su kısıtı düzeylerinde, su stresine tepkisinin stoma iletkenliği ve özsü akışı gibi fizyolojik özelliklerini izleyerek ortaya konulması ve söz konusu göstergelerin zeytinin sulama programlarının oluşturulmasında kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır.

MATERYEL VE YÖNTEM

Çalışma; 2017 yılı sulama sezonunda Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Üretim ve Araştırma Sahası içerisindeki açık alanda yürütülmüştür.

Araştırma alanı; Akdeniz iklim kuşağında yer almaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü dönem için (haziran – ekim) Bornova'ya ait uzun yıllık aylık ortalama sıcaklık değerleri

18.8 °C ile 27.9 °C, yağış ise 4.4 ile 44.9 mm arasında değişiklik göstermektedir (MGM, 2018).

Çalışmada Memecik çeşidi kullanılmıştır. Ege Bölgesi'nde en yaygın olarak yetiştirilen zeytin çeşitlerinden biridir. Meyveler siyaha yakın parlak koyu renklidir. Ege Bölgesi'ndeki ağaç varlığının %50'den fazlasını Memecik çeşidi oluşturur. Yağlık ve sofralık olarak değerlendirilir. Yağı koyu yeşilimsi-sarı renkli ve kuvvetli meyve kokuludur. Kimyasal ve duysal kalite ölçütlerine göre Ayrılık ve Edremit çeşidinin yağlarından sonra gelmektedir (Efe ve ark., 2016).

Araştırmada damla sulama sistemi kullanılmıştır. Damla sulama sisteminde kullanılan damlatıcıların debisi 8 litre saat⁻¹'dir. Manifoldların çapı 32 mm, laterallerin çapı 16 mm olarak belirlenmiştir. Her ağaç arasına iki lateral yerleştirilmiş olup lateral ve damlatıcı aralığı 90 cm'dir. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 sulama konusu, 3 tekerrürlü ve her bir sulama parselinde 3 ağaç, her bir sulama konusunda ise 9 ağaç bulunmaktadır. Konulara göre sulama uygulamalarına haziran ayı başında başlanmış ve eylül ayı sonunda bitirilmiştir. Sulamalar 7 günde bir gerçekleştirilmiştir. Deneme konuları;

K1: Susuz (yağışa dayalı),

K2: 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin tarla kapasitesine (%100) getirilmesi,

K3: K2 konusunda uygulanan su miktarının %66'sının uygulanması,

K4: K2 konusunda uygulanan su miktarının %33'ünün uygulanması şeklinde oluşturulmuştur.

Her deneme konusuna ait bitki su tüketim miktarları, su dengesi yöntemine (James, 1988) göre aşağıda belirtilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Bu amaçla, toprak nemi 0-90 cm toprak katmanı için gravimetrik yöntem ile izlenmiştir. En fazla suyun uygulandığı K2 konusunda bile 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nem tarla kapasitesine getirildiğinden ve damla sulama yöntemi kullanıldığından derine sızma kaybının olmadığı kabul edilmiştir.

$$ET = I + P - D - R \pm \Delta s$$

Eşitlikte;

ET= Evapotranspirasyon (mm)

I= Sulama suyu (mm)

P= Yağış (mm)

D= Derine sızma (mm)

R= Yüzey akış (mm)

Δs = İki örnekleme arasındaki nem değişimi (mm)

Konulara uygulanacak sulama suyu miktarları (K1 konusu hariç), 0-90 cm kök derinliğinde eksilen nem miktarının, sulanacak alan büyüklüğü, ıslatma yüzdesi ve konuya ilişkin katsayı ile çarpılmasıyla belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu, her konu parselinin başındaki su sayacı ile ölçülmüştür. Ayrıca basınç düzenleyicili damlatıcılar kullanıldığından su uygulama randımanı %100 kabul edilmiştir.

Fizyolojik Ölçümler

Stoma iletkenliği (g_s)

Stoma iletkenliğini ölçmek için Yaprak Porometresi (DECAGON SC-1) kullanılmıştır (Ben-gal ve ark., 2009). Ölçümlere sulamaların başlangıcından 1 hafta sonra tüm konularda başlanmıştır. Ölçümler her hafta çarşamba günleri 11:30-14:00 saatleri arasında yapılmıştır.

Bitki özsu akış hızı ölçümü

Bitki özsu akış hızı ölçümleri, özsu akış sensörleri (Ecomatik, SF-G) yardımıyla her bir konunun tek bir tekrerründe yer alan 2 ağaçta sürekli olarak ölçülmüştür. Ölçümlere haziran ayının başında başlanmış, ekim ayının sonunda son verilmiştir. Bitki özsu akış verileri 15 dakikada bir ölçülüp bir veri kaydedici (Campbell Scientific, CR1000) yardımıyla kaydedilmiştir.

Özsu akış hızı, iki iğne arasındaki sıcaklık farkından yararlanılarak Granier, (1985) tarafından geliştirilen aşağıda yer alan eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır (Ecomatik, 2003).

$$U = 0.714x \left(\frac{\Delta T_{max} - \Delta T}{\Delta T} \right)^{1.231}$$

$$U = \text{özsu akış hızı (ml cm}^{-2} \text{ dakika}^{-1})$$

ΔT = iki iğne arasındaki sıcaklık farkı

ΔT_{max} = iğneler arasında her gece ulaşılan maksimum sıcaklık farkı

İstatistiksel Analizler

Denemede, stoma iletkenliğine ilişkin sulama konularına göre fark olup olmadığı varyans analiziyle, farkların önemli olması durumunda ise hangi konular arasında fark olduğu Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak saptanmıştır (Yurtsever, 1984). Parametreler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla regresyon ve korelasyon analizleri yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu Gereklinimi

Çalışmada sulama uygulamaları 10 Haziran 2017 tarihinde başlanmış, 28 Eylül 2017 tarihinde ise bitirilmiştir. Konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları 0-912 mm arasında, toplam bitki su tüketimi miktarları ise 91-851 mm arasında değişmiştir (Çizelge 1). Çalışmada K2 konusuna ait sulama suyu ihtiyacı, bitki su tüketiminden yüksek çıkmıştır. Bu durumun temel nedeni mayıs ayında devreden sulama suyu ihtiyacıdır. Bitki tarafında kullanılan

ve mayıs ayındaki yağışlarla karşılanamayan bitki kök bölgesindeki eksik su, haziran ayındaki ilk sulama ile karşılanmıştır. Yine son sulamada verilen sulama suyunun bir kısmı ekim ayında kullanılmaktadır.

Çizelge 1. 2017 yılı (1 Haziran - 30 Eylül) konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları (mm) ve bitki su tüketimi (mm)

YIL	K1	K2	K3	K4	
2017	I	0	912	608	304
	ET _a	91	851	606	358

Yarı kurak iklim koşullarında yetişkin zeytin ağaçlarının bitki su tüketimi (ET_c) 560 mm ile 1,020 mm arasında değişebilmektedir (Goldhammer ve ark., 1994; Fernandez ve Moreno, 1999; Moriana ve ark., 2003; Grattan ve ark., 2006; Hidalgo ve ark., 2011; Asik ve ark., 2014; Akkuzu ve ark., 2016).

Çakır (2015), Bornova koşullarında Memecik zeytin çeşidinde farklı sulama stratejilerini ele aldığı çalışmada uygulanan sulama suyu miktarının 0-813.9 mm arasında, mevsimlik ET değerlerinin ise 128-785 mm arasında değiştiğini saptamıştır. Araştırmacıların bulguları ile bu çalışmanın bulguları benzerlik göstermektedir.

Fizyolojik bulgular

Stoma iletkenliği (g_s)

Sulama sezonu boyunca yapraklardan ölçülen stoma iletkenliği değerleri ve bunlara ait istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Zeytin ağaçlarında ölçülen stoma iletkenliği değerleri konulara bağlı olarak değişiklik göstermiştir (Çizelge 2). Stoma iletkenliği değerleri, K1 konusunda 60.9 ile 428.2 mmol m⁻² sn⁻¹ arasında, K2 konusunda 288.1 ile 458.3 mmol m⁻² sn⁻¹ arasında, K3 konusunda 264.2 ile 448.4 mmol m⁻² sn⁻¹ arasında, K4 konusunda 188.1 ile 385.8 mmol m⁻² sn⁻¹ arasında değişmiştir. Stoma iletkenliği değerlerinin sulama sezonu ortalamaları, K1 konusunda 293.8 mmol m⁻² sn⁻¹, K2 konusunda 382.6 mmol m⁻² sn⁻¹, K3 konusunda 371.5 mmol m⁻² sn⁻¹, K4 konusunda 293.6 mmol m⁻² sn⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Genel olarak en düşük değerler K1 ve K4 konusunda, en yüksek değerler ise K2 ve K3 konularında bulunmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre, temmuz ayı ortasına kadar konular arasında stoma iletkenliği değerleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 2). Buna göre, söz konusu dönemde kısıt konularında topraktaki mevcut suyun transpirasyon için yeterli olduğu söylenebilir. Temmuz ayı ortasından itibaren sezon sonuna kadar bazı haftalar istisna olmak üzere konular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Gouiaa ve ark. (2014), saksıda yetiştirilen genç zeytin (cv Chemlali) fidanlarının su stresine tepkisini araştırdıkları çalışmada sulama konularını; T1: Tam sulama, T2: Tam sulamanın yarısı ve T0: Susuz olarak oluşturmuşlardır.

Araştırmacılar gün doğumundan öğleye kadar stoma iletkenliğinin değişimini inceledikleri çalışmada en yüksek stoma iletkenliğini T1 konusunda gün ortasında 650 mmol m⁻² sn⁻¹ olarak ölçmüşlerdir.

Parlak (2014), 2012 yılında 3 yaşındaki Ayvalık çeşidi zeytin fidanlarında yaptığı çalışmada sulama konularını, bitki su tüketiminin %100 (I₁₀₀), %66 (I₆₆), %33 (I₃₃)'ü kadar su uygulanacak şekilde oluşturmuştur. Araştırmacı, stoma iletkenliği değerlerinin sezon ortalamasını I₁₀₀ konusunda 399.13 mmol m⁻² sn⁻¹, I₆₆ konusunda 305.09 mmol m⁻² sn⁻¹, I₃₃ konusunda 196.03 mmol m⁻² sn⁻¹ olarak hesaplamıştır. Araştırmacıların bulguları ile çalışmanın bulguları benzerlik göstermektedir.

Bitki özsü akış hızı

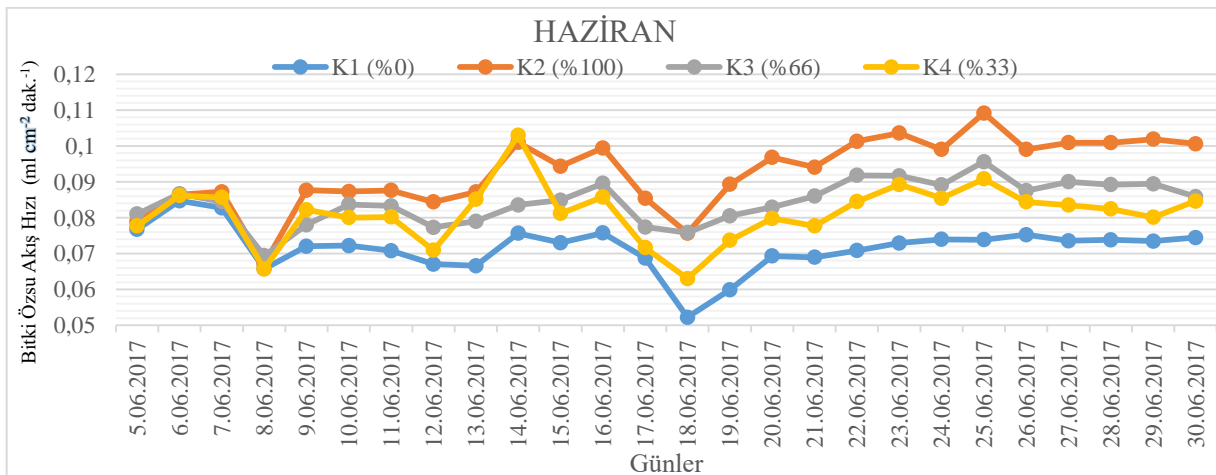
Haziran ayı boyunca kaydedilen bitki özsü akışı ölçümlerinde, K1 konusunda, en düşük ve en yüksek akış hızı 0.052-0.085 ml cm⁻² dak.⁻¹, K2 konusunda, en düşük ve en yüksek akış hızı 0.067-0.110 ml cm⁻² dak.⁻¹, K3 konusunda, en düşük ve en yüksek akış hızı 0.069-0.096 ml cm⁻² dak.⁻¹, K4 konusunda, en düşük ve en yüksek akış hızı

0.063-0.103 ml cm⁻² dak.⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Haziran ayının ortasına kadar toprakta bitki su tüketimi için yeterli su olduğundan Şekil 1'de de konular arasında stresi gösterecek belirgin bir fark olmadığı görülmektedir. Haziran ayı ortasından itibaren farklar belirginleşmeye başlamıştır. Temmuz ayı boyunca kaydedilen bitki özsü akışı ölçümlerinde, K1 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı 0.057-0.077 ml cm⁻² dak.⁻¹, K2 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı 0.080-0.110 ml cm⁻² dak.⁻¹, K3 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı 0.064-0.093 ml cm⁻² dak.⁻¹, K4 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı 0.059-0.088 ml cm⁻² dak.⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Konular arasındaki fark, temmuz ayında Şekil 2'te de görüldüğü gibi özellikle K2 konusunda belirginleşmiştir.

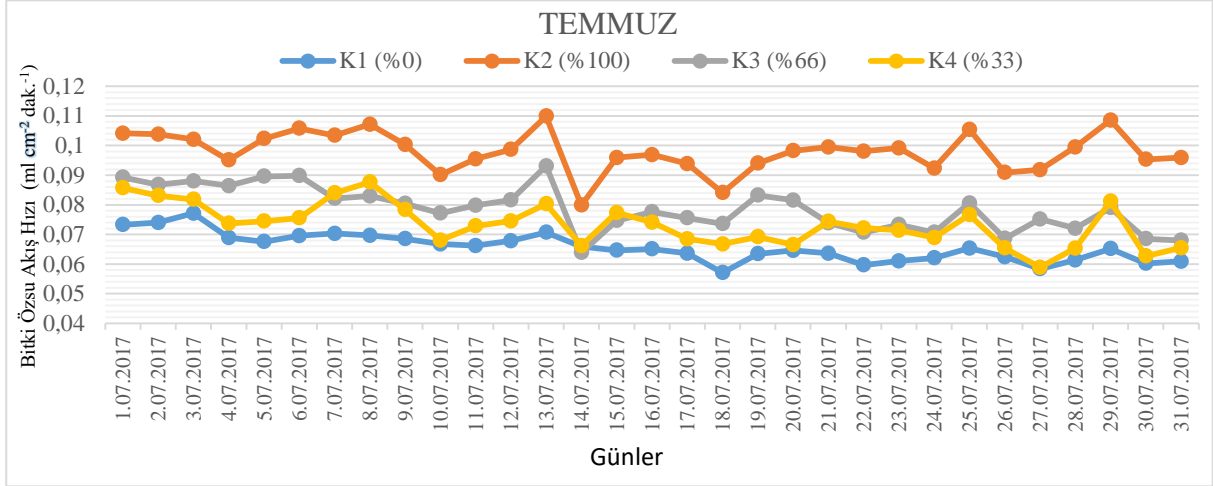
Ağustos ayı boyunca kaydedilen bitki özsü akışı ölçümlerinde, K1 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı 0.038-0.061 ml cm⁻² dak.⁻¹, K2 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış hızı 0.080-0.104 ml cm⁻² dak.⁻¹, K3 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsü akış

Çizelge 2. 2017 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre ortalama stoma iletkenliği değerleri (mmol m⁻² sn⁻¹) P ≥ 0.05 ns: önemsiz p < 0.05 önemli

KONU	TARİH														ORT.
	21.06.2017	28.06.2017	05.07.2017	12.07.2017	19.07.2017	26.07.2017	02.08.2017	09.08.2017	16.08.2017	23.08.2017	30.08.2017	06.09.2017	13.09.2017	20.09.2017	
K1	278.4 (n.s)	411.1 (n.s)	428.2 (n.s)	363.8 (b)	374.2 (n.s)	288.9 (b)	274.2 (b)	280.8 (b)	296.7 (b)	291.5 (n.s)	335.5 (n.s)	200.0 (n.s)	229.5 (b)	60.9 (c)	293.8
K2	314.3 (n.s)	436.8 (n.s)	458.3 (n.s)	429.2 (a)	405.1 (n.s)	427.4 (a)	391.9 (a)	388.6 (a)	364.4 (a)	394.9 (n.s)	388.5 (n.s)	288.1 (n.s)	358.5 (a)	310.6 (a)	382.6
K3	271.5 (n.s)	436.1 (n.s)	431.7 (n.s)	448.4 (a)	409.6 (n.s)	438.6 (a)	378.4 (a)	382.6 (a)	365.4 (a)	366.6 (n.s)	374.8 (n.s)	291.6 (n.s)	341.7 (ab)	264.2 (ab)	371.5
K4	243.7 (n.s)	385.8 (n.s)	362.2 (n.s)	333.5 (b)	357.9 (n.s)	269.4 (b)	265.8 (b)	278.8 (b)	272.9 (b)	336.8 (n.s)	307.4 (n.s)	242.0 (n.s)	265.5 (ab)	188.1 (b)	293.6



Şekil 1. 2017 yılı zeytin ağaçları haziran ayı ortalama bitki özsü akış hızı (ml cm⁻² dak.⁻¹)



Şekil 2. 2017 yılı zeytin ağaçları temmuz ayı ortalama bitki özsu akış hızı (ml cm⁻² dak⁻¹)

hızı 0.055-0.076 ml cm⁻² dak.⁻¹, K4 konusunda 0.048-0.076 ml cm⁻² dak.⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Ağustos ayının sonlarına doğru K1 konusu Şekil 3'te görüldüğü gibi, toprakta nem iyice düştüğü için diğer konulardan ayrılmaya başlamıştır.

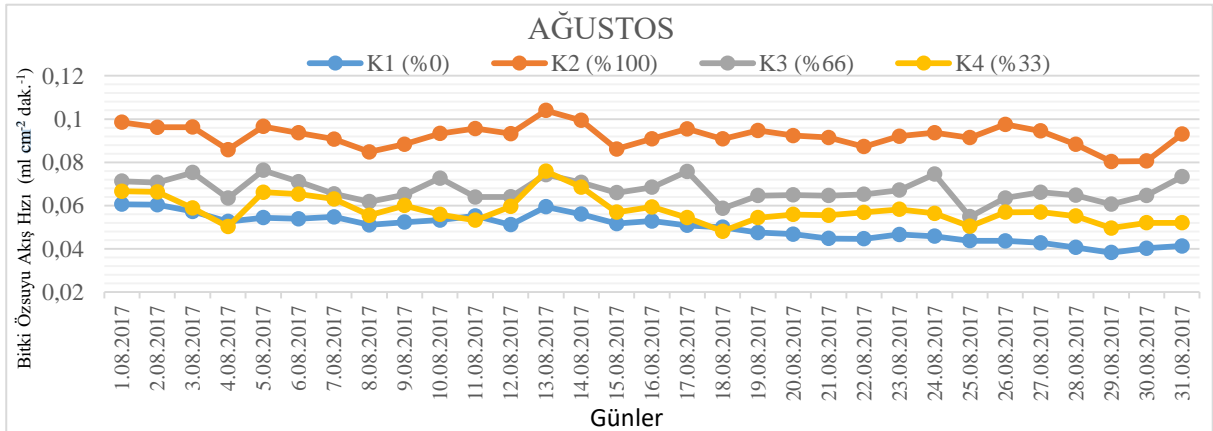
Eylül ayı boyunca kaydedilen bitki özsu akışı ölçümleri, K1 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsu akış hızı 0.016-0.042 ml cm⁻² dak.⁻¹, K2 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsu akış hızı 0.074-0.099 ml cm⁻² dak.⁻¹, K3 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsu akış hızı 0.052-0.073 ml cm⁻² dak.⁻¹, K4 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsu akış hızı 0.032-0.060 ml cm⁻² dak.⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4). Eylül ayında tüm konular arasında belirgin farklar ortaya çıkmıştır.

Ekim ayı boyunca kaydedilen bitki özsu akışı hızı, K1 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsu akış hızı 0.008-0.029 ml cm⁻² dak.⁻¹, K2 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsu akış hızı 0.025-0.085 ml cm⁻² dak.⁻¹, K3 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsu akış hızı 0.021-0.066 ml cm⁻² dak.⁻¹, K4 konusunda en düşük ve en yüksek bitki özsu akış hızı 0.021-0.061 ml cm⁻² dak.⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Çalışma boyunca en düşük bitki özsu akış hızı tüm konularda

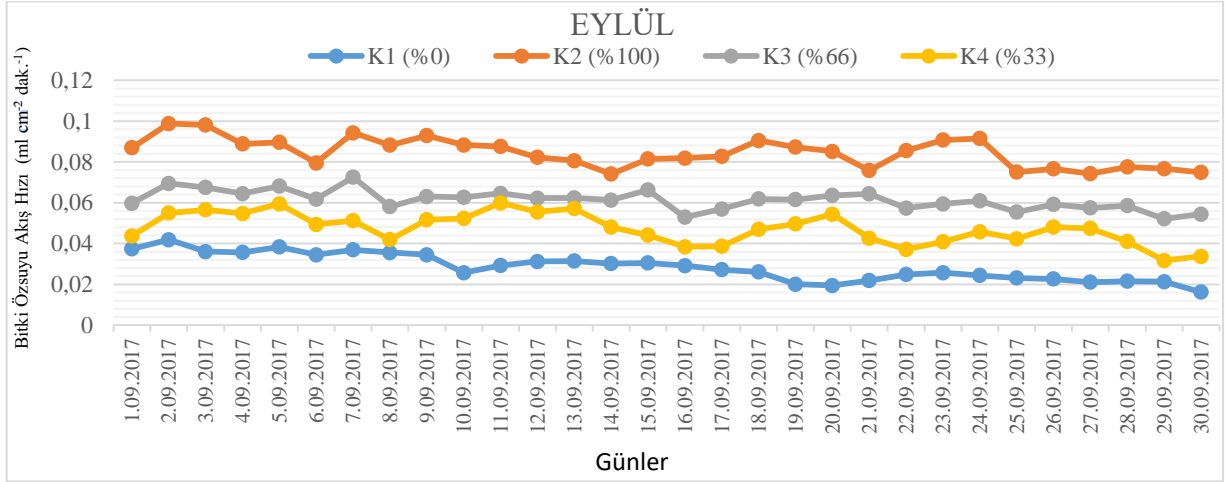
ekim ayında kaydedilmiştir. Şekil 5'te görüldüğü gibi tüm konularda bitki özsu akış hızının günlere göre en düzensiz olarak dağıldığı ay ekim ayı olmuştur. Bunda temel faktörün iklim koşulları olduğu düşünülmektedir.

Marino ve ark. (2014), yağışa dayalı ve tam sulama (kontrol) konularında zeytin ağaçlarında, yaz dönemi boyunca, günlük maksimum bitki özsu akış yoğunluğunu kontrol konusunda 20 ve 30 g m⁻² sn⁻¹ arasında kaydetmişlerdir. Yağışa dayalı koşullarda, bitki özsu akış yoğunluğunu, temmuz ve ağustos aylarında yaklaşık 7 g m⁻² sn⁻¹ maksimum değerine eriştiğini, haziran ve eylül aylarında sırasıyla maksimum 2.6 ve minimum 2.1 g m⁻² sn⁻¹ günlük değişimler gözlemlendiğini gözlemlemişlerdir.

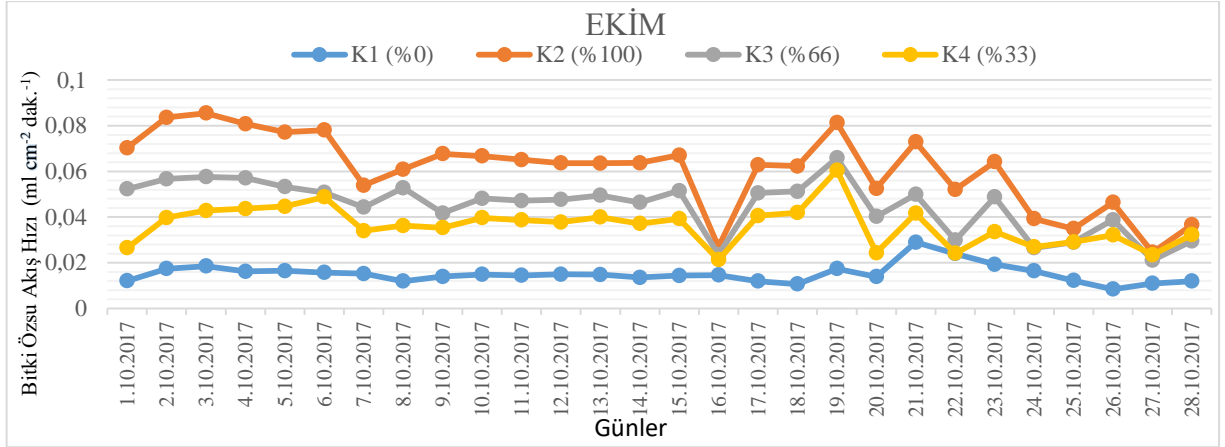
Cocozza ve ark. (2015), İtalya'da yağışa dayalı koşullarda ve sulama yapılan yetişkin zeytin ağaçlarında bitki özsu akış hızını izlemişlerdir. Yaz mevsimi boyunca ve sonbaharın başlangıcında yağışa dayalı koşullarda yetişen bitkilere kıyasla sulanan bitkilerin bitki özsu akış hızını daha yüksek bulmuşlardır. Yaz döneminde günlük maksimum bitki özsu akış hızının 20 ile 30 m³ m⁻² sn⁻¹ arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.



Şekil 3. 2017 yılı zeytin ağaçları ağustos ayı ortalama bitki özsu akış hızı (ml cm⁻² dak⁻¹)



Sekil 4. 2017 yılı zeytin ağaçları eylül ayı ortalama bitki özsü akış hızı (ml cm⁻² dak⁻¹)



Sekil 5. 2017 yılı zeytin ağaçları ekim ayı ortalama bitki özsü akış hızı (ml cm⁻² dak⁻¹)

Bitki özsü akış hızı verilerinin aylık ve sezonluk ortalamaları Çizelge 3'te verilmiştir. Aylık ve sezonluk ortalama özsü akış hızlarında en yüksek değerler K2 konusunda, en düşük değerler ise K1 konusunda elde edilmiştir. K2 konusu dışındaki tüm konularda sezon boyunca özsü akış hızlarında azalma gözlenmiştir. Ekim ayında K2 konusunda gözlenen azalma sulamaların eylül sonu itibarıyla kesilmesinin yanı sıra mevsim itibarıyla sıcaklıkların düşmesiyle birlikte transpirasyondaki azalma ile açıklanabilir.

Stoma iletkenliği (g_s) ve bitki özsü akış hızı arasındaki ilişki

Çalışmada, bitki özsü akış hızı ile stoma iletkenliği arasında regresyon analizi sonucunda pozitif doğrusal bir ilişki ($r^2 = 0.528$) bulunmuştur (Şekil 6). İki parametre arasında istatistiksel olarak anlamlı bir bağ olduğu belirlenmiştir.

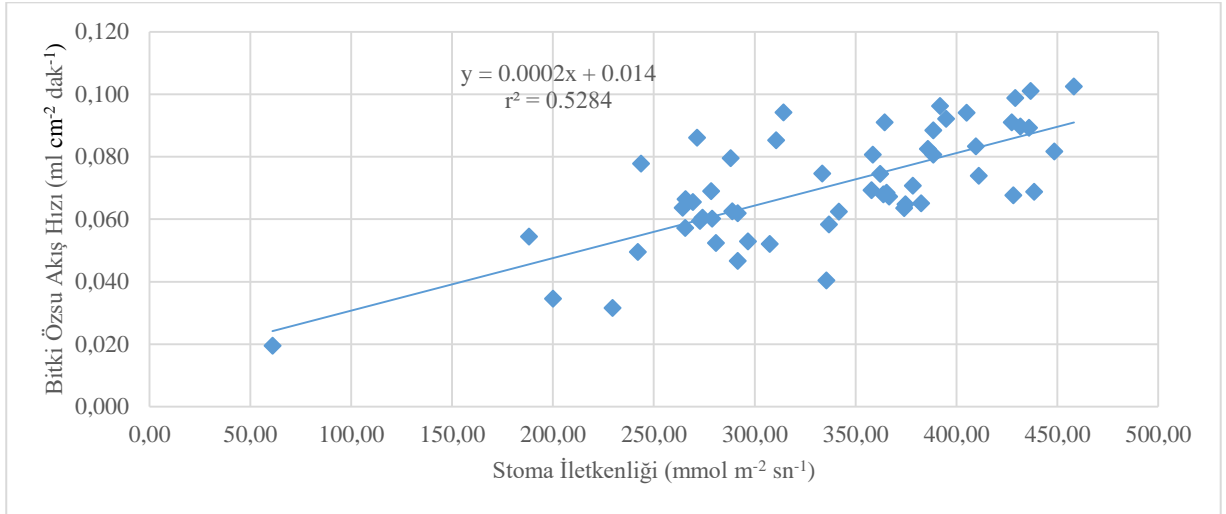
Çizelge 3. 2017 yılında zeytin ağaçlarında konulara göre ortalama özsü akış hızı değerleri (ml cm⁻² dak.⁻¹)

	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Sezon
K1	0.072	0.066	0.050	0.029	0.015	0.054
K2	0.090	0.098	0.092	0.085	0.061	0.091
K3	0.084	0.079	0.067	0.061	0.045	0.073
K4	0.083	0.073	0.058	0.047	0.036	0.065

Ksilemden geçen bitki özsü akışı hızı arttıkça stomalardan oluşan transpirasyon hızı da artmıştır. Bununla birlikte stoma iletkenliği üzerinde diğer faktörlerinde etkili olduğu söylenebilir. Stoma iletkenliği üzerinde oransal nem, kuantum akı yoğunluğu, sıcaklık, karbondioksit konsantrasyonu, toprak nem durumu gibi çevresel faktörler de etkili olmaktadır (Turner, 1991).

SONUÇ

Su stresinin artışına bağlı olarak fizyolojik özellikler değerlendirildiğinde; stoma iletkenliği verilerinin varyans analizi sonuçlarına göre, konular arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark gözlenmiştir. Söz konusu fark stoma iletkenliğinin, bitkideki su stresinin saptanmasında kullanılabileceğini ortaya koymuştur.



Şekil 6. 2017 yılı zeytin ağaçlarına ait bitki özsü akış hızı ($\text{ml cm}^{-2} \text{dak}^{-1}$) ve stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{sn}^{-1}$) arasındaki ilişki

Aynı şekilde bitki özsü akışı ölçümlerinde de bitki su stresine bağlı olarak konular arasında değişimler olmuş, su stresi arttıkça özsü akış hızında azalma meydana gelmiştir. Ölçümlerde en düşük konu tüm aylarda K1 (Yağışa dayalı) konusu olurken, en yüksek konu K2 (Kontrol) konusu olmuştur. Konular arasındaki farklar; yine bitki özsü akışının, zeytinde bitki su stresinin saptanmasında kullanılabileceğini göstermektedir.

Araştırmanın önemli bir bulgusu ise her iki parametre arasında pozitif doğrusal ($r^2 = 0.528$) bir ilişkinin bulunmasıdır. Stoma iletkenliğinin tahminlenmesinde özsü akış ölçümlerinin ya da özsü akış hızının tahminlenmesinde stoma iletkenliği ölçümlerinin kullanılabileceği söylenebilir. Bununla birlikte stoma iletkenliği üzerinde diğer faktörlerin etkili olduğu da söylenebilir.

Hem stoma iletkenliği hem de bitki özsü akış hızının zeytin ağaçlarında su stresinin belirlenmesinde başarılı olduğu, bu yüzden sulamanın programlanmasında her iki yönteminde başarıyla kullanılabileceği ifade edilebilir. Bu yöntemlerden özsü akış hızının otomasyona da uygun olması yöntemin kullanım olanağını arttırmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akkuzu E, Kaya Ü, Köseoğlu O, Sevim D, Mengü GP, Güngör FÖ, Veral MG, Kaptan S (2016) Zeytin Yetiştiriciliğinde Kısıtlı Sulama Stratejilerinin Zeytin Verimine, Fizyolojik Parametrelerine, Zeytin ve Zeytinyağının Minör ve Antioksidan Özellik Gösteren Bileşikleri Üzerine Etkisi. TÜBİTAK Proje No: 112O317.
- Asik S, Kaya U, Camoğlu G, Akkuzu E, Olmez H, Avcı M. (2014) Effect of Different Irrigation Levels on the Yield and Traits of Memecik Olive Trees (*Olea europaea L.*) in the Aegean Coastal Region of Turkey. J. Irrig. Drain Eng. 140(8): 04014025.
- Beede RH, Goldhamer DA (2005) Olive irrigation management. In: Olive Production Manual, Second Edition, Sibbett GS, Ferguson L (eds.), University of California Publication 3353: 61-69.
- Ben-Gal A, Agam N, Alchanatis V, Cohen Y, Yermiyahu U, Zipori I, Presnov E, Sprintsin M, Dag A (2009) Evaluating water stress in irrigated olives: correlation

of soil water status, tree water status, and thermal imagery. Irrig Sci. doi: 10.1007/s00271-009-0150-7

- Breda N, Huc R, Granier A, Dreyer E (2006) Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. Annals of Forest Science, Springer Verlag (Germany). 63 (6): 625-644.
- Cocozza C, Marino G, Giovannelli A, Cantini C, Centritto M, Tognetti R (2015) Simultaneous Measurements of Stem Radius Variation and Sap Flux Density Reveal Synchronisation of Water Storage and Transpiration Dynamics in Olive Trees. Ecohydrology(8). 33-45.
- Çakır T (2015) Farklı Kısıtlı Sulama Koşullarındaki Zeytin Ağaçlarında (cv. Memecik) Bitki Su Potansiyeli ve Stoma İletkenliğinin Zamansal Değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Ecomatik (2003) Sap Flow Sensor User Manual. Germany.
- Efe R, Soykan A, Cürebal İ, Sönmez S (2016) Türkiye'de Yetişen Zeytin Çeşitlerinin Özellikleri ve Coğrafi Dağılışı. E. G. Naskali içinde, Zeytin Kitabı, Kitabevi.
- Fernández JE, Moreno F (1999) Water use by the olive tree. Water use in crop production, (Edt: Kirkham M.B). Haw orth Press.101-162.
- Fernández, J.E. and Cuevas, M.V. 2010. Irrigation scheduling from stem diameter variations: A review. Agricultural and Forest Meteorology 150:135–151.
- Goldhamer DA, Dunai J, Ferguson L (1994) Irrigation requirements of olive trees and responses to sustained deficit irrigation. Acta Horticulturae 356: 172-176.
- Gouiaa M, Zauouy F, Boujnah D (2014) Ecophysiological Response of Young 'Chemlali' Olive Plants Under Three Irrigation Regimes. OLIVEBIOTEQ2014. Jordan.
- Granier A (1985) Une nouvelle méthode pour la mesure du flux de sève brute dans le tronc des arbres. Annales Des Sciences Forestières 2(42): 193-200.
- Grattan SR, Berenguer MJ, Connell JH, Polito VS, Vossen PM (2006) Olive Oil Production as Influenced by Different

- Quantities of Applied Water. *Agricultural Water Management* 85: 133-140.
- GTB (2016) 2015 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü.
- Gucci R, Fereres E, Goldhamer DA (2012) Fruit Trees and Vines. In: Steduto P, Hsiao TC, Fereres E, Raes D. *Crop Yield Response to Water* (300). Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- Hidalgo J, Vega V, Hidalgo JC, Pastor M, Orgaz F, Fereres E (2011) Responses to Different Irrigation Strategies of a Traditional and an Intensive Olive Orchard Cultivar 'Picual' in Andalusia, Spain. *Acta Hort.* (ISHS) 888: 53-62.
- James LG (1988) *Principles of Farm Irrigation System Design*. John Wiley & Sons, New York, 260-299.
- Kaplan M, Karagöz Arıhan S (2011) Antik Çağdan Günümüze Bir Şifa Kaynağı: Zeytin ve Zeytin Yağının Halk Tıbbında Kullanımı. VIII. Milletlerarası Türk Halk Kültürü Kongresi, (s. 2). İzmir.
- Marino G, Pallozzi E, Cocozza C, Tognetti R, Giovannelli A, Cantini C, Centritto M (2014) Assessing Gas Exchange, Sap flow and Water Relations Using Tree Canopy Spectral Reflectance Indices in Irrigated and Rainfed *Olea europaea* L. *Environmental and Experimental Botany* 99: 43-52.
- MGM (2018). İzmir ili meteoroloji verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü İzmir Meteoroloji Bölge Müdürlüğü. İzmir.
- Moriana A, Orgaz F, Fereres E, Pastor M (2003) Yield Responses of Mature Olive Orchard to Water Deficit. *Journal of American Society Horticulturæ Science* 425-431.
- Parlak M (2014) Ayvalık Zeytin Fidanlarında Su Stresine Bağlı Olarak Bitki Su Stres İndeksi (CWSI)'nin Değişimi ve CWSI ile Stoma İletkenliği Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir
- Taiz L, Zeiger E (2008) *Bitki Fizyolojisi* (Edit. Prof. Dr. İsmail Türkan). Palme Yayıncılık, Ankara.
- Turner NC (1991) Measurement and influence of environmental and plant factors on stomatal conductance in the field. *Agricultural and Forest Meteorology* 54(2-4): 137-154.
- Xiloyannis C, Dichio B, Nuzzo V, Celano G (1999) Defense strategies of olive against water stress. *Acta Horticulturæ*, 474: 423-426.
- Yazar, A., Gençel, B., Ülger, A.C., Sezen, S.M., Bozkurt, Y. 2007. Bitki Su Stresi İndeksini Kullanarak Uygulanacak Sulama Suyu Miktarının Kestirimi. Tubitak Proje No: TOGTAG-3305
- Yurtsever, N. (1984). *Deneyisel İstatistik Metotlar*. Ankara: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara

Bovine SMO gene polymorphism in Anatolian Black Cattle and Anatolian Water Buffaloes

İbrahim AYTEKİN*¹ , Mervan BAYRAKTAR¹ ¹ Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, University of Selçuk, Konya, Turkey

Abstract: The purpose of this study was to determine the G>C mutation on exon 9 (G21234C) of Bovine Smoothened (SMO) gene polymorphism by using *Cfr13I* restriction enzyme with PCR-RFLP method in both Anatolian Black cattle and Anatolian Water Buffaloes. According to the G>C mutation on exon 9 (G21234C) of SMO gene, the results showed that there were three genotypes such as GG, GC and CC in Anatolian Black cattle, but there was only one genotype GG in Anatolian Water Buffaloes. Allele and genotype frequencies in Anatolian Black cattle were estimated as 0.35 and 0.65 for G and C alleles and 0.22, 0.26 and 0.52 for GG, GC and CC genotypes, respectively. The Chi-square test showed that the Anatolian Black cattle population was not in Hardy-Weinberg equilibrium with respect to G21234C substitution ($P < 0.05$).

Because G>C mutation on exon 9 (G21234C) of SMO gene is polymorphic in cattle, it can be concluded that SMO gene is a potential candidate gene. However, such a statement cannot be expressed for buffaloes since it is monomorphic in Anatolian buffaloes.

Keywords: Bovine, Smoothened, livestock, *Cfr13I*, restriction enzyme

Yerli Kara siğir ırkı ve Anadolu mandalarında SMO gen polimorfizmi

Öz: Bu çalışmanın amacı hem Yerli Kara siğirlerinde hem de Anadolu mandalarında PCR-RFLP methodu ile *Cfr13I* restriksiyon enzimi kullanılarak Bovine Smoothened (SMO) gen polimorfizminin 9. ekzonundaki (G21234C) G>C mutasyonunu belirlemektir. SMO geninin 9. ekzonundaki G>C mutasyonuna göre sonuçlar Yerli Kara siğirlerde GG, GC ve CC genotiplerinin olduğunu, fakat Anadolu mandalarında yalnızca GG genotipinin olduğunu göstermiştir. Yerli Kara siğirlerde allel ve genotip frekansları sırasıyla G ve C allelleri için 0.35 ve 0.65, GG, GC ve CC genotipleri için 0.22, 0.26 ve 0.52 olarak tahmin edilmiştir. Ki-kare testi Yerli Kara siğir popülasyonunun G21234C değişikliği ile ilgili olarak Hardy-Weinberg dengesinde olmadığını göstermiştir ($P < 0.05$).

SMO geninin 9. ekzon (G21234C) üzerindeki G>C mutasyonu siğirlerde polimorfik olduğu için SMO geninin potansiyel bir aday gen olduğu sonucuna varılabilir. Fakat, Anadolu mandalarında monomorfik olduğu için mandalar için böyle bir ifade söylenemez.

Anahtar kelimeler: Bovine, Smoothened, çiftlik hayvanları, *Cfr13I*, restriksiyon enzimi

INTRODUCTION

Buffaloes are reared mostly in the half northwestern and also north part of the middle Anatolia of Turkey. It is more common along the coast of the Black sea and is used for the purpose of producing milk and meat (Soysal et al., 2013). Another species, the Anatolian Black cattle is a *Bos brachyceros* type with a long narrow head (Yılmaz et al., 2012). Also, this cattle breed is black, small-bodied, small horns and is used for the purpose of producing milk and meat.

Along with its widespread use in molecular biology and in many various areas, molecular markers have also begun to take place in animal sciences. Many genes have been identified as having an association economically traits such as productivity and health in livestock until today. Even, some potential genes concerning with economic characteristics of farm animals such as qualitative or quantitative traits have been studied for marker assist selection (MAS) by now (Aytekin et al., 2011; Fadhil and Zülkadir, 2017). One of these genes is the Smoothened (SMO) gene. The SMO gene was first identified in the fly *Drosophila melanogaster* and later in vertebrates (Murone et al., 1999; Quijada et al., 2007). The development of a multicellular organism depends on mechanisms that initially specify and then maintain

positional information (Alcedo et al., 1996). Hh (Hedgehog) pathway is one of these mechanisms. Smoothened (SMO) is the seven-pass transmembrane signal transducer of the Hh pathway and a member of the G-protein-coupled receptor superfamily. Also, SMO is encoded by the SMO gene (Alcedo et al., 1996; Murone et al., 1999). Hh signaling plays many important developmental roles in animals. The Hh signaling pathway is a signaling pathway that transmits information to embryonic cells required for proper cell differentiation and it is one of the key regulators of animal development and is present in all bilaterians (Ingham et al., 2011). SMO takes part in the regulation of either osteogenesis or adipogenesis with Hh pathway (James, 2013; Liang et al., 2015; Wu et al., 2004). Being implicated in the development of some cancers or tumors, Hh path is studied by researchers in human health (Avci, 2012; Steg et al., 2012). So, SMO, as a central regulator of the pathway and an accessible cell membrane component, has been the primary focus in the development of small molecule Hh

* Corresponding Author: aytekin@selcuk.edu.tr

The submitted date: 27 August 2020

The accepted date: 5 November 2020

pathway inhibitors (Kim et al., 2013). The Hh pathway is a major regulator for cell differentiation, tissue polarity and cell proliferation (Jia et al., 2015). Hh pathway in various animal tissues and organs is necessary for the patterning, growth, and morphogenesis (Zhang et al., 2014). Briefly, Hh signaling pathway has been recognized as a key regulatory component of many fundamental processes.

In *Bos taurus*, the SMO gene has been localized of chromosome 4, consists of 13 exons with a total length of 24316 bp (GenBank accession No: 539308). Zhang et al. (2014) detected polymorphisms in the bovine SMO gene of Qinchuan cattle, and also researchers stated that associations between this gene and body measurement traits (BMTs) - meat quality traits (MQTs). As a result, authors were stated that the SMO gene could be used as a candidate gene to alter BMTs and MQTs in Qinchuan cattle or for marker-assisted selection to breed cattle with superior BMTs and MQTs. Moreover, in a study made with SNP markers about the molecular characterization of SMO gene and effects of its genetic variations on body size traits in Qinchuan cattle (*Bos taurus*), Zhang et al. (2015) identified the different SNPs and stated that wild-type alleles of some detected SNPs appeared to be more beneficial for selecting cattle with superior body size traits. The purpose of this study is to determine the G>C mutation at exon 9 (G21234C) of Bovine Smoothed (SMO) gene polymorphism in Anatolian Black Cattle and Anatolian Water Buffaloes.

MATERIAL AND METHODS

A total of 50 Anatolian Black Cattle (ABC) reared in Ankara city and 50 Anatolian Water Buffaloes (AWB) reared in Konya and Kütahya cities were used for SMO gene in this study. Blood samples from each animal were taken into vacutainer tubes containing EDTA from the *vena jugularis* and stored at -20°C until DNA extraction. Genomic DNA from whole blood was extracted according to QuickGene DNA whole blood kit S (DB-S; KURABO, JAPAN). After extraction, the DNA concentration of all samples was assessed with the Nanodrop spectrophotometer (ND1000; NanoDrop Technologies, USA) in order to determine quality and quantity. The RFLP method was used to determine for the G>C polymorphism on exon 9 (G21234C) of SMO gene. A pair of primers with the following nucleotide sequences: F:5'-GCTTCACCCGTCTACTACCC-3' and R:5'-GCTCATGGAAATGCCAGTTC-3' was used to amplify a DNA fragment of 163 bp from exon 9 of SMO gene (Zhang et al., 2014). The PCR reaction was performed in 10 ul reaction volume. The polymerase chain reaction comprised genomic DNA, 5 µmol L⁻¹ Dream Taq Green PCR Master Mix (2X;

Thermo Scientific), 0.3 µmol L⁻¹ of each primer and 2.4 µmol L⁻¹ ddH₂O in a total volume of 10 ul. The amplification was performed in a gradient thermal cycler (Techne TC-512) using the following program: an initial denaturation step at 95 °C for 5 min, followed by 35 cycles of 94 °C for 30 s, 60.7 °C for 30 s and 72 °C for 30 s. Final extension was at 72 °C for 10 min. The PCR products were digested with 10 U of *Cfr13I* fast digest restriction enzyme in 20 ul volume (Thermo Fisher Scientific). The restriction fragments were subjected to electrophoresis on 2% agarose/ethidium bromide gel in 1X TBE buffer and then visualized under UV light and scored in a gel documentation system. The Chi-square test whether the distribution of the genotype frequencies was in the Hardy-Weinberg equilibrium was carried out via PopGene32 (ver. 1.32).

RESULTS

Figure 1 show that agarose gel electrophoresis of PCR and digested products of SMO gene digested with *Cfr13I* restriction enzyme in Anatolian Water Buffaloes and Anatolian Black Cattle. In this study by using *Cfr13I* restriction enzyme in G>C mutation on exon 9 (G21234C) of SMO gene, the results in Anatolian Black cattle showed that there were three genotypes such as GG, GC and CC, but was only one genotype GG in Anatolian Water Buffaloes (Figure 1). Allele and genotype frequencies were estimated as 0.35 and 0.65 for G and C alleles and 0.22, 0.26 and 0.52 for GG, GC and CC genotypes, respectively (Table 1). Also, H_e (expected) and H_o (observed) heterozygosity values were found to be 0.1 and 0.2, respectively.

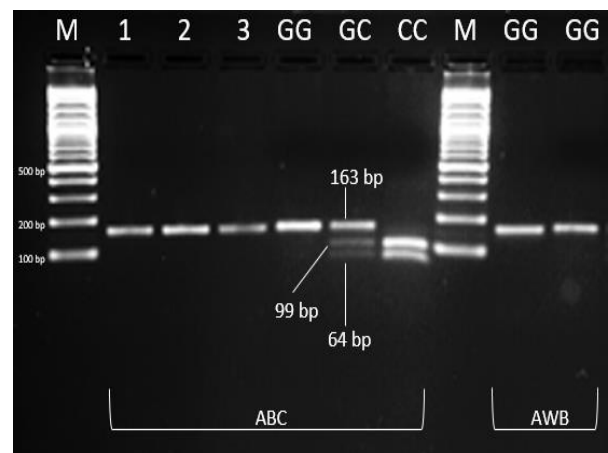


Figure 1 - Agarose gel electrophoresis of PCR and digested products; M: 100bp Plus DNA Ladder (Vivantis Technologies), Line 1-3: PCR products, GG: 163 bp, GC: 163, 99 and 64 bp, CC: 99 bp and 64 bp

Table 1 - Genotype/allele frequencies of SMO gene in ABC and AWB

Breed	N	Genotype frequencies			Allele frequencies		χ^2
		GG	GC	CC	G	C	
ABC	50	0.22	0.26	0.52	0.35	0.65	9.183*
AWB	50	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	-

*P<0.05: not in Hardy-Weinberg equilibrium

DISCUSSION

The genetic diversity within inter or intra breeds is important for breeding programs in livestock. Turkey is a rich country in terms of genetic diversity. It contains many native cattle breeds and a native buffalo breed. Although these native breeds have not high productivity traits, they are adapted to withstand bad environmental conditions. SMO is a member of G protein-coupled receptors (GPCRs) families and an ingredient of the Hh signaling pathway (Ingham and McMahon, 2001; Ruiz-Gómez et al., 2007). There are little studies about the SMO gene in cattle breeds. Where, Zhang et al. (2014) confirmed that SMO gene is a candidate gene that association with the growth traits and meat quality in Chinese cattle breeds. In this study we analyzed SMO gene polymorphism in AWB and ABC. Three genotypes were found in ABC and one genotype in AWB. As far as we know, this study is the first study in the literature on SMO gene polymorphism in buffaloes. (Zhang et al., 2014) reported an association between SMO gene and growth traits and meat qualities in Qinchuan cattle breeds with genotype and allele frequency; GG: 0.3577, GC: 0.5427, CC: 0.0996, G: 0.6290, C: 0.3710. (Zhang et al., 2015) confirmed the influence of SMO gene polymorphism on the growth traits of Qinchuan cattle breeds. Since SMO gene is monomorphic in the Anatolian buffaloes, it is necessary to do sequence analyses to find new or different SNPs in this species. Because genome-wide association studies (GWASs) are possible due to the availability of technology that allows high-throughput genotyping of single-nucleotide polymorphisms (SNPs). These SNPs are variants, or alleles, in the DNA sequence that may be associated with the expression of a trait or characteristic in cattle. The technology allows deciphering the genetics behind the expression of economically important traits (Casas and Kehrli Jr, 2016; Zimin et al., 2009). There are genetic conditions besides environmental conditions that influence productivity in livestock phenotypes. Namely, it is important to carry out studies involving recently found or known genes with effects on the performance and health of livestock. Many molecular markers have proved their ability to improve important economic traits until today. In fact, studying the functions of genes, and also pathways and signaling, will make it easier to understand their functions. As a result, further studies need to be done to understanding genetic diversity,

association between productions or health and SMO gene in Anatolian Black Cattle and Anatolian Water Buffaloes.

REFERENCES

- Alcedo J, Ayzenon M, Von Ohlen T, Noll M, Hooper JE (1996) The Drosophila smoothed gene encodes a seven-pass membrane protein, a putative receptor for the hedgehog signal. *Cell* 86: 221-232
- Avcı O (2012) Hedgehog/Hedgehog. *Türk Dermatoloji Dergisi* 6: 162
- Aytekin I, Ozdil F, Zulkadir U, Boztepe S, Sariyel V (2011) Evaluation of ISSR markers for genetic diversity analysis in Anatolian water buffaloes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91: 1957-1962
- Casas E, Kehrli Jr ME (2016) A review of selected genes with known effects on performance and health of cattle. *Frontiers in veterinary science* 3: 113
- Fadhil M, Zulkadir U (2017) Molecular Characterization of MSTN Gene in Holstein Friesians and Brown Swiss Cattle Breeds. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences* 31: 151-153
- Ingham PW, McMahon AP (2001) Hedgehog signaling in animal development: paradigms and principles. *Genes & development* 15: 3059-3087
- Ingham PW, Nakano Y, Seger C (2011) Mechanisms and functions of Hedgehog signalling across the metazoa. *Nature Reviews Genetics* 12: 393-406
- James AW (2013) Review of signaling pathways governing MSC osteogenic and adipogenic differentiation. *Scientifica* 2013
- Jia Y, Wang Y, Xie J (2015) The Hedgehog pathway: role in cell differentiation, polarity and proliferation. *Archives of toxicology* 89: 179-191
- Kim J, Aftab BT, Tang JY, Kim D, Lee AH, Rezaee M, Kim J, Chen B, King EM, Borodovsky A (2013) Itraconazole and arsenic trioxide inhibit Hedgehog pathway activation and tumor growth associated with acquired resistance to smoothed antagonists. *Cancer cell* 23: 23-34
- Liang S, Chen RT, Zhang DP, Xin HH, Lu Y, Wang MX, Miao YG (2015) Hedgehog signaling pathway regulated the target genes for adipogenesis in silkworm *Bombyx mori*. *Insect science* 22: 587-596
- Murone M, Rosenthal A, de Sauvage FJ (1999) Sonic hedgehog signaling by the patched-smoothed receptor complex. *Current Biology* 9: 76-84
- Quijada L, Callejo A, Torroja C, Guerrero I (2007) The patched receptor: Switching on/off the Hedgehog signaling pathway. *Hedgehog-Gli Signaling in Human Disease*: 23

- Ruiz-Gómez A, Molnar C, Holguín H, Mayor Jr F, de Celis JF (2007) The cell biology of Smo signalling and its relationships with GPCRs. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes* 1768: 901-912
- Soysal MI, Tekerli M, Daşkıran İ (2013) Anatolian water buffaloes husbandry in Turkey. *Buffalo Bulletin* 32: 293-309
- Steg AD, Katre AA, Bevis KS, Ziebarth A, Dobbin ZC, Shah MM, Alvarez RD, Landen CN (2012) Smoothed antagonists reverse taxane resistance in ovarian cancer. *Molecular cancer therapeutics* 11: 1587-1597
- Wu X, Walker J, Zhang J, Ding S, Schultz PG (2004) Purmorphamine induces osteogenesis by activation of the hedgehog signaling pathway. *Chemistry & biology* 11: 1229-1238
- Yilmaz O, Akin O, Yener SM, Ertugrul M, Wilson R (2012) The domestic livestock resources of Turkey: cattle local breeds and types and their conservation status. *Animal Genetic Resources* 50: 65-74
- Zhang Y-R, Gui L-S, Li Y-K, Jiang B-J, Wang H-C, Zhang Y-Y, Zan L-S (2015) Molecular characterization of bovine SMO gene and effects of its genetic variations on body size traits in Qinchuan cattle (*Bos taurus*). *International journal of molecular sciences* 16: 16966-16980
- Zhang Y, Li Y, Fu C, Wang J, Wang H, Zan L (2014) Effects of bovine SMO gene polymorphisms on the body measurement and meat quality traits of Qinchuan cattle. *Genet. Mol. Res* 13: 8105-8117
- Zimin AV, Delcher AL, Florea L, Kelley DR, Schatz MC, Puiu D, Hanrahan F, Pertea G, Van Tassell CP, Sonstegard TS (2009) A whole-genome assembly of the domestic cow, *Bos taurus*. *Genome biology* 10: R42.

İncir Çekirdeği Ununun Mufinin Fiziksel, Kimyasal, Tekstürel ve Duyusal Kalitesi Üzerine Etkisi

Hande ÖZKAN*¹, Hülya GÜL¹¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta

Öz: Bu çalışmada; incir çekirdeği ununun (İÇU) mufin üretiminde kullanılarak mufinlerin kalitesine ilişkin özelliklerinin artırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla İÇU mufin üretiminde 4 farklı oranda (buğday unuyla yer değiştirmeye göre %0, %10, %20, %30) kullanılmıştır. İÇU ilave edilerek üretilen mufinlerin bazı kimyasal, fiziksel, tekstürel ve duyusal özellikleri belirlenmiştir. İÇU oranı arttıkça mufinlerin kül, nem, toplam diyet lif içerikleri artmış, hacim, spesifik hacim, simetri indeksi gibi yapısal özellikleri azalmış, mufinlerin kabuk ve iç kesit rengi oran artışına bağlı olarak koyulaşmıştır. %20 İÇU kullanım düzeyine kadar mufinlerin tekstürel ve duyusal özelliklerinde olumsuz bir etki saptanmamış, ancak %30 düzeyine çıktığında zaman bu özellikler olumsuz etkilenmiştir. Tüketici açısından %20 İÇU katkılı mufin kabul edilebilir olmuştur. Tüm değerlendirmeler göz önüne alındığında İÇU'nun %20 takviye düzeyine kadar fonksiyonel olarak eklenebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Ficus carica linn*, fonksiyonel gıda, diyet lif, reolojik

Effects of Fig Seed Flour on Physical, Chemical, Textural and Sensory Quality of Muffin

Abstract: In this study; It is aimed to increase the quality characteristics of muffins by using fig seed flour (FSF) in muffin production. For this purpose, FSF has been used at 4 different rates (0%, 10%, 20%, 30% replacement with wheat flour) in the production of muffin. Some chemical, physical, textural and sensory properties of the muffins produced by adding FSF were determined. As the FSF ratio increased, the ash, moisture, total dietary fiber contents of the muffins increased, structural properties such as volume, specific volume, symmetry index decreased, and the crust and crumb color of the muffins became darker due to the increase of FSF level. There was no negative effect on the textural and sensory properties of muffins up to 20% FSF usage level, but when the level was increased to 30%, these properties were negatively affected. From the consumer point of view, 20% FSF added muffin was acceptable. Considering all the evaluations, it has been concluded that the FSF can be added in the production of muffins functionally up to 20% supplementation level.

Keywords: *Ficus carica linn*, functional food, dietary fiber, rheological

GİRİŞ

İncir, Latince ismiyle *Ficus carica linn*, Moraceae familyasına ait bir meyvedir ve dünya çapında yetiştirilen önemli bir mahsuldür. Güneybatı Asya ve Doğu Akdeniz bölgelerinde yetiştirilir. Temmuz ve Ağustos aylarında hasat edilir. Yüksek miktarda şeker, enerji kaynağı, fenolik bileşikler ve vitaminler gibi antioksidan bileşenleri içerir (Herranz ve ark., 2017). Türkiye’de 84,879 ha alanda incir üretimi yapılmakta olup, 10,052 adedi meyve veren olmak üzere, toplam 11,172 adet incir ağacı bulunmaktadır. Bu ağaçlardan elde edilen taze incir miktarı 2020 yılı verilerine göre 310,000 ton olmuştur (Anonim, 2020).

Besin değeri yüksek bir ürün olan incir, şeker, özellikle glukoz ve fruktoz, ve organik asitler bakımından zengindir, ancak sodyum ve yağ içermez. Protein miktarı birçok meyvenin iki katından daha fazladır. Diğer meyvelerle karşılaştırıldığında kalsiyum, bakır, magnezyum, potasyum ve kükürt bakımından birinci; enerji, pantotenik asit, riboflavin, tiamin ve piridoksin bakımından ikinci sırayı aldığı görülür (Pereira, 2017).

İncir çekirdeği yüksek orandaki lif içeriği sayesinde kolesterolün kana karışmadan atılmasını sağlar. Kalp ve damar hastalıklarına karşı vücudu korur. Lif içeriği sindirim sistemini güçlendirir. İncir çekirdeği E ve D vitaminleri bakımından oldukça zengindir. İncir çekirdeğinde bulunan E vitamini metabolizma açısından koruyucu bir etkiye sahiptir,

vücuttan toksinlerin atılmasında faydalı olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalar ile omega-3, omega-6, omega-9 yağ asitleri bakımından çekirdeğin zengin olduğu belirtilmiştir. İncir çekirdeğinin anne sütünü artırıcı etkisi gözlemlenmiştir. İncir çekirdeği enerji deposudur, vücuda enerji sağlar. Kolesterol seviyesini düşürücü etkisinden dolayı, şeker hastalarının ve kilo sorunu olanların kullanması oldukça faydalıdır (Ulutürk, 2018).

Gıda sanayinin önemli bir alt sektörü unlu mamuller ve pastacılıktır. Toplumların gelişmesine bağlı olarak sektörün gelişimi artmakta ve artmaya devam etmektedir. Günümüzde tüketiciler hem besin değeri açısından zengin hem de insan sağlığına olumlu etkileri bulunan gıdaların tüketimine ilgi göstermektedir. Unlu mamuller arasında önemli bir yeri olan mufin üretimi de artmakta ve farklı formülasyon ve şekillerde üretilmeye devam etmektedir (Akbaş, 2009). Mufinin kalitesini arttırmak amacıyla birçok

***Sorumlu Yazar:** hande57ozkan@gmail.com Bu çalışma yüksek lisans tez ürünüdür ve Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: FYL-2019-6940)

Geliş Tarihi: 27 Ağustos 2020

Kabul Tarihi: 24 Haziran 2021

çalışma yapılmıştır. Bunlardan yağsız ayçiçek çekirdeği unu (Grasso ve ark., 2020), deniz yosunu unu (Mamat ve ark., 2018), fıstık unu (Akter ve Alim, 2018), karabuğday ve amarant unu (Pineda ve ark., 2018), nar çekirdeği tozu (Noğay, 2014), domates tozu (Yadav ve ark., 2018), frenk üzümü tozu (Llorca ve ark., 2019), kimchi (Heo ve ark., 2019), yabanmersini (Camire ve ark., 2018), tatlı bakla ve soya fasülyesi unu (Frank ve ark., 2018), vişne tozu (Bajerska ve ark., 2016), darı unu (Gupta ve ark., 2015) vb. ile mufinin protein, yağ, lif gibi özellikleri artırılmıştır.

Domates tozuyla yapılan çalışmada mufinin protein, diyet lif ve mineral içeriğini arttırdığı, mufinin yumuşak bir dokuya sahip olduğu vurgulanmıştır (Yadav ve ark., 2018). Vella ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada soya ununun mufinin nem ve diyet lif düzeyini arttırdığını, protein içeriğinde önemli bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir.

Yapılan literatür taramasında ulusal ve uluslararası düzeyde bilimsel anlamda ve sanayi açısından incir çekirdeği ununun mufin üretiminde kullanımına yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada; incir çekirdeği ununun mufin üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması, üretilen mufinlerin bazı kimyasal, fiziksel besinsel, tekstürel ve duyuşsal kalite özelliklerinin saptanması, İÇU'nun mufin örneklerine ilave edilmesiyle hem lezzetli hem besleyici fonksiyonel bir ürün geliştirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan özel amaçlı buğday unu Hediye Un Fabrikası'ndan (Isparta); şeker, margarin, yağsız süt tozu, pastörize yumurta, kabartma tozu ve süt piyasadan temin edilmiştir. İncir çekirdeği unu (İÇU), kurutulup öğütülüp un formatına getirilmiş halde Bir Numaralı Bitkisel Ürünler'den (Aydın) temin edilmiştir.

Un Analizleri

Özel amaçlı buğday unu ve İÇU'da nem (AACC Method, 44-01.01, 2000), Kül (AACC Method, 08-01.01, 2000), protein (AOAC Method, 950.36, 2000), toplam yağ (AOAC, 1990), toplam diyet lif (AACC Method, 32-07.01, 2000) analizleri yapılmıştır. Renk değerleri (L, a ve b) Minolta CR-410 cihazı ile ölçülmüştür.

Mufin Üretimi

Mufin üretiminde Çizelge 1'de verilen hamur formülü kullanılmıştır. Üretim İpek (2017) tarafından kullanılan yöntemle göre yapılmıştır. Pastörize yumurtalar el mikserinde (Tefal Smart, Türkiye) 1. devirde 2 dakika çırpıldıktan sonra, su ve şeker sırayla ilave edilerek 1. devirde 1 dakika çırpılmıştır. Sonra margarin ilave edilip 1. devirde 1,5 dakika daha çırpıldıktan sonra diğer bileşenler eklenerek 1. devirde 1 dakika çırpıldıktan sonra ek olarak 2. devirde 1 dakika daha çırpılmıştır. Elde edilen hamur karışımı 35 gr mufin pişirme kağıtlarına tartılarak 12'li mufin kalıplarına koyulmuştur. Siemens marka set üstü fırının orta

katında 200 °C 'de 20 dakika pişirilmiştir. Fırından çıktıktan sonra 20 dakika kalıpta, 40 dakika kalıp dışında soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örneklerle analizler uygulanmıştır. İÇU mufin hamuruna 3 ayrı oranda (%10, %20, %30) ilave edilmiştir.

Çizelge 1. Mufin hamuru formülasyonu

Bileşenler	Miktar (g)
Un	100
Şeker	80
Yumurta	60
Margarin	60
Su	35
Yağsız süt tozu	7.5
Tuz	3
İÇU	Özel amaçlı buğday unuyla yer değiştirme metoduna göre %10, %20 ve %30 oranlarında ilave edilmiştir.

Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Belirli oranlarda İÇU ile üretilen mufin örneklerinin hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri ile büzülme değeri ve toplam hacim indeksi (AACC Metot 10-91.01; AACC, 2000) ve pişme kaybı değerleri belirlenmiştir (İpek ve Dizlek, 2018). Mufin örneklerinin hacim değerleri kuşyemi ile yer değiştirme metoduna göre belirlenmiştir. Belirlenen hacim değerleri mufin örneklerinin pişmiş ağırlıklarına bölünerek spesifik hacim değerleri hesaplanmıştır (Noğay, 2014). Mufinlerin temel olarak nem (AACC Method, 44-01.01, 2000), Kül (AACC Method, 08-01.01, 2000), protein (AOAC Method, 950.36, 2000), toplam yağ (AOAC, 1990), toplam diyet lif (AACC Method, 32-07.01, 2000), su aktivitesi (Novasina, Lab Touch-aw, Lachen, İsviçre) (Ulutürk, 2018) değerleri belirlenmiştir.

Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

Renk ölçümü Minolta Tristumulus Colorimeter (CR-410) cihazı ile yapılmıştır. Numunelerde üç farklı bölgeden ölçüm yapılmış ve renk bileşenleri L, a ve b değerleri belirlenmiştir. Renk skalası; L değeri [(0)Siyah – (100) Beyaz], a değeri [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve b değeri [(+) sarı, (-) mavi] olarak kullanılmıştır (Demirekin, 2019).

Tekstür Özelliklerinin Belirlenmesi

Mufin örneklerinin TPA değerleri TA-XT PLUS cihazında (TA-XT Plus, İngiltere) 36 mm'lik silindirik prob (TA4/1000) kullanılarak belirlenmiştir. Mufin örnekleri elektrikli bıçak kullanılarak enine kesilmiş ve üst kabuk kısımları atılarak ölçümler taban kısmıyla yapılmıştır. TPA parametrelerinden; sertlik, esneklik, yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve sıklık değerleri ölçülmüştür. Ölçümler üç paralel ve üç tekerrür şeklinde yapılmış ve elde edilen ortalama değerler verilmiştir. Doku parametrelerinin hesaplanması için 5 kg

yük hücresi kullanılmıştır. Analiz parametreleri: Ön test hızı 1.0 mm/s, test hızı 1.0 mm/sn, test sonrası hız 1.0 mm/sn, mesafe mufin yüksekliğinin yarısı kadardır.

Duyusal Değerlendirme

Mufinlerin duysal değerlendirmesi 10 kişilik bir panelist grubu tarafından yapılmıştır. Öncesinde panelistlere mufinlerin duysal değerlendirme kriterleri hakkında bilgi verilmiştir. Rastgele numaralandırılan örnekler panelistlere ayrı ayrı sunulmuş, bir mufin örneğinden diğerine geçerken panelistlere içme suyu verilmiştir. Duyusal kalite kriterleri 1'den 5'e kadar puanlama sistemine göre yapılmıştır (5 puan: çok iyi, 4 puan: iyi, 3 puan: kabul edilebilir, 2 puan: yeterli değil, 1 puan: kötü). Mufin örnekleri dış ve iç renk, gözenek yapısı, tekstürel özellikler, koku, aroma, tat/lezzet ve genel beğeni özellikleri açısından değerlendirilmiştir (Ulutürk, 2018).

İstatistiksel Değerlendirme

Farklı oranlarda İÇU ilave edilerek üretilen mufinlerin tüm özelliklerine ilişkin olarak elde edilen veriler, "SPSS" paket programı (SPSS, version 23.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, ABD) kullanılarak öncelikle varyans analizi (ANOVA) uygulanmış, sonra önemli bulunan değerler Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Unların Bazı Kompozisyonel Özellikleri

İÇU ve özel amaçlı buğday ununun kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. İÇU'nun nem değeri %6.13, kül değeri %3.1, protein değeri %1.7, toplam diyet lif içeriği %75.6, toplam yağ değeri %18.37, su aktivitesi (aw) değeri 0.475 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Un özelliklerine ilişkin değerler

Özellik	Özel amaçlı buğday unu	İÇU
Nem (%)	12.5	6.13
Kül (%)	0.2	3.1
Protein (%)	8.1	1.7
Toplam diyet lif (%)	-	75.6
Toplam yağ (%)	0.02	18.37
Su aktivitesi (aw)	0.544	0.475
L değeri	89.13	47.4
a değeri	0.56	7.59
b değeri	10.16	13.0

Çizelge 3. Mufinlerin bazı fiziksel özelliklerine ait değerler

İÇU oranı (%)	Hacim	Spesifik hacim (cm ³ g ⁻¹)	Hacim indeksi (mm)	Toplam hacim indeksi (mm)	Pişme kaybı
0	84.00 ± 1.00 ^a	2.74 ± 0.03 ^a	125.17 ± 4.12 ^a	267.00 ± 5.96 ^a	12.22 ± 0.66 ^a
10	79.00 ± 0.00 ^b	2.58 ± 0.03 ^b	118.83 ± 1.72 ^b	271.00 ± 4.42 ^a	12.10 ± 0.62 ^a
20	76.00 ± 1.73 ^c	2.47 ± 0.08 ^c	116.67 ± 2.73 ^b	261.16 ± 21.49 ^b	12.07 ± 0.60 ^a
30	73.33 ± 1.16 ^d	2.41 ± 0.05 ^c	113.33 ± 2.73 ^c	260.50 ± 13.56 ^b	12.34 ± 0.59 ^a

^{a-c} Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir (P>0.05). Standart hata (±SH).

Yapılan bir çalışmada iki farklı türdeki incir çekirdeklerinin nem değerlerinin %7-10 arasında, kül değerlerinin ise %1.04-4.1 arasında değiştiği belirtilmiştir (Yazıcı, 2016). Taş (2019) incir çekirdekleri üzerine yaptığı çalışmada protein içeriğinin %14.74-15.07 arasında olduğunu belirtmiştir. Çalışmada kullanılan İÇU'nun protein (%1.7) ve diyet lif içeriği (%75.6) dikkate alındığında mufin üretiminde kullanılan farklı katkılara göre daha avantajlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Özel amaçlı buğday ununun nem ve kül değerleri sırasıyla %12.5 ve %0.2, protein içeriği %12.5, toplam yağ değeri %0.02, su aktivitesi değeri 0.544 olarak bulunmuştur. Bir çalışmada buğday ununun nem değerinin %13.04, kül değerinin %0.77 olduğu belirtilmiştir (Aker ve Alim, 2018). Pineda ve ark. (2018) amarant ve karabuğday un karışımıyla yaptığı çalışmada buğday ununun protein içeriğini %11.2, yağ değerini %1.5 olarak bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada su aktivitesi değeri 1.02 olarak bulunmuştur (Llorca ve ark., 2019).

İÇU'nun L değeri (47.4) buğday ununa (89.13) göre daha düşük yani daha koyu, kırmızılık ve sarılık değerlerinin ise (sırasıyla 7.59 ve 13.0) buğday ununa göre (sırasıyla 0.56 ve 10.16) daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Üretilen mufinlerin fiziksel özelliklerinden hacim, spesifik hacim, pişme kaybı, hacim indeksi, toplam hacim indeksi değerleri Çizelge 3'te simetri indeksi, üst ve alt büzülme ve tekdüzelik indeksi değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. İÇU ilavesi mufinlerin hacim, spesifik hacim ve hacim indeksi değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli farklar oluşmuştur. Mufinlerde hacim ve hacim indeksi İÇU oranı arttıkça azalma göstermiştir. Değerler arasında belirgin bir farkın oluşmadığı görülmüştür. Dizlek ve Altan (2013) hacim ve hacim indeksi arasında doğrusal bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Buna göre hacim ve hacim indeksi değerlerini uyumlu olduğu belirlenmiştir. Toplam hacim indeksi değerleri incelendiğinde İÇU oranı arttıkça değerlerde düşüş olduğu görülmüştür. Noğay (2014) yaptığı çalışmada benzer sonuçlar elde etmiş, nar çekirdeği tozunun mufine ilavesi sonucu mufinlerin hacim ve spesifik hacim değerlerinde olumsuz bir etki oluşturmadığını belirtmiştir. Mamat ve ark. (2018) deniz yosunu unu ilave

Çizelge 4. Mufinlerin fiziksel özelliklerine ait değerler

İÇU oranı (%)	Simetri indeksi	Tekdüzelik indeksi	Üst büzülme değeri	Alt büzülme değeri
0	11.33 ± 1.03 ^b	-1.83 ± 2.23 ^b	7.00 ± 1.55 ^{ab}	11.17 ± 1.60 ^a
10	13.67 ± 1.37 ^{ab}	0.66 ± 2.94 ^a	6.33 ± 1.03 ^b	10.33 ± 2.25 ^{ab}
20	13.83 ± 3.19 ^{ab}	-1.17 ± 2.93 ^a	7.67 ± 1.03 ^{ab}	9.67 ± 2.58 ^{ab}
30	15.33 ± 2.66 ^a	-0.67 ± 1.41 ^a	8.17 ± 1.17 ^a	8.83 ± 2.56 ^b

^{a,c} Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir (P>0.05). Standart hata (±SH).

ettikleri mufinlerde spesifik hacim ve hacim değerlerinin kontrol örneğine göre azaldığını, 2.06-1.80 cm³/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Pişme kaybı değeri incelendiğinde, en yüksek pişme kaybı %30 İÇU ilaveli mufinde (12.34) görülürken en düşük pişme kaybı %20 İÇU ilaveli mufinde (12.07) bulunmuştur. İpek (2017) tarafından yapılan çalışmada farklı formlarda yer fıstığının ilave edilmesiyle mufinlerde pişme kaybı azalmıştır. Pişme kaybı değerinin birim miktar undan yapılan hamur ve ekmek miktarının hesaplanmasında ve işletme açısından verimliliğin belirlenmesinde önemli bir ölçüt olup, değerin düşük olmasının istendiğini belirtmiştir.

Keklerin üst kısımlarının yüzey profillerini belirlemek için kullanılan bir ölçüt olan simetri indeksinin pozitif bir değer alması kekin bombeli yani kabarık olduğunu, negatif bir değer alması ise kekin çöktüğünü gösterir (Giritlioğlu, 2017). İÇU ilavesi ile üretilen mufin örneklerinin simetri indeksi değerleri incelendiğinde %20 ve %30 oranında İÇU içeren mufinlerin simetri indekslerinin diğerlerine göre daha yüksek olduğu ve artan oranlarda İÇU ilavesinin mufinlerin daha bombeli olmasını sağladığı belirlenmiştir. Tekdüzelik indeksi, kekin yanal olarak simetrisini gösterir. Kek merkezine eşit uzaklıktaki 2 ayrı noktadan alınan bu ölçümlerin birbirine eşit olması yani bu indeks değerinin 0 olması istenir (İpek, 2017). Çizelge incelendiğinde İÇU içeren mufinlerin kontrol örneğine göre daha çok sifra yakın tekdüzelik indeksi değerine sahip oldukları, buna göre İÇU içeren mufinlerin kontrole göre daha iyi yanal simetrisi olduğu anlaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar İÇU'nun %30 gibi yüksek oranlarda kullanıldığında mufinlerin tekdüzelik indeksini olumsuz yönde etkilemediğini bu nedenle sanayi tipi mufin üretiminde yapısal bir fark oluşturmaksızın kullanılabileceğini göstermiştir.

Mufin kalıbına doldurulan hamurların alt taban çapında oluşan küçülmeyi ifade etmek için "alt büzülme değeri", üst çapında oluşan küçülmeyi ifade etmek için ise "üst büzülme değeri" ifadeleri kullanılır (Giritlioğlu, 2017). Değerlere bakıldığında mufine İÇU artan oranlarda ilave edildiğinde kontrol örneğine göre üst büzülme artmış, alt büzülme azalmıştır.

Üretilen mufin örneklerine ait bazı kimyasal özellikler Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelgeye göre en düşük nem ve kül değeri %17.15 ve %1.27 ile kontrol örneğinde, en yüksek nem ve kül değeri ise %17.87 ve %1.56 ile %30 İÇU ilave edilen mufinde belirlenmiştir. İÇU oranı arttıkça nem ve kül değeri artmıştır. Protein değerlerinde en yüksek değeri kontrol örneğinde (%13.35) belirlenmiştir. İÇU ilave edilen mufinlerde birbirlerine yakın değerler bulunmuştur. Yağ değerleri incelendiğinde en düşük değer %34.7 ile %10 İÇU ilave edilen mufinde, en yüksek değer %37.67 ile kontrol örneğinde bulunmuştur. Yağ değerleri İÇU ilave edilen mufinler kontrol örneğine benzer sonuçlar vermiştir.

Diyet lif miktarlarına bakıldığında kontrol mufinde %4.65 olan diyet lif değeri, İÇU ilave edilen mufinlerde sırasıyla %6.67, %10.64, %13.58 değerlerini almıştır. İÇU oranı arttıkça yağ, protein ve diyet lif oranı artmıştır. Su aktivitesi (aw) değerleri İÇU oranı arttıkça artış göstermiştir. Noğay'ın (2014) farklı yöntemlerle elde ettiği nar çekirdeği tozlarını %0, %10, %20, %30 oranlarında ilave ettiği mufinlerde en yüksek değer %30 nar çekirdeği tozu ilave edilen örnekte (%12.53) bulunmuştur. Yağ değerlerinde en yüksek değer %30 nar çekirdeği ilaveli örnekte (%32.43) olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada %15 ve %30 oranında Ayçiçek çekirdeği unu ilave edilen mufinlerin kontrol örneğine göre protein (%7.13 ve %8.20) ve yağ (%7.55 ve %8.13) değerleri artış göstermiştir. Su aktivitesi (aw) değeri ise azalmıştır (Grasso ve ark., 2020).

Çizelge 5. Mufinlerin kimyasal özelliklerine ilişkin değerler

İÇU oranı (%)	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Diyet lif (%)	Su aktivitesi (aw)
0	17.15 ± 0.17 ^c	1.27 ± 0.14 ^b	13.35 ± 0.01 ^a	37.67 ± 0.10 ^a	4.65 ± 0.00 ^d	0.76 ± 0.02 ^c
10	17.27 ± 0.16 ^{bc}	1.41 ± 0.04 ^{ab}	8.47 ± 0.01 ^d	34.70 ± 0.08 ^c	6.67 ± 0.45 ^c	0.77 ± 0.01 ^b
20	17.75 ± 0.15 ^{ab}	1.49 ± 0.02 ^a	8.74 ± 0.01 ^c	35.37 ± 0.04 ^{bc}	10.64 ± 0.28 ^b	0.79 ± 0.02 ^a
30	17.87 ± 0.45 ^a	1.56 ± 0.01 ^a	9.62 ± 0.49 ^b	36.14 ± 0.60 ^b	13.58 ± 0.31 ^a	0.80 ± 0.01 ^a

^{a,b,c} Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir (P>0.05). Standart hata (±SH).

Renk Değerleri

Mufinlerin renk değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Farklı oranlarda İÇU ilavesi mufin örneklerinin istatistiksel olarak kabuk renk değerlerinde yani L, a, ve b değerlerinde önemli bir fark olmazken ($p>0,05$), iç renk değerlerinde üzerinde önemli bir fark oluşturmuştur ($p<0,05$). Kontrol örneğinde kabuk L değeri 42.78 iken %10, %20 ve %30 oranlarında İÇU ilave edilen örneklerde sırasıyla 40.71, 37.37 ve 34.69 değerlerini almıştır. İç renk L değerine bakıldığında kontrol örneği 72.10, İÇU ilaveli mufinlerde sırasıyla 63.20, 56.14 ve 50.78 olmuştur. Yani İÇU ilavesi arttıkça mufinin kabuk ve iç renkte koyulaşma olmuştur. Bu renk değişimlerinin İÇU'nun lif içeriğinin yüksek olmasından (Chahed ve ark., 2018) ve pişirme sırasında şekerin karamelizasyonundan ve aminoasitler ile şekerler arasında meydana gelen Maillard reaksiyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir (Demir, 2020).

İÇU oranının artmasıyla kabukta a ve b değerleri azalmıştır. Kabuk a ve b değerlerinde en yüksek değerler kontrol örneğinde (16.31 ve 19.96), en düşük değerler %30 İÇU katkılı mufinlerde (13.66 ve 14.49) saptanmıştır. Yani kırmızılık ve sarılık azalmıştır. İç renk değerlerine bakıldığında a değeri artmış, b değeri azalma göstermiştir. İÇU ilavesinin renk değerleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Akter ve Alim (2018) patates unu ve yer fıstığı unuyla yaptığı çalışmada patates unu arttıkça yer fıstığı unu azaldıkça keklerin renginin koyulaştığını bildirmişlerdir. Elde edilen değerler incelendiğinde İÇU ilavesiyle mufinlerin renk değerlerinde olumsuz bir etki oluşturmadığı ve fonksiyonel olarak üretilebileceği kanısına varılmıştır.

Tekstür Özelliklerine İlişkin Değerler

Farklı oranlarda İÇU ile üretilen mufinlerin tekstür özelliklerine ait değerler Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelgedeki sertlik değerleri incelendiğinde en yüksek değer %30 İÇU ilave edilen mufinde (939.3), en düşük değer %10 İÇU ilave edilen mufinde (790.03) bulunmuştur. İÇU ilavesi arttıkça sertlik artmıştır. Matos ve ark. (2014) sertlik değerlerinin artmasını proteinlere bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Esneklik değerleri İÇU oranının artmasıyla azalmıştır. En

Çizelge 6. Mufinlerin renk özelliklerine ait değerler

İÇU oranı (%)	Kabuk			İç		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	42.78 ± 2.76 ^a	16.31 ± 0.31 ^a	19.96 ± 1.78 ^a	72.10 ± 2.79 ^a	-0.38 ± 0.28 ^d	23.34 ± 1.10 ^a
10	40.71 ± 1.30 ^a	16.25 ± 0.55 ^a	18.68 ± 0.76 ^a	63.20 ± 1.50 ^b	3.92 ± 0.16 ^c	19.78 ± 0.57 ^a
20	37.37 ± 1.12 ^b	14.71 ± 0.36 ^b	16.27 ± 0.71 ^b	56.14 ± 0.90 ^c	6.21 ± 0.20 ^b	19.02 ± 0.44 ^a
30	34.69 ± 0.70 ^b	13.66 ± 0.33 ^c	14.49 ± 0.41 ^b	50.78 ± 1.78 ^d	7.24 ± 0.25 ^a	18.20 ± 0.59 ^a

^{a,b,c} Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen kabuk renk değerleri arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir ($P>0,05$). ^{a-d}

Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen iç renk değerleri arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemlidir ($P<0,05$). Standart hata ($\pm SH$).

Çizelge 7. İÇU'nun mufinlerin tekstürel özellikleri üzerine etkisi

İÇU oranı (%)	Sertlik (g)	Esneklik	Yapışkanlık (gxs)	Sakızimsılık	Çiğnenebilirlik	Sıklılık
0	878.39 ± 37.02 ^{ab}	0.91 ± 0.02 ^a	0.56 ± 0.30 ^a	487.48 ± 26.6 ^a	444.64 ± 18.87 ^a	642.42 ± 31.58 ^a
10	790.03 ± 10.52 ^b	0.90 ± 0.03 ^a	0.54 ± 0.44 ^a	489.05 ± 28.7 ^a	434.62 ± 16.39 ^a	563.10 ± 29.10 ^b
20	921.27 ± 55.00 ^a	0.89 ± 0.02 ^a	0.53 ± 0.12 ^b	472.77 ± 17.2 ^a	417.05 ± 18.70 ^{ab}	562.04 ± 13.71 ^b
30	939.30 ± 66.00 ^a	0.88 ± 0.01 ^a	0.50 ± 0.48 ^b	428.27 ± 10.1 ^b	387.77 ± 6.46 ^b	512.92 ± 64.74 ^b

^{a,b} Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir ($P>0,05$). Standart hata ($\pm SH$).

yüksek değeri kontrol örneği alırken, en düşük değer %30 İÇU katkılı mufinde olmuştur. Yapışkanlık değerlerine bakıldığında kontrol örneği 0.56 ile en yüksek değerde, %30 İÇU ilave edilen mufin 0.50 ile en yüksek değerde olmuştur. Bir diğer ölçüt olan çiğnenebilirlik incelendiğinde değerleri incelendiğinde %30 İÇU ilave edilen mufinin (387.77) diğerlerine göre daha kolay çiğnenebilir olduğu görülmüştür. Sakızimsılık değeri en yüksek %10 İÇU katkılı mufin örneğinde (489.05) bulunmuş, İÇU ilavesi ile önemli düzeyde azalmıştır. İÇU oranı arttıkça sakızimsılık azalmıştır. %10 İÇU ilave edilen mufinin daha sakızimsı yapıda olduğu görülmüştür. Mamat ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada deniz yosunu oranı arttıkça sertliğin arttığını ve esnekliğin azaldığını belirtmişlerdir. Gomez ve ark. (2010), sertlik ve hacim arasında ters bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Sıklık değerlerine bakıldığında kontrol örneğinin İÇU katkılı mufinlere göre daha sıkı bir yapıda olduğu görülmüştür. Mufinlerde en düşük sıklık değeri %30 İÇU'lu mufinde belirlenirken, kontrol örneğine en yakın değer %10 İÇU'lu mufinde bulunmuştur.

Tüm tekstür değerleri incelendiğinde %20 düzeyine kadar İÇU katkısının tekstürel özellikleri olumlu yönde etkilediği %30 gibi yüksek düzeye çıktığında ise bazı tekstürel değerlerin olumsuz etkilendiği saptanmıştır.

Duyusal Özellikler

Çizelge 8'de verilen değerler incelendiğinde İÇU ile üretilen mufinlerin sonuçlarının birbirine yakın olduğu, %30 İÇU ile üretilen mufinin diğerlerine göre daha az beğeni aldığı görülmüştür. %10 ve %20 İÇU ile üretilen mufinlerin duyusal olarak yadırganmadığı, kontrol örneğine göre daha fazla beğenildiği, İÇU miktarının %20'den fazla artmasıyla mufinin duyusal özelliklerinin azaldığı, %30 ile üretilen mufinlerin daha az beğeni aldığı görülmüştür. %20 İÇU ile üretilen mufinlerin daha fazla beğenildiği, aroma ve tat bakımından kontrol örneğine göre daha üstün olduğu belirlenmiştir. Tüketici beğenisi dikkate alındığında İÇU'nun mufin üretimine %20'ye kadar ilave edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 8. Duyusal özelliklere ait değerler

İÇU oranı (%)	Dış renk	İç renk	Tekstür	Koku	Aroma	Tat	Genel beğeni
0	3.3 ± 0.68 ^b	3.4 ± 0.52 ^b	3.3 ± 0.68 ^a	3.4 ± 1.10 ^a	3.0 ± 1.16 ^b	3.2 ± 1.03 ^a	3.4 ± 1.00 ^a
10	4.3 ± 1.25 ^a	3.8 ± 1.32 ^a	3.8 ± 0.92 ^a	3.8 ± 1.23 ^a	4.3 ± 0.68 ^a	3.8 ± 1.23 ^a	3.9 ± 1.30 ^a
20	4.4 ± 0.70 ^a	4.3 ± 0.82 ^a	3.6 ± 1.17 ^a	3.9 ± 0.88 ^a	4.4 ± 1.00 ^a	4.3 ± 0.82 ^a	4.3 ± 0.82 ^a
30	2.4 ± 1.17 ^c	2.6 ± 1.27 ^b	2.6 ± 1.28 ^b	2.5 ± 1.08 ^b	3.1 ± 1.20 ^b	3.3 ± 1.34 ^a	3.3 ± 0.95 ^a

^{a,b,c} Çizelgede aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemsizdir (P>0.05). Standart hata (±SH).

SONUÇ

Mufin, birçok ülkede üretilen, besleyici değeri yüksek, göz ve damak zevkine hitap eden, farklı formülasyon ve şekillerde üretilen bir üründür. Dünyada ve Türkiye’de unlu mamuller arasında önemli yer tutar. Unlu mamuller arasında önemli bir yeri olan mufin üretimi de artmakta ve farklı formülasyon ve şekillerde üretilmeye devam etmektedir. İncir çekirdeği ununun mufine ilave edilmesiyle ürünün besin değerinin arttığı ve ürün kalitesinin geliştiği görülmüştür. Sonuç olarak incir çekirdeği ununun mufin üretiminde kullanılmasıyla fonksiyonel özelliklerinde iyileşmelerin sağlandığı belirtilmiş ve protein değeri, diyet lif oranı yüksek; üretimi kolay ve ucuz, besin değeri yüksek yeni bir ürün geliştirilmiştir. Tüketici açısından incir çekirdeği ununun %20’ye kadar kabul edilebilir olduğu görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (SDÜ-BAP) Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2019-6940 No’lu proje ile yüksek lisans tez çalışması kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı SDÜ-BAP birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- AACC 10-91.01 (2000) Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists 10th Edition. The Association St. Paul MN USA.
- Akbaş Ö (2009) Mufin Üretiminde Ekzopolisakaritlerin Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Akter N, Alim MN (2018) Preparation of Wheat-Potato-Peanut Composite Flour Cakes. Journal of Bangladesh Agricultural University 16(2): 315-321.
- Anonim (2020) Bitkisel Üretim İstatistikleri. Meyveler İçecekler ve Baharat Bitkileri, Ankara. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=88&locale=tr> (Erişim Tarihi: 09/06/2020)
- AOAC (1990) Official Methods of Analysis 15th Edition Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
- AOAC (2000) Official A.O.A.C. Methods of analysis 17th Edition Total Soluble and Insoluble Dietary Fiber in Foods Enzymatic Gravimetric Method MES-TRIS Buffer. Arlington VA.
- Bajerska J, Gornas P, Seglina D, Mildner-Szkudlarz S (2016) The Effects of Muffins Enriched with Sour Cherry Pomace on Acceptability, Glycemic Response, Satiety and Energy Intake: A Randomized Crossover Trial. Journal of the Science of Food and Agriculture 96: 2486-2493.

- Camire ME, Therrien M, Yerxa K, Mellette T (2018) Whole Grain Muffin Acceptance by Young Adults. Foods 9(17): 1-13.
- Chahed A, Chaouch MA, Chouché W, Chahdoura H, Achour S, Adouni K, Mosbaha H, Majdoub H, Flaminid G, Achour L (2018) Incorporation of Opuntia Macrorhiza Engelm. in Cake-Making: Physical and Sensory Characteristics. LWT - Food Science and Technology 90: 15-21.
- Demir R (2020) Ekşi Hamur Tozu Kullanımının Kekin Kalite Özellikleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkileri. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Demirekin A (2019) Piriç Nişastasından Çeşitli Yöntemler İle Elde Edilen Enzime Dirençli Nişastanın Karakterizasyonu Ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Dizlek H, Altan A (2013) Pişirme Öncesinde Hamurun Kısa Süre Bekletilmesinin Pandispanya Nitelikleri Üzerine Etkisi. GIDA 38(1): 31-38.
- Frank D, Kaczmarzka KT, Chandra-Hioe MV, Arcot J (2018) Enhancing Wheat Muffin Aroma Through Addition of Germinated and Fermented Australian Sweet Lupin (*Lupinus angustifolius* L.) and Soybean (*Glycine max* L.) Flour. LWT- Food Science and Technology 96: 205-214.
- Giritlioğlu E (2017) Kinoa (*Chenopodium quinoa* wild.) ve Şeker Otu (*Stevia rebaudiana bertonii*) Kullanılarak Yeni Bisküvi ve Kek Formülleri Geliştirme Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye.
- Gomez M, Ruis-Paris E, Oliete B, Pando V (2010) Modelling of Texture Evolution of Cakes During Storage. Journal Texture Studies 41: 17-33.
- Grasso S, Liu S, Methven L (2020) Quality of Muffins Enriched with Upcycled Defatted Sunflower Seed Flour. Food Science and Technology 119: 1-6.
- Gupta RK, Goswami D, Mridula D, Sharma M, Tyagi TK (2015) Barnyard Millet Based Muffins: Physical, Textural and Sensory Properties. LWT-Food Science and Technology 64: 374-380.
- Heo Y, Kim MJ, Lee JW, Moon B (2019) Muffins Enriched with Dietary Fiber from Kimchi By-Product: Baking Properties, physical-chemical properties, and consumer acceptance. Food Science and Nutrition 7: 1778-1785.
- Herranz B, Canet W, Jimenez MJ, Fuentes R, Alvarez MD (2017) Characterisation of Chickpea Flour-based Gluten-free Batters and Muffins with Added

- Biopolymers: Rheological, Physical and Sensory Properties. *International Journal of Food Science and Technology* 51: 1087–1098.
- İpek T (2017) Farklı Form ve Oranlarda Yerfistiği Ürünleri Kullanılarak Ev ve Sanayi Tipi Mufin Üretiminin Optimizasyonu. Yüksek Lisans tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye.
- İpek T, Dizlek H (2018) Farklı Form ve Oranlarda Yerfistiği Ürünleri Kullanılmasının Top Kek Kalitesine Etkisi. *GIDA* 43(4): 591-604.
- Llorca E, Diez-Sanches E, Quiles A, Reißner AM, Struck S, Rohm H, Hernando I (2019) Extruded Flour as Techno-Functional Ingredient in Muffins with Berry Pomace. *LWT- Food Science and Technology* 113: 1-8.
- Mamat H, Akanda JMH, Zainol MK, Ling YA (2018) The Influence of Seaweed Composite Flour on the Physicochemical Properties of Muffin. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 27(5): 635-642.
- Matos ME, Sanz T, Rosell CM (2014) Establishing the Function of Proteins on the Rheological and Quality Properties of Rice Based Gluten Free Muffins. *Food Hydrocolloids* 35: 150-158.
- Noğay O (2014) Farklı Yöntemlerle Elde Edilen Nar Çekirdeği Tozlarının Mufinin Mufin Kalite Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Ödeş N (2018) Farklı Oranlarda Üzüm Çekirdeği İçeren Ekmeklerin Ekmek Verimi ve Kalitesini Glikoz Oksidaz ile İyileştirme İmkanlarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Pereiraa C, López-Corrales M, Serradillac MJ, Villalobosb MC, Ruiz-Moyanob S, Martínb A (2017) Influence of Ripening Stage on Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Nine Fig (*Ficus carica* L.) Varieties Grown in Extremadura. *Spain Journal of Food Composition and Analysis* 64: 203–212.
- Pineda MM, Antoniewska A, Adamska A, Rutkowska J (2018) Antioxidative, Nutritional and Sensory Properties of Muffins with Buckwheat Flakes and Amaranth Flour Blend Partially Substituting for Wheat Flour. *Food and Science Technology* 89, 217-223.
- Taş EN (2019) Biochemical Characterization of Fig (*Ficus carica* L.) Seeds. *Journal of Agriculture Science* 25: 232-237.
- Ulutürk Ş (2018) İncir Çekirdeği Unu Kullanılarak Glutenli ve Gluteniz Bisküvi Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Vella D, Padhi EMT, Ramdath DD, Carson SJ, Hawke A, Blewett HJ, Wolever TMS, Seetharaman K, Duizer LM, Duncan AM (2015) Liking of Soy Flour Muffins Over Time and The Impact of A Health Claim on Willingness to Consume. *Food Research International* 77: 491-497.
- Yadav SK, Sangwan RS, Prasad P, Mehta D (2018) Tomato Processing Byproduct Valorization in Bread and Muffin: Improvement in Physicochemical Properties and Shelf Life Stability. *Journal Science and Technology* 55(7): 2560-2568.
- Yazıcı AS (2016) Taze ve Kuru İncir Çekirdeklerinin Fiziksel ve Kimyasal Kompozisyonları. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.

Effects of Different Seed Density, Temperature and Fertilization Applications on Some Growth Parameters in Soilless Roll Sod Production

Muhammet KARAŞAHİN^{*1} 

¹ Selçuk University Cumra School of Applied Sciences, Department of Organic Agriculture Management, Çumra/Konya/Turkey

Abstract: This study was conducted to determine the effects of different seed density, temperature, and fertilization applications on some growth parameters in the soilless roll sod production. When research results are evaluated by taking into account the highest overall appearance and green plant yield values together, it is observed that 75 g m⁻² seed density and 25 and 30°C temperature applications are in recommendable qualification. For future research to be conducted on the subject, it is considered useful to include different growing times and land applications in the studies.

Keywords: Fertilization, temperature, seed density, soilless roll sod

Topraksız Rulo Çim Üretiminde Farklı Tohum Miktarı, Sıcaklık ve Gübreleme Uygulamalarının Bazı Gelişim Parametreleri Üzerine Etkileri

Öz: Bu çalışma farklı tohum miktarı, sıcaklık ve gübreleme uygulamalarının topraksız rulo çim üretiminde bazı gelişim parametreleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma sonuçları en yüksek genel görünüm ve yeşil bitki verimi değerleri birlikte dikkate alınarak değerlendirildiğinde 75 g m⁻² tohum miktarı ile 25 ve 30°C sıcaklık uygulamaları tavsiye edilebilir niteliktedir. Konu ile ilgili ileride yapılacak araştırmalarda farklı yetiştirme süreleri ve arazi uygulamalarının da çalışmalara dahil edilmesi yararlı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gübreleme, sıcaklık, tohum miktarı, topraksız rulo çim

INTRODUCTION

Grass areas have important functions in eliminating the negative effects of stressful urban life. For this reason, it is also required to increase green areas in parallel with the rapidly growing urban population (Avcıoğlu, 1997). Grass areas are defined as horizontally established green area surfaces, where there are usually plant or plant communities that cover the soil surface, grow in a dense way, have a homogeneous appearance, usually took place in the Gramineae family, and are constantly mowed and kept in a certain size (Orçun, 1979).

The roll sod is a grass form created by cutting the grass with its roots from the land and wrapping it in rolls like a carpet and making it ready to be laid on another area; the grass used here is the grass that was previously planted in the soil and whose root development was ensured by mowing several times and caring (Karaşahin, 2020). Since ready roll sods are available for sale as ready-to-use (grown and strengthened previously), installation of them is easy. As long as there is no frost in the soil, roll sod can be laid down. Roll sod integrates with its new ground within 10-15 days. Roll sod production is carried out either by planting directly on agricultural soil or by adding a small amount of turf on the soil. As the fertile upper soil layer in a 4-5 cm thickness is removed from the area along with the grass after each harvest, a kind of soil erosion is caused. To compensate for this loss, the soil is brought from other places occasionally and laid on the area; however, in this way, soil losses are also experienced in other areas.

Washed roll sod is obtained by separating the harvested roll sod from the soil by means of water jets while it is

proceeding on the conveyor belt (Turgeon, 2002). It provides significant advantages, especially in the installation of golf and sports fields and in the repair of damaged areas. However, the production of washed roll sod is quite expensive, and it is quite difficult to completely remove the soil from the roots (Casimate et al., 1993). In the production of washed roll sod, time is lost with post-harvest washing. This time creates a problem in adaptation, especially in hot times. As there is no soil left in both ultimately, washed roll sod and soilless roll sod come across as mixable terms. In the production of washed roll sod, after the grass grown in the environment that have soil is harvested together with soil, the soil is removed from the grass by washing; on the other hand, the production of soilless roll sod is carried out on impermeable layers using various substrate materials other than the soil. Because soilless roll sod production is performed by using biodegradable substrate material on impermeable sheets such as plastic, grass roots are not cut during harvest. Thus, the grass roots are integrated with the soil in a shorter time in the area where it is applied. Since soil is not used in production, the soil laying costs are eliminated. In the production of soilless roll sod, artificial organic fiber materials can be used as substrate materials (Karaşahin,

***Corresponding Author:** mkarasahin@selcuk.edu.tr.

This research was financially supported by the Scientific Research Project of Selçuk University (Project Number: 17401185).

The submitted date: September 16, 2020

The accepted date: February 17, 2021

2020). Since grass roots are not plucked or cut at harvest periods, they are not damaged at all. Whereas grass roots expend serious energy by going to deep in the production done with soil, they use the majority of their energy on the production of green parts in the soilless roll sod production. Thus, the time required to be ready for sale is getting considerably shorter. Another advantage of it is the ability to be harvested in the desired sizes. In addition, in winter conditions, such production can be easily done in a greenhouse environment. In this way, it creates an opportunity for the installation of sports fields in the early spring. Conventional roll sod production is completely dependent on environmental conditions. Today, high-quality grass is demanded every season in the installation and repair of sports fields and golf courses (Karaşahin, 2020).

Due to the fact that grass plant seeds are quite small, planting directly into the soil reduces the chances of success. For this reason, to guarantee the emergence of them after planting and to obtain a uniform and straight emergence, the soil should be improved in terms of some properties such as soil structure, the amount of organic matter, plant nutrient sufficiency, soil water holding capacity, and soil permeability.

Since planting is usually done by hand, it is quite difficult and important to spread equal amounts of seeds into the unit area. If the seed amount to be spread to the unit area is less than 20 g m^{-2} , the covering rate of seeds reduces considerably; If it is more than 40 g m^{-2} , since plants start competing, they remain skinny and root diseases are seen quite common (Kuşvuran, 2009).

It was seen that high seed amounts had a positive effect on grass quality at the beginning, while in later periods it decreased grass quality due to inter-plant competition. It was also found that there was a problem in terms of fighting weeds when a low amount of seed was used, while in planting performed using a moderate amount of seed, better grass quality was achieved after the installation. Avcioğlu (1997) stated that cool-climate Gramineae grasses need $10\text{-}18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ for root growth and $15\text{-}25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ for above-ground growth and development.

Among the most important factors affecting the growth and development of grass are temperature, humidity, light, weather conditions, and geography (Alshammary et al., 2004; Carrow et al., 2010). Since the climate can change over the years, there are different recommendations for the growth, form, and cultivation of grass. A good grass area installation usually requires 10 to 18 months of time, depending on climatic conditions (Carrow et al., 2001).

Grass areas need more nutrients than other cultivated plants since they are constantly mowed and watered.

Because a large amount of leaf formation is demanded in these areas, fertilization is very important (Özad, 2010).

Nitrogen has a positive effect on many different characteristics of grass plants, such as the shoot density, color, resistance to diseases, and regeneration ability. Color is often used as an indicator in the nitrogen fertilization. Therefore, the amount and application time of nitrogen fertilization play an important role in the maintenance of grass areas (Oral and Açıkgöz, 1999; Salman and Avcioğlu, 2010).

In this study, it was aimed to determine the effects of different seed density, temperature, and fertilization applications on soilless roll sod.

MATERIALS AND METHODS

The research was carried out in the hydroponics production field at Selcuk University, Cumra School of Applied Sciences (Figure 1). $33 \times 11.5 \text{ cm}$ aluminum frames were used as the cultivation setting (Figure 2).



Figure 1. Hydroponics production field



Figure 2. Cultivation setting

In the study, 50 g m^{-2} was applied as seed density, $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ as ambient temperature, control as growing medium and fertilizer source, cotton fiber as the substrate material, sprinkler as irrigation method ($20 \text{ sec } 6\text{h}^{-1}$), and 15 days as cultivation period. Only the parameters investigated have been changed in each application. In the irrigation system, the city water supply network was used as the water source (Table 1).

Table 1. Properties of the irrigation water

Properties (mg l ⁻¹)		Properties (mg l ⁻¹)	
pH	7.19	Zn	0.94
EC (mS cm ⁻¹)	0.615	P	0.20
NO ₃ (mg l ⁻¹)	3.22	K	0.03
Ca (mg l ⁻¹)	150.12	B	0.13
Mg (mg l ⁻¹)	10.7	Mn	0.02
Na (mg l ⁻¹)	2.93	Cu	0.02

In the research, perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) was used as the plant material.

In order to determine the effects of different seed density (25, 50 and 75 g m⁻²), temperature (20, 25 and 30 °C), and fertilization (Co: control, Sw: seaweed, and In: inorganic) applications on soilless roll sod, the following characteristics were examined: green plant yield (g m⁻²), dry matter rate (%), dry grass yield (g m⁻²), plant height (mm), emergence speed (day), covering speed (day), root length (cm), overall appearance (1-9), shoot diameter (mm), tiller number (number cm⁻²), leaf blade length (cm), leaf blade width (mm) and the index value (leaf blade length/leaf blade width).

In different fertilization (control, seaweed, and inorganic) applications, mains water was used as control. In seaweed application, 370 ppm nutrient solution was prepared with Seamax brand seaweed fertilizer and this solution was

Table 3. Fertilizers used in inorganic solution

Fertilizers	Quantity g l ⁻¹	Fertilizers	Quantity g l ⁻¹
CaNO ₃	0.45	KNO ₃	0.51
MAP (NH ₄ H ₂ PO ₄)	0.12	MgSO ₄	0.4
KSO ₄	0.13	Agromix	0.2

RESULTS AND DISCUSSION

Growth Parameters of Different Seed Densities

Whereas the highest green plant and dry grass yield values were obtained from 75 g m⁻² applications (621.3 and 48.48, respectively, P<0.01), the lowest values were obtained from 25 g m⁻² applications (160.2 and 16.86, respectively, P<0.01). As the amount of seeds increases, the yield values of green plant and dry grass also increase as directly proportionate to this. While the highest dry matter rate and

Table 4. Green plant yield, dry matter rate, dry grass yield, plant height, emergence, covering speed, and root length values of different seed densities

Applications	Green Plant Yield (g m ⁻²)	Dry Matter Rate (%)	Dry Grass Yield (g m ⁻²)	Plant Height (cm)	Emergence Speed (day)	Covering Speed (day)	Root Length (cm)	
Seed Densities g m ⁻²	25	160.2 c	10.5 a	16.86 c	8.5	5	7	5.0 a
	50	377.5 b	8.8 b	33.20 b	8.6	5	7	3.5 b
	75	621.3 a	7.8 c	48.48 a	10.1	5	7	3.0 c
HSD		37.9**	0.07**	0.1**	Ns	Ns	Ns	0.02**

HSD; Honesty significant difference, *, P <0.05, **, P <0.01, Ns; Not significant

applied with spray 1 time every day from planting to harvesting (Table 2).

Table 2. Contents of Seamax seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract

Contents (%)		Contents (%)	
Organic matter	47.5	S	2.5
N	0.75	Fe	0.004
P	0.02	B	0.006
K	14.9	Zn	0.006
Ca	0.3	Cu	0.0002
Mg	0.2	Alginic acid	5.5

In inorganic fertilizer applications, a nutrient solution (210 ppm N, 31 ppm P, 234 ppm K, 200 ppm Ca, 48 ppm Mg, 64 ppm S, 0.05 ppm Zn, 0.02 ppm Cu, 1.4 ppm Fe, 0.5 ppm Mn, 0.5 ppm B, 0.001 ppm Mo) was prepared based on Hoagland and Arnon (1950), and this solution was applied with spray 1 time every day from planting to harvesting (Table 3).

The trials were carried out as three replications according to the randomized plots experimental design. The results were subjected to the variance analysis and differences were determined by using the F test. The average values of the processes whose differences were determined were grouped according to the "HSD" significance test (JMP, 2007).

root length values were obtained from 25 g m⁻² seed density applications (10.5 and 5.0, respectively, P<0.01), the lowest values were obtained from 75 g m⁻² applications (7.8 and 3.0, respectively, P<0.01). It was observed that as the seed density increased, root length values decreased. Any statistically significant difference could not found between seed densities in terms of plant height, emergence, and covering speed values (Table 4).

The highest overall appearance and tiller number values were obtained from 75 g m⁻² applications (9 and 1444.3, respectively), while the lowest values were obtained from 25 g m⁻² applications (3 and 622.1, respectively, P<0.01). The highest shoot diameter and leaf blade width values were obtained from 25 g m⁻² applications (0.6 and 1.2, respectively). The lowest values, on the other hand, were obtained from 75 g m⁻² applications (0.4 and 0.8, respectively). Whereas the highest (114.6) index values were obtained from 75 g m⁻² applications, the lowest values were obtained from 25 and 50 g m⁻² applications (62.5 and 59.6, respectively), and they took place in the same statistical group (b) (P<0.01). In terms of leaf blade length values, any statistically significant difference could not be found between seed densities (Table 5).

In a study conducted using *Lolium perenne* with seed densities of 10-100 g m⁻² in Bingley, England, Shildrick (1984) found that 5 months after planting, the tiller number in one dm² ranged from 125-500. In other words, a 10-times difference in the seed density led to a 4-times difference in the tiller density within 5 months. According to the same researcher, in studies conducted with *Poa pratensis* in California, the 8-time difference in seed density did not make a noticeable difference in tiller density after 8 months (Zorer et al., 2010). Oral and Açıkgöz (1999), used seed densities, from a standard mixture, ranging from 10-100 g m⁻² at intervals of 10 grams. In the research, the effect of seed densities on covering speed was found to be significant in observations made within 45 days after planting, and it was seen that as seed density increased, the covering speed also increased. Zorer et al. (2010), were conducted research to determine the appropriate seed density for grass areas to be installed in the Van region, very fast covering was observed in plantings carried out with a high amount of seed, while the covering speed was determined to be slow in plantings performed with low amounts of seed. In the same study, it was found that a high seed density initially positively affects the quality of grass, but a decrease in grass quality was seen due to competition between plants in later periods. On the other hand, a problem was experienced in low seed densities in terms of fighting weeds, and a better grass quality was

achieved after the planting performed by using medium-level seed density (Zorer et al., 2010).

In terms of seed densities, there are very large differences in the literature. The seed densities vary according to the seed size of the used species, the condition of the seed bed, climatic conditions, and the growth form of the plant to be planted (Açıkgöz, 1994). In studies, it has been reported that the seed density can range between 2.5-5 g m⁻² in small seed species and between 20-70 g m⁻² in large seed species (Avcıoğlu, 1997; Kuşvuran, 2009).

In their study conducted to determine the optimal seed densities for *Poa pratensis* L grass varieties (Kentucky bluegrass (KBG), *P. supina* Schrad. (Supina bluegrass (SBG)), *Lolium perenne* L. (Perennial ryegrass (PR)), ve *Festuca arundinacea* L. (Tall fescue (TS)) in a soilless growing environment called *ekomat* produced from wood fibers, Sorochan and Rogers (1995) used 1, 2, and 4 times of the seed densities (7.5 g m⁻² for KGB and SBG, 40 g m⁻² for PR and TS) used in the conventional production performed with soil. After two months, whereas the highest (76.3%) covering rate was obtained from PR, the lowest (19.2) covering rate was obtained from KBG. It was reported that as the seed densities increased, the covering rates also increased. As a result, they found the applications of *Lolium perenne* L. and 4-times seed density (160 g m⁻²) as recommendable (Sorochan and Rogers, 1995). It is assumed that the difference between the results obtained here and the results of our research is due to environmental conditions (controlled and field).

Growth Parameters for Different Temperature Applications

The highest green plant yield values were obtained from 25 and 30 °C temperature applications (377.5 and 400.5, respectively) and they took place in the same statistical Group (a) (P<0.01). The lowest (316.2) green plant yield was obtained from 35 °C temperature applications. Whereas the highest (33.2) dry grass yield values were obtained from 25 °C temperature applications, the lowest (26.3) values were obtained from 35 °C temperature applications (P<0.01). Any statistically significant differences could not be found between temperature applications in terms of dry matter rate, plant height, emergence, covering speed, and root length values (Table 6).

Table 5. Overall appearance, shoot diameter, tiller number, leaf blade length, leaf blade width and index values of different seed densities

Applications	Overall Appearance (1-9)	Shoot Diameter (mm)	Tiller Number (number cm ⁻²)	Leaf Blade Length (cm)	Leaf Blade Width (mm)	Index Values	
Seed Densities g m ⁻²	25	3 c	0.60 a	622.1 c	7.5	1.2 a	62.5 b
	50	8 b	0.51 b	833.2 b	6.3	1.06 b	59.6 b
	75	9 a	0.40 c	1444.3 a	9.1	0.8 c	114.6 a
HSD	0.001**	0.01**	90.75**	Ns	0.06**	27.62**	

HSD; Honesty significant difference, *; P <0.05, **; P <0.01, Ns; Not significant

Table 6. Green plant yield, dry matter rate, dry grass yield, plant height, emergence, covering speed, and root length values for different temperatures

Applications		Green Plant Yield (g m ⁻²)	Dry Matter Yield (%)	Dry Grass Yield (g m ⁻²)	Plant Height (cm)	Emergence Speed (day)	Covering Speed (day)	Root Length (cm)
Temperatures °C	25	377.5 a	8.8	33.2 a	8.6	5	7	3.5
	30	400.5 a	7.7	31.0 b	8.2	5	7	3.3
	35	316.2 b	8.3	26.3 c	7.2	4	6	3.0
HSD		32.37**	Ns	0.01**	Ns	Ns	Ns	Ns

HSD; Honesty significant difference, *, P <0.05, **, P <0.01, Ns; Not significant

While the highest shoot diameter and leaf blade width values were obtained from 25 °C temperature applications (0.51 and 1.06, respectively), the lowest values were obtained from 35 °C temperature applications (0.43 and 0.92, respectively, p<0.05). The highest tiller number values were obtained from temperature applications of 25 and 30 °C (833.2 and 888.8, respectively) and they were in the same statistical group (a) (P<0.01). The lowest (722.1) tiller number values, on the other hand, were obtained from 35 °C temperature applications (P<0.01). No statistically significant differences were found between temperature applications in terms of overall appearance, leaf blade length, and index values (Table 7).

In their study, Salehi et al. (2008) stated that the optimal soil temperature for the growth of Bermuda (warm climate) grass is between 24 and 29 °C. Avcioglu (1997), reported that cool-climate gramineae grass needs 10-18°C in terms of root growth and 15-25°C in terms of above-ground growth and development. In addition, he stated that the excess of number of shoots (density value) in the unit area in grass plants is important in terms of preventing

unwanted weeds, completely covering the area, and creating green vegetation. Similar results have been also expressed by other researchers (Yoon et al., 1985; Lin et al., 2018).

Growth Parameters for Different Fertilizer Applications

The highest root length values were obtained from Sw and In applications (4.3 and 4.3, respectively) and they took place in the same statistical group (a) (P<0.01). On the other hand, the lowest (3.5) root length values were obtained from Co applications. The effects of different fertilization applications on green plant yield, dry matter rate, dry grass yield, plant length, emergence, and covering speed were not statistically significant (Table 8).

Whereas the highest (0.6) shoot diameter values were obtained from In applications, the lowest (0.51) values were obtained from Co applications (p<0.05). Any statistically significant difference was not found between fertilization applications in terms of overall appearance, tiller number, length and width of leaf blade, and index values (Table 9).

Table 7. Overall appearance, shoot diameter, tiller number, leaf blade length, leaf blade width, and index values for different temperatures

Applications		Overall Appearance (1-9)	Shoot Diameter (mm)	Tiller Number (number cm ⁻²)	Leaf Blade Length (cm)	Leaf Blade Width (mm)	Index Values
Temperatures °C	25	9	0.51 a	833.2 a	6.3	1.06 a	59.6
	30	9	0.48 ab	888.8 a	6.6	0.99 ab	67.0
	35	8	0.43 b	722.1 b	5.8	0.92 b	62.8
HSD		Ns	0.04*	72.2**	Ns	0.07*	Ns

HSD; Honesty significant difference, *, P <0.05, **, P <0.01, Ns; Not significant

Table 8. Green plant yield, dry matter rate, dry grass yield, plant length, emergence, covering speed, and root length values for different fertilization applications

Applications		Green Plant Yield (g m ⁻²)	Dry Matter Rate (%)	Dry Grass Yield (g m ⁻²)	Plant Height (cm)	Emergence Speed (day)	Covering Speed (day)	Root Length (cm)
Fertilization	Co	377.9	8.8	33.20	8.6	5	7	3.5 b
	Sw	404.4	8.4	34.25	8.8	5	7	4.3 a
	In	412.3	7.7	34.78	9.5	5	7	4.3 a
HSD		Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	0.41**

HSD; Honesty significant difference, *, P <0.05, **, P <0.01, Ns; Not significant

Table 9. Overall appearance, shoot diameter, tiller number, leaf blade length, leaf blade width, and index values for different fertilization applications

Applications		Overall Appearance (1-9)	Shoot Diameter (mm)	Tiller Number (number cm ⁻²)	Leaf Blade Length (cm)	Leaf Blade Width (mm)	Index Values
Fertilization	Co	9	0.51 b	833.2	6.3	1.0	59.6
	Sw	9	0.56 ab	888.8	6.8	1.1	59.5
	In	9	0.6 a	944.3	7.5	1.1	63.5
HSD		Ns	0.01*	Ns	Ns	Ns	Ns

HSD; Honesty significant difference, *; P <0.05, **; P <0.01, Ns; Not significant

Nitrogen has a positive effect on many different characteristics of grass plants, such as the shoot density, color, resistance to diseases, and the regeneration ability. Usually, color is used as an indicator in nitrogen fertilization. Therefore, the amount and application time of nitrogen fertilization play an important role in the maintenance of grass areas (Oral and Açıkgöz, 1999; Salman and Avcioğlu, 2010). In their study conducted to determine the appropriate nitrogen fertilizer application times in grass areas, Zorer et al. (2003) reported that if nitrogen fertilization was not performed, there would be significant decreases in the growth and quality of grass areas over time. Researchers reported that green grass yield increased in different rates after nitrogen fertilizer applications. In their study conducted to determine the optimal fertilizer (organic and inorganic) and pure N rates (1.2, 2.4, and 4.8 g m⁻²) for *Poa pratensis* L. grass varieties (Kentucky bluegrass (KBG), *P. supina* Schrad. (Supina bluegrass (SBG)), *Lolium perenne* L. (Perennial ryegrass (PR)), ve *Festuca arundinacea* L. (Tall fescue (TS)) in a soilless growing environment called *ekomat* produced from wood fibers, Sorochan and Rogers (1995) found organic and 2.5 g m⁻² pure N amounts to be recommendable. It is assumed that the difference between the results obtained here and the results of our research is due to the growing period and environmental conditions (controlled and field).

CONCLUSIONS

According to the research results, the highest green plant yields and tiller number values were obtained from the seed density of 75 g m⁻² and the 25 and 30 °C temperature applications. The highest dry matter rate values were obtained from 25 g m⁻² seed density applications, while the highest dry grass yield values were obtained from 75 g m⁻² seed density and 25 °C temperature applications. While the highest root length values were obtained from 25 g m⁻² seed density and Sw and In fertilization applications, the best overall appearance and index values were obtained from 75 g m⁻² seed density applications. The highest shoot diameter values were obtained from 25 g m⁻² seed density, 25 °C temperature, and In fertilization applications, while

the highest leaf blade width values were obtained from 25 g m⁻² seed density and 25 °C temperature applications. When research results are evaluated by taking into account the highest overall appearance and green plant yield values together, it is observed that 75 g m⁻² seed density and 25 and 30°C temperature applications are in recommendable qualification. For future studies to be conducted on the subject, it is considered useful to include different growing times and land applications in the studies.

ACKNOWLEDGMENT

The author is thankful for the support extended by Selçuk University Scientific Research Projects (BAP). This research consists of a part of the project numbered 17401185.

REFERENCES

- Açıkgöz E (1994) Çim Alanlar Yapım ve Bakım Tekniği. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa.
- Alshammary S, Qian Y, Wallner S (2004) Growth response of four turfgrass species to salinity. *Agricultural Water Management*, 66 (2): 97-111.
- Avcioğlu R (1997) Çim Tekniği, Yeşil Alanların Ekimi Dikimi ve Bakımı. Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova-İzmir.
- Carrow RN, Waddington DV, Rieke PE (2001) Turfgrass Soil Fertility & Chemical Problems: Assessment and Management. John Wiley & Sons.
- Carrow RN., Krum JM, Flitcroft I, Cline V (2010) Precision turfgrass management: challenges and field applications for mapping turfgrass soil and stress. *Precision Agriculture*, 11(2): 115-134.
- Casimaty BG, Neylan J, Beard JB (1993) Effects of Removal by Post-Harvest Hydraulic Washing on Sod Transplant Rooting of Kentucky Blue Grass-Perennial Rye Grass Polystand and Creeping Bentgrass Monostand. In Corrow, R.N., Christians, N.E., Sherman, R.C. (Ed.) *Int., Turfgrass Soc., Res., J.*, 7: 850-856.
- Karaşahin M (2020) Topraksız rulo çim üretimi ve avantajları. *HarmanTIME*, 89: 94-96.
- Kuşvuran A (2009) Çukurova Koşullarına Uygun Çim Tür ve Karışımlarının Belirlenmesi ve Performanslarının Saptanması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Lin J, Hua X, Peng X, Dong B, Yan X (2018) Germination Responses of Ryegrass (Annual vs. Perennial) Seed to the Interactive Effects of Temperature and Salt-Alkali

- Stress. *Front. Plant Sci.*, 9:1458. doi: 10.3389/fpls.2018.01458
- Oral N, Açıkgöz E (1999) Bursa Bölgesinde Tesis Edilecek Çim Alanları İçin Tohum Karışımları, Ekim Oranları ve Azotlu Gübre Uygulamaları Üzerinde Araştırmalar. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri, (pp.155), 15-18 Kasım 1999, Adana.
- Orçun E (1979). Özel Bahçe Mimarisi (Çim Sahaları Tesis ve Bakım Tekniği). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 152, Bornova, İzmir.
- Özad E (2010) Organik Atıklardan Rulo Çim Yetiştirme Ortamının Hazırlanması. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.
- Salehi MR, Ashiri F, Salehi H (2008) Effect of Different Ethanol Concentrations on Seed Germination of Three Turfgrass. *Advances in Natural and Applied Sciences*, 2(1): 6-9.
- Salman A, Avcıoğlu R (2010) Bazı Serin İklim Çim Bitkilerinin Farklı Gübre Dozlarındaki Yeşil Alan Performansları. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 47 (3): 309-319.
- Shildrick J (1984) *Turfgrass Manual*. The sports Turf Research Institute Publ., BBingley, England.
- Sorochan JC, Rogers JN (1995) *Soilless Sod Production Using Ecomat*. LT, 3:9.
- Turgeon AJ (2002) *Turfgrass Management*. 6th ed. Prentice Hall Inc., NJ. U.S.A
- Yoon SY, Murayama S, Kosaka S (1985) Studies on temperature responses of grasses. 2. Comparison of germination of temperate and tropical grasses in various temperature conditions. *Journal of the Yamagata Agriculture and Forestry Society*, 42, 21–25.
- Zorer Ş, Hosafıoğlu İ, Yılmaz İH (2003) Çim Alanlarında Uygun Azotlu Gübre Uygulama Zamanlarının Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(1): 27-34.
- Zorer ŞÇ, Andiç N, Yılmaz İH (2010) Van Bölgesinde Tesis Edilecek Çim Alanları İçin Uygun Tohumluk Miktarının Saptanması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 20 (1):16-25.

İkinci Ürün Silajlık Mısırdaki Dinamik Sulama Programının Verim ve Morfolojik Özellikler Üzerine Etkisi

Özen KOBAK¹, İsmail TAŞ²

¹ Çanakkale Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Çanakkale

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Terzioğlu Yerleşkesi, Çanakkale

Öz: Bu çalışma, dinamik sulama programıyla sulanan II. Ürün silajlık mısırın (Zea mays) verim ve morfolojik özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla Balıkesir ili Manyas ilçesi ekolojik koşullarında 2016 yılında yürütülmüştür. Dinamik sulama programının oluşturulmasında FAO Penman Monteith yönteminden yararlanılmıştır. Günlük iklim verilerinden hesaplanan evapotranspirasyon (ET_o) değerleri bitki katsayıları (K_c) ile düzeltilerek uygulanmıştır. Çalışma tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme deseninde 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Çalışmada 3 farklı sulama aralığı (3, 6 ve 9 gün) ve 3 evapotranspirasyon (ET_c) seviyesi (%75, %100 ve %125) incelenmiştir. Araştırma sonucunda; mısır bitkisinin mevsimlik gerçek evapotranspirasyonu (ET_a) 320-582 mm, Su Kullanım Randımanı (WUE) 3.91-5.82 kg/da/mm, Sulama Suyu Kullanım Randımanı (IWUE) 4.26-6.92 kg/da/mm, yeşil ot verimi 6087.78-11062.82 kg/da, bitki boyu 222.8-283 cm, yaprak sayısı 10.33-13.33 adet, yaprak ağırlığı 114.56-256.18 gr, sap çapı 17.2-27.3 mm, sap ağırlığı 544-710 gr, ilk koçan yüksekliği 71.66-101.16 cm, koçan ağırlığı 342-594 gr ve bitki ağırlığı 1193-1502 gr arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek bitki boyu üç günlük sulama aralığında hesaplanan yığılımlı ET_c değerinin %125'nin uygulandığı konuda (274 cm) alınırken, en yüksek yeşil ot verimi ise altı günlük sulama aralığında hesaplanan yığılımlı ET_c değerinin %75'nin uygulandığı konudan (11062 kg/da) elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: FAO Penman Monteith, Damla Sulama, ET_o, ET_c, ET_a

The Effect of Dynamic Irrigation Scheduling on Yield and Morphological Properties of Second Crop Silage Corn

Abstract: The aim of this study was to determine the effect of dynamic irrigation program on the yield and morphological characteristics of second crop silage maize (Zea mays) in 2016 under the ecological conditions of Manyas district of Balıkesir province. The FAO Penman Monteith method was used to create the dynamic irrigation program. Evapotranspiration (ET_o) values calculated from daily climate data were applied by correcting them with plant coefficients (K_c). The study was carried out in randomized blocks divided plots test design in 3 replicates. In the study, 3 different irrigation intervals (3, 6 and 9 days) and 3 evapotranspiration (ET_c) levels (75%, 100% and 125%) were examined. As a result of the research; maize seasonal actual evapotranspiration (ET_a) 320-582 mm, Water Use Efficiency (WUE) 3.91-5.82 kg/da/mm, Irrigation Water Use Efficiency (IWUE) 4.26-6.92 kg/da/mm, green grass yield 6087.78-11062.82 kg/da, plant height 222.8-283 cm, leaf number 10.33-13.33, leaf weight 114.56-256.18 g, stem diameter 17.2-27.3 mm, stem weight 544-710 g, first cob height 71.66-101.16 cm, cob weight 342 -594 gr and plant weight varied between 1193-1502 gr. The highest plant height (274 cm) was taken in the area where 125% of the cumulative ET_c value calculated in the three day irrigation interval is applied, while the highest green grass yield (11062 kg/da) was from the subject where 75% of the cumulative ET_c value calculated in the six day irrigation interval has been obtained.

Keywords: FAO Penman Monteith, Drip Irrigation, ET_o, ET_c, ET_a

GİRİŞ

Tarımda kullanılan sulama suyu, su kaynaklarının yaklaşık %70'ten fazlasını oluşturmaktadır. Ülkemizde de büyük bir problem olan kuraklık, yerüstü ve yeraltı kaynaklarını olumsuz anlamda etkilemektedir. Kentsel ve endüstriyel kullanımdaki gereksinimler, su kaynaklarının kullanımı açısından sektörler arasında önemli derecede rekabet oluşturmaktadır. Basıncılı sulama sistemlerinden olan damla sulama yöntemi, su kaynaklarını etkin bir şekilde kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bu yöntemle suyun, derine sızmasının önlenmesi, yüzey akışının önlenmesi ve buharlaşmanın minimuma indirilmesi gibi ciddi bir su tasarrufu sağlanmaktadır. Önceki yıllarda damla sulama yöntemi daha çok meyve bahçeleri ve seralarda kullanılmasına karşın, artık günümüzde mısır, pamuk ve çoğu sebze gibi sıra bitkilerinde de kullanımı oldukça

yaygındır. Su kaynaklarının optimum kullanılmasında, su tasarrufu sağlayan damla sulama yöntemi tercih edilmektedir. Modern sulama teknolojilerinin kullanılması, uygun gübre kullanımı ve sulama programları ile verimde de ciddi artışlar sağlamaktadır. Su uygulama randımanı damla sulama yöntemlerinde %95'e kadar çıkmaktadır. Bununla birlikte bitkilerin su kullanım etkinliği de artmaktadır (Bozkurt, 2005).

Mısır, insan ve hayvan beslenmesinde ve endüstri hammaddesi olarak çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Mısır bitkisi bir sıcak iklim tahılı olması nedeni ile güneş

***Sorumlu Yazar:** tas_ismail@yahoo.com. Bu çalışma yüksek lisans tez ürünüdür.

Geliş Tarihi: 16 Eylül 2020

Kabul Tarihi: 28 Aralık 2020

enerjisini de çok iyi kullanır ve aynı zamanda birim alanda çok fazla kuru madde üreten bir bitkidir (Kırtok, 1998). Mısırın, çevre koşullarına iyi adapte olabilmesi, çeşit zenginliği olması ve yüksek verim potansiyeli olmasıyla yayılma alanı çok geniştir (Yasak ve ark., 2003). Silaj, hayvanların kaba yem ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir yere sahiptir. Süt üretimi için kullanılan ineklerin tükettikleri yemlerin en az %40 oranına yakını kaba yemlerden sağlanmalıdır. Hayvancılıkla uğraşan çiftçiler kaba yem bulmakta güçlük çektikleri zaman, hayvanları saman ile beslemektedirler. Günümüzde çiftçiler, hayvanları besin ve karbonhidrat içeriği daha yüksek suca zengin olan silajı tercih etmeye başlamışlardır (Orak ve İptaş, 1999). Silaj üretimine uygun birçok yem bitkisi ülkemizin çoğu yerinde yetiştirilmektedir. En fazla sorgum tür ve melezleri ile mısır, silo yemi üretilmesinde kullanılmaktadır (Sağlamtimur ve ark., 1998). Ayrıca mısır, hayvanlar tarafından kolayca sindirilen ve birim alandan yüksek verim alınan bir tahıldır (Açıkgöz, 1995). Silaj, hayvanların kışlık kaba yem ihtiyaçlarına büyük oranda katkı sağladığı için yaygın olarak kullanılmaktadır (Yolcu ve Tan, 2008).

Aritürk (2008), Tekirdağ bölgesinde ikinci ürün mısırdaki farklı sulama metotları, (damla sulama ve karık sulama) tam ve kısıtlı sulama uygulamaları altında sulama programı oluşturmak amacıyla yürütülen çalışmada, mevsimlik bitki su tüketimi değerleri karık sulamada 388-506 mm, damla sulamada 293-429 mm arasında değişiklik gösterdiği elde edilmiştir. En yüksek yeşil ot verimi karık sulama için 9896 kg/da ve damla sulama için 9291 kg/da sulama süresince sulama suyunun tam olarak verildiği dönemde elde edilmiştir. Sulama suyu kullanım randımanı değerlerinin karık sulamada 20.83-27.00 kg/da/mm ve damla sulamada 19.56-21.92 kg/da/mm arasında değişiklik göstermiştir. Su

Çizelge 1. Balıkesir ili Manyas ilçesi uzun yıllara ait bazı iklim verileri (1938-2017)

Aylar	Sıcaklık (°C)			Nispi Nem (%)	Ort. Rüzgar Hızı (m/sn)	Ort. Yağış Miktarı (mm/m ²)
	Ort.	Mak.	Min.			
Ocak	5.6	23.6	-14.6	84.1	2.7	143.7
Şubat	7.3	27	-10.7	82.1	2.9	99.5
Mart	9.6	27.1	-4.4	77.5	2.5	14.1
Nisan	13.1	33.6	-3.2	73.5	2.2	33.3
Mayıs	18.2	35.7	1.1	70.4	2.0	17.0
Haziran	22.7	43.9	7.6	66.6	2.0	30.2
Temmuz	24.8	41.8	11.5	64.6	2.1	1.1
Ağustos	24.7	40.2	11.2	67.7	2.1	2.8
Eylül	20.8	40.6	6.4	70.4	1.8	0.3
Ekim	15.5	31.9	0.7	81.8	1.8	115.4
Kasım	11	29.7	-3.4	83.8	1.9	129.1
Aralık	7.1	26.7	-12.1	84.7	2.1	52.9
Yıllık	15	43,9	-14,6	75,6	2,2	639,4

kullanım randımanları değerlerinin ise karık sulamada 21.92-23.67 kg/da/mm ve damla sulamada 21.66-29.52 kg/da/mm arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Sonuç olarak farklı sulama yöntemlerinde verim ve verim elamanları istatistiksel açıdan önemsiz olurken, sulama düzeyleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli olduğu çalışmada belirtilmiştir.

Bilindiği gibi sulama zamanı planlamalarında farklı yöntemler ve araçlar kullanılmaktadır. Kullanılan yöntemlerden bir tanesi de dinamik sulama programıdır. Söz konusu yöntemin temeli, arazide bulunana iklim istasyonundan ölçülen günlük iklim parametrelerinden yararlanarak istenilen bir yöntemle ETO değerlerinin hesaplanmasına dayanır. Hesaplanan ETO değerleri bitki katsayısı ile düzeltilerek (düzeltme işleminden sonra ETC simgesi ile gösterilmiştir) sulamada kullanılır. Yapılan bu çalışmada da yukarıda belirtildiği gibi belirlenen dinamik sulama programının, Balıkesir-Manyas koşullarında ikinci ürün silajlık mısırın verim ve morfolojik özellikleri üzerine olan etkisi incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu araştırma, Balıkesir ili Manyas ilçesi Çakırca köyü Çay Boyu mevkiinde bulunan bir çiftçi arazisinde gerçekleştirilmiştir. Deneme alanı 40° 02' enlem ve 27° 51' boylamında yer almaktadır. Arazinin rakımı 52 m'dir.

Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Balıkesir ili Manyas ilçesine ait uzun yıllık bazı iklim verileri Balıkesir Meteoroloji İl Müdürlüğünden elde edilmiştir. 1938-2017 yılları arasında yapılan ölçümler neticesinde elde edilen veriler Çizelge 1'de gösterilmiştir. Çizelgeden de belirtildiği üzere, Manyas'ta uzun yıllar gözlemlerine göre maksimum sıcaklık 43.9 °C, minimum sıcaklık -14.6 °C,

ortalama sıcaklık 15 °C, ortalama nisbi nem %75.6, ortalama rüzgar hızı 2.2 m/s yıllık ortalama yağış toplam 639.4 mm/m²'dir.

Deneme alanı yakınında bulunan otomatik iklim istasyonundan ölçülen iklim parametrelerinden yararlanılarak dinamik sulama programı planlanmıştır. Bitki su tüketimi hesaplanmasında kullanılan veriler Çizelge 2'de verilmiştir. Üretim sezonu boyunca ölçülen değerler 10'ar günlük periyotlarla söz konusu çizelgede sunulmuştur. Üretim sezonunda ölçülen değerlere göre, en yüksek solar radyasyon Temmuz ayının ilk döneminde 303.78 W/m², en düşük 142.15 W/m² ile Eylül ayının son döneminde gerçekleştirilmiştir.

Temmuz ayı içerisinde yağış gerçekleşmemiştir. En fazla yağış Eylül ayı 2. döneminde 1.66 mm olarak gözlemlenmiştir. Rüzgar hızı en yüksek Temmuz ayının 3. döneminde 1.25 m/sn, en düşük 0.44 m/sn ile Eylül ayının 3. döneminde görülmüştür. Hava sıcaklığı en yüksek Ağustos ayının ilk döneminde ortalama 26.81 °C, en düşük

Eylül ayı 3. döneminde ortalama 15.74 °C olarak ölçülmüştür. Nispi nem en yüksek Eylül ayının 3. döneminde %77.84, en düşük %65.11 ile Temmuz ayının ilk döneminde tespit edilmiştir. FAO Penman-Monteith (1998) referans bitki su tüketimleri (ET₀), en yüksek Temmuz ayının ilk döneminde 5.5 mm, en düşük Eylül ayının son döneminde 1.91 mm olarak hesaplanmıştır.

Deneme Alanının Toprak Özellikleri

Denemenin yapıldığı alanda herhangi bir taban suyu, tuzluluk ve drenaj yetersizliği gibi olumsuz bir durum tespit edilmemiştir. Deneme parselinde 30 cm'lik katmanlar halinde 120 cm derinliğe kadar örnekleme yapılmış ve analizleri de Çanakkale Tarım Orman İl Müdürlüğü Toprak ve Su Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Çizelge 3'de görüldüğü üzere araştırma alanında topraklar 0-30 cm derinliğinde tınlı bir bünyeye sahipken derinlere inildikçe killi tınlı bünye yapısına sahiptir. Ortalama kil oranı %27.37, silt oranı %36.84, kum oranı ise %35.79'dur. Ortalama pH 7.46 ve EC 880 µmhos/cm'dir. Organik madde içeriği 0-30 cm toprak

Çizelge 2. Deneme alanına ait gelişme sezonunda kaydedilen iklim parametreleri

Tarih	Solar Radyasyon (W/m ²)	Yağış (mm)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Hava Sıcaklığı (°C)	Nispi Nem (%)	ET ₀ (mm)
1. Dönem Temmuz	303.78	0.00	1.22	25.27	65.11	5.50
2. Dönem Temmuz	292.95	0.00	0.82	25.07	67.62	5.06
3. Dönem Temmuz	284.61	0.00	1.25	25.29	65.19	5.20
1. Dönem Ağustos	250.68	0.04	1.14	26.81	73.07	4.73
2. Dönem Ağustos	220.25	0.02	1.22	23.97	69.92	4.07
3. Dönem Ağustos	215.25	0.00	1.06	24.39	71.82	3.84
1. Dönem Eylül	201.04	0.00	0.95	23.44	67.98	3.55
2. Dönem Eylül	173.08	1.66	0.71	22.22	65.60	2.84
3. Dönem Eylül	142.15	0.46	0.44	15.74	77.84	1.91

Çizelge 3. Toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Derinlikleri	0-30	30-60	60-90	90-120	Ortalama
	cm				
Kum (%)	38.33	32.83	35.54	36.48	35.80
Kil (%)	22.19	29.07	27.76	30.46	27.37
Silt (%)	39.49	38.1	36.71	33.07	36.84
Bünye	Tınlı	Killi-Tınlı	Killi-Tınlı	Killi-Tınlı	Killi-Tınlı
İşba (%)	70	65	58	55	62
pH	7.35	7.59	7.52	7.39	7.46
EC (mS/cm)	0.98	0.84	0.87	0.84	0.88
Kireç (%)	3	3	3	3	3.00
Organik Madde (%)	21.23	18.99	13.12	12.99	16.58
P (kg/da)	0.318	0.147	0.149	0.128	0.19
K (kg/da)	68	28	27	24	36.75
Tarla Kapasitesi (p/w)	41.13	39.84	38.30	35.73	38.75
Solma Noktası (p/w)	17	17.3	19.81	19.38	18.37
Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	1.2	1.19	1.16	1.18	1.18

derinliğinde %21.23 iken toprak derinliğine inildikçe bu oran düşmekte, 90-120 cm toprak derinliğinde %12.99'dur. Toprakların organik madde yüksekliğinin nedeni olarak, tarım alanının uzun yıllar çeltik üretiminde kullanılması olarak değerlendirilmiştir.

Bitki Materyali

Mısır çeşidi olarak da May Tohumculuğun Hido çeşidi kullanılmıştır. Çeşit, FAO 7000 olgunlaşma grubunda bulunmaktadır. Ekolojiye ve bakım şartlarına göre değişim göstermekle birlikte silajlık olarak, 100-110 günlük gelişme gününe sahiptir. Çimlenme ve çıkış gücü de oldukça yüksektir. Yaprak yapısı yarı dik olup, yaprak/koçan oranı yüksektir. Koçan uç doldurması iyi düzeydedir. İdeal koşullar altında silaj halinde ham protein oranı %9 civarlarında, nişasta oranı %30 civarındadır. Farklı iklim koşullarına adaptasyonu oldukça yüksektir. Yeşil kalma özelliği, olgunlaşma aşamasında çok yüksektir. Ekim sıklığı 70 cm sıralar arasındaki mesafe, 13 cm ise sıralar üzerindeki mesafe olarak tavsiye edilmektedir. Toprak seçiciliği oldukça azdır (Anonim, 2019).

Sulama Suyunun Kalitesi

İhtiyaç duyulana sulama suyu, araştırma parselinin yanındaki artezyen kuyusundan sağlanmıştır. Sulama suyu Çanakkale Tarım Orman İl Müdürlüğü Toprak ve Su Laboratuvarı'nda analiz edilmiş ve Çizelge 4'te verilmiştir. Sulama suyu T₃A₁ sınıfında olup Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) değeri 0.44 olarak hesaplanmıştır. Elektiriksel iletkenlik değeri 782 µmhos/cm bulunurken pH'sı 7.25 olarak ölçülmüştür. Sulama suyunun mısır yetiştiriciliği açısından her hangi bir sakıncası bulunmamaktadır.

Tarımsal İşlemler

Ekim sırasında taban gübresi olarak kompoze 15-15-15 gübresi uygulanmıştır. Toplam dekara saf azot olarak 30 kg olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Taban gübrelenmesinden geriye kalan azot miktarı üre formunda üç eşit parçaya bölünerek damla sulama sistemiyle uygulanmıştır. Araştırma boyunca yabancı otlarla mücadele

Çizelge 4. Deneme alanındaki sulama suyuna ait analiz sonuçları

EC µmhos/ cm	pH	Kasyonlar(me/l)				Anyonlar(me/l)				Na (%)	SAR	Sınıfı
		Na	K	Ca	Mg	CO ₃	HO ₃	Cl	SO ₄			
782	7.25	0.94	0.06	5.8	3.1	-	2.8	1.5	5.6	0.09	0.44	T ₃ A ₁

Sulama Aralığı 3 gün			Sulama Aralığı 6 gün			Sulama Aralığı 9 gün		
T3KS75 T1	T3TS100 T1	T3FS125 T1	T6KS75 T1	T6TS100 T1	T6FS125 T1	T9KS75 T1	T9TS100 T1	T9FS125 T1
T3KS75 T2	T3TS100 T2	T3FS125 T2	T6KS75 T2	T6TS100 T2	T6FS125 T2	T9KS75 T2	T9TS100 T2	T9FS125 T2
T3KS75 T3	T3TS100 T3	T3FS125 T3	T6KS75 T3	T6TS100 T3	T6FS125 T3	T9KS75 T9	T9TS100 T9	T9FS125 T9

Şekil 1. Deneme Planı

için üç farklı zaman diliminde çapalama yapılmış ve haşere ilaçlaması için ihtiyaç duyulan insektisit uygulamaları yapılmıştır.

Yöntem

Deneme Deseni ve Araştırma Konuları

Çalışma tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme deseninde 3 tekrarlı olarak Şekil 1'de gösterildiği biçimde oluşturulmuştur. Çalışmada 3 farklı sulama aralığı (3, 6 ve 9 gün) ve hesaplanan ETo değerlerinin Kc ile düzeltilmiş miktarlarının (ETc) 3 farklı (%75, %100 ve %125) düzeyi uygulanmıştır. Tekerrürler T1, T2 ve T3 ile gösterilmiştir.

Çalışma konuları ise aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

- T3KS75 : 3 günde bir yığışimli ETc değerinin %75'nin uygulandığı konu
T3TS100 : 3 günde bir yığışimli ETc değerinin %100'nün uygulandığı konu
T3FS125 : 3 günde bir yığışimli ETc değerinin %125'nin uygulandığı konu
T6KS75 : 6 günde bir yığışimli ETc değerinin %75'nin uygulandığı konu
T6TS100 : 6 günde bir yığışimli ETc değerinin %100'nün uygulandığı konu
T6FS125 : 6 günde bir yığışimli ETc değerinin %125'nin uygulandığı konu
T9KS75 : 9 günde bir yığışimli ETc değerinin %75'nin uygulandığı konu
T9TS100 : 9 günde bir yığışimli ETc değerinin %100'nün uygulandığı konu
T9FS125 : 9 günde bir yığışimli ETc değerinin %125'nin uygulandığı konu

Sulamaların Planlanması ve Uygulanması

İlk sulamada araziden alınan toprak örneğinden belirlenen mevcut toprak nemi tarla kapasitesine gelinceye kadar sulama yapılmıştır. Sonraki su yaklaşık 2 hafta sonra uygulanmıştır. Bitki 3-4 yapraklı olunca konulu sulamalara başlanmıştır. FAO Penman Monteith yöntemi ile günlük iklim verilerinden hesaplanan ETo değerleri bitki katsayıları

(Kc) ile düzeltilmiş ve sulama uygulamasında kullanılmıştır. Sulama planlamasında yığışimli evapotranspirasyon değerleri 3, 6 ve 9 günlük sulama aralıklarında 3 farklı (%75, %100 ve %125) düzeyde olacak şekilde uygulanmıştır. Kc değerleri "Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri" rehberinden Manyas'a ilişkin değerlerin bulunmaması nedeniyle en yakın istasyon olarak Gönen belirlenmiş ve söz konusu istasyonuna ilişkin değerler alınmıştır. Hesaplamalarda kullanılan Kc değerleri dönemlerine göre sırasıyla 1. dönem: 0.23, 3. dönem: 1.21 ve 4. dönem: 0.52'dir.

Bitki Su Tüketimi

Dinamik sulama programının oluşturulmasında FAO Penman Monteith yönteminden yararlanılmıştır. FAO tarafından 1990 yılında birçok uzman bir araya getirilerek Penman Monteith yöntemi geliştirilmiş ve FAO Penman Monteith yöntemi geliştirmiştir. Farklı ülkeler arasında farklı adlandırılan bu yöntem, potansiyel su tüketimi yerine referans bitki su tüketimi kavramı ile FAO56-PM olarak kabul edilemeye başlanmıştır (Allen ve ark., 1998). Bu yöntemde referans bitki su tüketimi aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_2)} \quad (1)$$

Eşitlikte;

ET_o = Referans evapotranspirasyon (mm/gün),
 R_n = Bitki yüzeyindeki net radyasyon (MJ/m² gün),
 G = Zemin ısı değişim yoğunluğu (MJ/m²gün),
 T = 2 m yükseklikteki ortalama günlük hava sıcaklığı (°C),
 u₂ = 2 m yükseklikteki rüzgâr hızı (m/s),
 e_s = Doymun buhar basıncı (kPa),
 e_a = Gerçek buhar basıncı (kPa),
 e_s - e_a = Havanın doymun buhar basıncı açığı (kPa),
 Δ = buhar basıncı eğrisi eğim kPa/°C),
 γ = Psikrometrik sabit (kPa/°C).

FAO Penman Monteith yöntemi ile günlük iklim verilerinden hesaplanan ET_o değerleri bitki katsayıları (Kc) ile düzeltilerek mısır bitkisi için ET_c (ET_c=ET_o x Kc) değeri olarak hesaplanmış ve sulama suyu miktarının belirlenmesinde kullanılmıştır.

Su Kullanım Randımanı

Su kullanım randımanları (WUE), sulama programlarının değerlendirilmesinde ve sulama yöntemlerinin karşılaştırılmasında kullanılan ifadelerden birisidir (Tanner ve Sinclair, 1983). Parametrelerin hesaplanmasında Howell ve ark., (1990)'ın verdiği eşitlik kullanılmıştır.

$$WUE = \frac{E_y}{ET} * 100 \quad (2)$$

WUE: Su kullanım randımanı

E_y: Verim, (kg/da)

ET: Bitki su tüketimi, (mm)

Sulama suyu uygulama randımanı (IWUE) tespit edilmesindeyse aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır (Kanber ve ark., 1992).

$$IWUE = \frac{E_y}{I} * 100 \quad (3)$$

IWUE: Sulama suyu kullanım etkinliği

E_y: Ekonomik verim, (kg/da)

I: Sulama suyu, (mm)

Toprak Su İçeriği

Her bir konudan tüm sulama günlerinin aynı güne geldiği zaman dilimde ve sulama öncesinde her konudan belirlenen yerlerde 0 - 30 cm, 30 - 60 cm, 60 - 90 cm, 90 - 120 cm katmanlarından toprak burgusu ile alınan toprak örneklerine ait gravimetrik toprak nem içeriği, etüvde 105 °C'de 24 saatte su içerikleri uçurularak Eşitlik 4 yardımıyla belirlenmiştir.

$$\%Nem = \frac{Yaş\ Ağırlık - Kuru\ Ağırlık}{Kuru\ Ağırlık} * 100 \quad (4)$$

Denemede İncelenen Morfolojik Özellikler

Yeşil Ot Verimi: Koçan püskülünün kurumasıyla, tamamlanan süt-hamur olum dönümü sonrasında destek köklerin üzerindeki ilk boğum noktasından kesilmek suretiyle hasat gerçekleştirilmiş ve toplamdaki yaş ağırlıklar tartılarak verim alan üzerinden kg/da olarak hesaplanmıştır. **Bitki Boyu:** Her bir konudan tesadüfi olarak belirlenen yerlerden alınan 5 farklı bitkide, toprağın yüzeyindeki kısımdan başlayarak, tepe püskülünün ucuna kadar olan mesafe arasında kalan kısmı şeritmetre ile cm biriminde ölçülmüştür.

Yaprak Sayısı: Her bir konudan tesadüf şeklinde belirlenen yerlerden alınan 5 farklı bitkinin üzerindeki tüm yaprakları sayılarak ölçülmüştür.

Yaprak Ağırlığı: Her bir konudan tesadüfi olarak belirlenen yerlerden alınan 5 farklı bitkinin yaprakları ayrılıp tartılarak bulunmuştur.

Bitki Sap Çapı: Her bir konudan tesadüfi olarak belirlenen yerlerden alınan 5 farklı bitkinin, koçan altındaki yerde oluşan ilk boğumdan bir kumpas yardımıyla sap kalınlıkları ölçülür ve mm olarak belirlenir.

Bitki Sap Ağırlığı: Her bir konudan tesadüfi olarak belirlenen yerlerden alınan 5 farklı bitkinin koçanları ve yaprakları ayrılıp sadece sapları tartılarak hesaplanmıştır.

İlk Koçan Yüksekliği: Her bir konudan tesadüfi olarak belirlenen yerlerden alınan 5 farklı bitkinin toprak yüzeyi ve ilk koçanların bağlandığı boğum arasında kalan mesafe, dikey şekilde cm olarak ölçülmüştür.

Koçan Ağırlığı: Her bir konudan tesadüfi olarak belirlenen yerlerden alınan 5 farklı bitkinin koçanları ayrılarak tartılıp ölçülmüştür.

Bitki Ağırlığı: Her bir konudan tesadüfi olarak belirlenen yerlerden alınan 5 farklı bitkinin 5 cm yüksekliğinden kesilerek, yeşil olarak yaprak sap ve koçanlarının ayrı ayrı

tartılarak ortalamaları alınıp hesaplanmıştır (İptaş ve Avcıoğlu, 1997).

İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmadan elde edilen değerler JMP istatistik programında analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Su Kullanım Randımanı

Denmede uygulanan sulama suyu miktarı 293.7-489.5 mm arasında değişirken gerçek evapotranspirasyon (ETa) 320-582 mm arasında değişim göstermiştir. Artan sulama suyu uygulamasına bağlı olarak bitki su tüketimleri de artış göstermiştir. Araştırmada belirlenen su kullanım randımanları, Çizelge 5'te verilmiştir. WUE'nin en yüksek ölçüldüğü T9FS125 uygulama konusunda 5.82 kg/da/mm, en düşük olduğu uygulama T3KS75 konusunda 3.91 kg/da/mm olarak tespit edilmiştir. IWUE'nin ise en yüksek ölçüldüğü T9FS125 uygulama konusunda 6.92 kg/da/mm, en düşük ölçüldüğü uygulama T3KS75 konusunda 4.26 kg/da/mm olarak elde edilmiştir. Sulama suyunun evapotranspirasyonu karşılama (I/ETc) oranında ise en yüksek %94.1 ile T3FS125 konusu, en düşük ise %80.5 ile T9KS75 konusunda olduğu tespit edilmiştir.

Yeşil Ot Verimi

Ortalama bitki yeşil ot verimleri 6087.78 kg/da ile 11062.82 kg/da arasında değişiklik göstermektedir. Konular

Çizelge 5. Su çalışmalarında dikkate alınan parametreler

Konular	Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (mm)	ETa (mm)	WUE (kg/da/mm)	IWUE (kg/da/mm)	I/ETc (%)
T3KS75	293.7	320	3.91	4.26	91.8
T3TS100	391.6	419	4.62	4.94	93.5
T3FS125	489.5	520	5.12	5.44	94.1
T6KS75	293.7	350	2.65	3.16	83.9
T6TS100	391.6	466	3.59	4.27	84.0
T6FS125	489.5	570	5.00	5.82	85.9
T9KS75	293.7	365	4.82	6.00	80.5
T9TS100	391.6	475	5.39	6.54	82.4
T9FS125	489.5	582	5.82	6.92	84.1

Çizelge 6. Konulara göre yeşil ot verimi, bitki boyu, bitki ağırlığı, yaprak sayısı ve yaprak ağırlığı parametrelerindeki değişim

Uygulamalar	Yeşil Ot Verimi (kg/da)	Bitki Boyu (cm)	Bitki Ağırlığı (gr)	Yaprak Sayısı (adet)	Yaprak Ağırlığı (gr)
T3KS75	7518.08 ^{cd}	239.2 ^{bcd}	1021.11 ^{cd}	13.33 ^a	183.40 ^{bc}
T3TS100	8480.3 ^{bc}	283 ^a	1151.8 ^{bc}	12.16 ^{abc}	196.13 ^b
T3FS125	9563.22 ^{ab}	274 ^a	1298.88 ^{ab}	11.33 ^{bcd}	207.9 ^{ab}
T6KS75	11062.82 ^a	252.6 ^b	1502.56 ^a	12.16 ^{abc}	256.18 ^a
T6TS100	10918.72 ^a	249.4 ^b	1482.99 ^a	12.16 ^{abc}	229.87 ^{ab}
T6FS125	9797.68 ^{ab}	247.2 ^{bc}	1330.73 ^{ab}	13.0 ^a	209.56 ^{ab}
T9KS75	6087.78 ^d	222.8 ^d	826.85 ^d	11.0 ^{cd}	114.56 ^d
T9TS100	7266.58 ^{cd}	239.8 ^{bcd}	986.95 ^{cd}	10.33 ^d	137.40 ^{cd}
T9FS125	8409.62 ^{bc}	230.8 ^{cd}	1142.2 ^{bc}	12.33 ^{ab}	185.53 ^{bc}

testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 6'da sunulmuştur. En yüksek bitki boyu T3TS100 konusunda 283 cm olarak elde edilirken, bunu 274 cm ile T3FS125 konusu izlemektedir. En düşük bitki boyu ise T9KS75 konusunda 222.8 cm olarak ölçülmüştür. Bozkurt (2005), yaptığı çalışmada Çukurova koşullarında bitki boyunun 253-271 cm arasında değişiklik gösterdiğini, Gençel (2002), yaptığı çalışmada Harran ovasında bitki boylarının 242-289 cm arasında değişiklik gösterdiğini ve Gençoğlan (1996), Çukurova'da yaptığı çalışmada farklı sulama suyu uygulamalarında bitki boylarının 168-246 cm arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bitki Ağırlığı

Yapılan gözlemler neticesinde ortalama bitki ağırlıkları 826.85 gr ile 1502.56 gr arasında değişiklik göstermiştir. Konular arasındaki fark istatistiksel olarak %5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Konulara ait ortalama değerlerin t testi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Yapılan test sonucunda en yüksek ortalama bitki ağırlığı T6KS75 konusunda 1502.56 gr olarak elde edilirken, bunu 1482.99 gr ile T6TS100 konusu izlemektedir. En düşük ortalama bitki ağırlığı ise T9KS75 konusunda 826.85 gr olarak saptanmıştır. Ergül (2008), Konya ekolojik koşullarında yaptıkları çalışmada bitki ağırlığını 851 gr ile 1444 gr arasında olduğunu bildirmiş ve elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Güneş (2004), Karaman ili ekolojik koşullarında yaptıkları çalışmada bitki ağırlığını 913.60 gr ile 1198.00 gr arasında olduğunu, Sade ve ark. (2002), Konya ekolojik koşullarında yaptıkları çalışmada bitki ağırlığını 715 gr ile 820 gr arasında olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar daha yüksektir. Bunun nedeni olarak bölge, çeşit, sulama programı ve toprak organik madde içeriğindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yaprak Sayısı

Yaprak sayısı silajlık olan mısırlarda önemli bir unsurdur. Yaprak sayısının artmasıyla silajın kalitesi de artmaktadır (Orak ve İptaş, 1999, Sade ve ark., 2002; Güneş, 2004; Ergül, 2008). Yapılan ölçümlerde ortalama bitki yaprak sayıları 10.33 adet ile 13.33 adet arasında değişiklik göstermiştir.

Uygulamaların etkisi istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde anlamlı olarak belirlenmiştir. Konulara ait ortalama değerlerin t testi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Yapılan test sonucunda en yüksek ortalama yaprak sayısı T3KS75 konusunda 13.33 adet olarak elde edilirken, bunu 13 adet ile T6FS125 konusu izlemektedir. En düşük yaprak sayısı ise T9TS100 konusunda ortalama 10.33 adet olarak saptanmıştır. Balmuk (2012), yaptığı çalışmada bitki yaprak sayılarının 12.33 ile 14.68 adet arasında değişiklik gösterdiği, Gürel (2007), yaptığı çalışmada bitki yaprak sayılarının 12.5 ile 15.3 adet arasında değişiklik gösterdiği, Kabakçı (2014), yaptıkları çalışmada bitki yaprak sayılarının 9.8 ile 14.6 adet arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Yaprak Ağırlığı

Yapılan ölçümler neticesinde ortalama bitki yaprak ağırlıkları 114.56 gr ile 256.18 gr arasında değişiklik göstermiştir. Konular arasındaki farklar istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Konulara ait ortalama değerlerin t testi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Yapılan test sonucunda en yüksek ortalama yaprak ağırlığı T6KS75 konusunda 256.18 gr olarak elde edilirken, bunu 229.87 gr ile T6TS100 konusu izlemektedir. En düşük ortalama yaprak ağırlığı ise T9KS75 konusunda 114.56 gr olarak saptanmıştır. Moralar (2011), yaptığı çalışmada yaprak ağırlığını 60 gr ile 118.33 gr arasında bulmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlardan düşüktür. Ancak, Ergül (2008), yaptığı çalışmada 126.33 gr ile 297.66 gr arasında, Sade ve ark., (2002), Konya ekolojik koşullarında yaptıkları çalışmada 247.5 gr ile 323 gr arasında bulmuşlardır ve çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Bitki Sap Çapı

Yapılan gözlemler neticesinde ortalama bitki sap çapları 17.2 mm ile 27.3 mm arasında değişiklik göstermektedir. Konular arasındaki farklar istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Ortalama değerlerin t testi sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. Yapılan test

Çizelge 7. Konulara göre bitki sap çapı, bitki sap ağırlığı, koçan yüksekliği ve koçan ağırlığı parametrelerindeki değişim

Uygulamalar	Bitki Sap Çapı (mm)	Bitki Sap Ağırlığı (gr)	Koçan Yüksekliği (cm)	Koçan Ağırlığı (gr)
T3KS75	21.2 ^{bc}	445 ^{cd}	97.16 ^{ab}	396.04 ^{de}
T3TS100	21.4 ^{bc}	515 ^c	98.16 ^{ab}	440.66 ^{bcd}
T3FS125	25.2 ^{ab}	627 ^a	101.16 ^a	464.81 ^{bcd}
T6KS75	24.9 ^{ab}	652 ^a	90.5 ^{ab}	594.71 ^a
T6TS100	27.3 ^a	710 ^a	84.75 ^{abc}	509.78 ^{ab}
T6FS125	25.5 ^{ab}	623 ^{ab}	87.5 ^{abc}	497.83 ^{bc}
T9KS75	17.2 ^c	370 ^d	82.33 ^{bc}	342.28 ^e
T9TS100	22.4 ^b	442 ^{cd}	71.66 ^c	407.88 ^{cde}
T9FS125	22.6 ^b	518 ^{bc}	87.16 ^{abc}	438.33 ^{bcd}

sonucunda en yüksek ortalama bitki sap çapı T6TS100 konusunda 2.73 mm olarak elde edilirken, bunu 2.55 mm ile T6FS125 konusu izlemektedir. En düşük ortalama bitki sap çapı ise T9KS75 konusunda 1.72 mm olarak saptanmıştır. Torun (1999), Samsun ekolojik koşullarında yaptığı çalışmada sap çapını 18 mm ile 23 mm arasında, Keskin (2001), Konya ekolojik koşullarında yaptığı çalışmada sap çapını 17.13 mm ile 21.06 mm arasında, Kuşaksız (2011), yaptığı çalışmada sap çapını 18.7 mm ile 27.3 mm arasında ölçmüşler ve yapılan çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Bitki Sap Ağırlığı

Yapılan gözlemler neticesinde ortalama bitki sap ağırlıkları 370 gr ile 710 gr arasında değişiklik göstermektedir. Konular arasındaki fark istatistiksel olarak %5 önem seviyesinde anlamlı olarak bulunmuştur. Konu ortalama değerlerin t testi sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. Yapılan test sonucunda en yüksek ortalama bitki sap ağırlığı T6TS100 konusunda 710 gr olarak elde edilirken, bunu 651.66 gr ile T6KS75 konusu izlemektedir. En düşük ortalama bitki sap ağırlığı ise T9KS75 konusunda 370 gr olarak saptanmıştır. Ergül (2008), yaptığı çalışmada sap ağırlıklarını 394.00 gr ile 699.33 gr arasında bulmuş ve çalışmadan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Moralar (2011), yaptığı çalışmada sap ağırlığını 181.66 gr ile 203.33 gr arasında bulmuş ve çalışma sonuçlarında daha düşüktür. Bu farklılığın sebebi olarak bölge, iklim, çeşit, sulama uygulamaları ve toprak koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

İlk Koçan Yüksekliği

Yapılan gözlemler neticesinde ortalama bitki ilk koçan yükseklikleri 71.66 cm ile 101.16 cm arasında değişiklik göstermektedir. Konular arasındaki fark istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Konulara ait ortalama değerlerin t testi sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. Yapılan test sonucunda en yüksek ortalama ilk koçan yüksekliği T3FS125 konusunda 101.16 cm olarak elde edilirken, bunu 98.16 cm ile T3TS100 konusu izlemektedir. En düşük ortalama ilk koçan yüksekliği ise T9TS100 konusunda 71.66 cm olarak saptanmıştır. Bengisu (1994), yaptığı çalışmada ilk koçan yüksekliğini 93.33 cm ile 120.83 cm arasında bulunduğunu bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Öner ve ark., (2011), yaptıkları çalışmada ilk koçan yüksekliğini 92 cm ile 135 cm arasında olduğunu Aydoğan (2010), yaptıkları çalışmada ilk koçan yüksekliğini 106.8 cm ile 123.6 cm arasında olduğunu bildirmişlerdir ve elde ettiğimiz sonuçlardan yüksektir. Bu farklılığın sebebi olarak bölge, iklim ve çeşit farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Koçan Ağırlığı

Yapılan gözlemler neticesinde ortalama bitki koçan ağırlıkları 342.28 gr ile 594.71 gr arasında değişiklik göstermektedir. Konular arasındaki fark istatistiksel olarak

%5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Konulara ait ortalama değerlerin t testi sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. Yapılan test sonucunda en yüksek ortalama koçan ağırlığı T6KS75 konusunda 594.71 gr olarak elde edilirken, bunu 509.78 gr ile T6TS100 konusu izlemektedir. En düşük ortalama koçan ağırlığı ise T9KS75 konusunda 342.28 gr olarak saptanmıştır. Olgun (2011), Konya ekolojik koşullarında yaptığı çalışmada koçan ağırlığını 359.1 gr ile 590.7 gr arasında olduğunu bildirmişlerdir ve elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Ergül (2008), Konya ekolojik koşullarında yaptıkları çalışmada koçan ağırlığını 282.33 gr ile 453.66 gr arasında olduğunu, Bengisu (1994), Harran ovası ekolojik koşullarında yaptıkları çalışmada koçan ağırlığını 207.67 gr ile 354.33 gr arasında olduğunu bildirmişlerdir ve elde ettiğimiz sonuçlardan düşüktür. Bu farklılığın sebebi olarak bölge, iklim, çeşit, sulama uygulamaları ve toprak koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Balıkesir ili Manyas ilçesi koşullarında II. ürün silajlık mısır üretiminde dinamik sulama programı uygulanması durumunda ve yeşil ot verimi dikkate alındığında, 6 günde bir yığışimli ETC değerinin %75'inin sulama suyu miktarı olarak verilmesi doğru bir uygulama olacaktır. Ayrıca, dinamik sulama programı için ETO hesaplamasında FAO Penman Monteith yönteminin kullanılması ve yöre için mısır ilişkin önerilen Kc katsayıları ile düzeltilmesi de gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz E (1995) Yem Bitkileri, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Bursa.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D., Smith M (1998) Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56, FAO, Rome.
- Anonim 2019. <http://www.may.com.tr/urun/hido>
- Arıtürk ME (2008) İkinci Ürün Silajlık Mısırdaki Sulama Zamanının Planlanması ve Su-Verim-Kalite İlişkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ...
- Aydoğan V (2010) Ordu İlinde yetiştirilen Bazı Yerel ve Melez Mısır Çeşitlerinin Silaj Kalitelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Balmuk Y (2012) Konya Yunak Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Silajlık Mısır (Zea mays L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Bengisu AG (1994) Harran Ovası Sulu Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Mısırdaki Verim ve Tarımsal Karakterler Arası İlişkilerin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

- Bozkurt Y (2005) Çukurova Koşullarında Damla Sulama Yöntemi İle Sulanan II. Ürün Mısır Bitkisinde Optimum Lateral Aralığının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ergül Y (2008) Silajlık Mısır Çeşitlerinin Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Gençel B (2002) GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) Bölgesinde İkinci Ürün Mısır Bitkisinin Damla Yöntemiyle Sulanması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Gençoğlan C (1996) Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri, Kök Dağılımı ile Bitki Su Stresi İndeksinin belirlenmesi ve Ceres-Maize Bitki Büyüme Modelinin Yöreye Uyumluluğunun İrdelenmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Güçük T, Baytekin H (1999) Bozova Sulu Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Silaj Mısır, Silaj Sorgum ve Sorgum-Sudan Otu Melez Çeşitlerinde Hasat Zamanının Verim Ve Bazı Silaj Özelliklerine Etkisi. GAP I. Tarım Kongresi, 26-28 Mayıs 1999, s: 683-690 Şanlıurfa.
- Güneş A (2004) Karaman Ekolojik Koşullarında Silajlık Hibrit Mısır Çeşitleri ve Sorgum-Sudan Otu Melezlerinin İkinci Ürün Olarak Yetiştirme İmkânlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Gürel F (2007) Kastamonu Ekolojik Şartlarına Uygun Silajlık Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Howell TA, Cuenca RH, Solomon KH, (1990) Crop Yield Response Management of Farm Irrigation Systems. Trans. ASAE Monograph Chap S. USA.
- İptaş S., Avcıoğlu R., 1997. Mısır, sorgum, sudanotu ve sorgum sudanotu melezi bitkilerinde farklı hasat devrelerinin silo yemi niteliğine etkileri, Türkiye Birinci Silaj Kongresi Bildiri Kitabı, Hasad Yayıncılık, 42-51.
- Kabakçı S (2014). Iğdır Ekolojik Şartlarına Uygun Silajlık Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Iğdır.
- Kanber R, Yazar A, Köksal H, Oğuzer V (1992) Evapotranspiration of Grapefruit in The Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Scientia horticulturae*, 52(1-2), 53-62.
- Keskin S (2001) Silajlık olarak yetiştirilen mısır çeşitlerinde bitki sıklığının verim ve bazı komponentlere etkisi. Yüksek Lisans Tezi Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kırtok Y (1998) Mısır Üretimi ve Kullanımı. Kocaplık Basım ve Yayınevi, İstanbul,
- Kuşaksız T (2011) Manisa Ekolojik Koşullarında Ana Ürün Silajlık Olarak Uygun Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi s:529-532, Bursa.
- Moralı E (2011) Tekirdağ İlinde Yetiştirilen Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinde Gelişme Sürecinin Belirlenmesi ve Verimliliklerinin Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Olgun F (2011) Silajlık Melez Mısır Çeşitlerinin Farklı Hasat Zamanının Verimi, Verim Unsurları ve Kalite Üzerine Etkisi. Doktora Tezi Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Orak A, İptaş S (1999) Silo Yem Bitkileri ve Silaj, Çayır Mera Amenajmanı ve Islahı, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara 49-69.
- Öner F, Aydın İ, Sezer İ, Gülümser A, Özata E, Algan D (2011) Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi, s:465-468, Bursa.
- Sade B, Akbudak MA, Acar R, Arat E (2002) Konya Ekolojik Şartlarında Silajlık Olarak Uygun Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Hayvancılık Araştırma Dergisi* 12 (1): 17-22. Konya.
- Sağlamtimur T, Tansı V, Baytekin H (1998) Yem Bitkileri Yetiştirme, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Adana, No, 77.
- Tanner OB, Sinclair TR (1983) Efficient Water Use in Crop Production; Research Limitation to Efficient Water Use in Crop Production. Ed. By HM.
- Torun M, (1999). Samsun Şartlarında Silaj İçin Uygun Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 19-30.
- Yasak S, Çınar A, Tugay ME (2003) Mısırdaki (*Zea mays* L.) Ekim Zamanının Tohum Tutma ve Diğer Bazı Özellikler Üzerine Etkileri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, Diyarbakır, 352-357.
- Yolcu H, Tan M (2008) Ülkemizde Yem Bitkileri Tarımına Genel Bir Bakış. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(3):303-312.

Sanayi Tipi Domates Bitkisinde Su-Verim İlişkileri Üzerine Bir Araştırma

Umut SUZAN^{*1} , Mehmet Ali UL¹ , Hatice GÜRGÜLÜ¹ , İbrahim DUMAN² ¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bornova, İzmir² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir

Öz: Dünyada ve ülkemizde tatlı su kaynakları gün geçtikçe azalmaktadır. Sorunun çözümüne yönelik özellikle tarımsal üretimde suyu daha etkin kullanabilmek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemiz açısından önemli bir üretim alanına sahip olan sanayi domatesinde yapılan bu çalışma da bunlardan biridir. İzmir-Bornova koşullarında 2017 yılı yaz döneminde yürütülen çalışmada su-verim ilişkilerinin yanı sıra; bazı meyve kalite özellikleri, su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım randımanı değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sulama suyu miktarının belirlenmesinde A-sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmış ve I₁₂₅, I₁₀₀, I₇₅ ve I₅₀ (%125, %100, %75 ve %50) sulama konuları uygulanmıştır. Verim miktarı sırasıyla %125, %100, %75 ve %50 sulama konuları için 1939.94 kg/da, 1650.16 kg/da, 1528.80 kg/da ve 1409.10 kg/da olarak saptanmıştır. Buna karşılık kalite değerlerinde en yüksek değerler %50 sulama konusunda tespit edilmiştir. Bu konuda, titre edilebilir asitlik, suda çözünebilir kuru madde miktarı, meyve kuru ağırlığı ve meyve sertliği değerleri sırasıyla 3.52 mval/100, %6.20, 8.07 gr ve 4.15 N olarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, verim x kalite (briks) x randıman değeri ile çiftçiye ekonomik olarak daha çok gelir getireceği görüşünden hareketle, ele alınan sulama uygulamalarından I₇₅ ve I₅₀ konusunun çiftçiler için daha avantajlı olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: A-sınıfı buharlaşma kabı, sulama, meyve kalitesi**A Research On The Water-Yield Relationship In Processing Tomato Plants**

Abstract: The freshwater resources in the world including Turkey are decreasing day by day. In order to solve this problem, especially in agricultural production, various studies are being carried out to use the water more effectively. This study is conducted on processing tomato which has a significant production area in our country. It was carried out during the summer season in 2017 under the region conditions of İzmir-Bornova. The aim of the study is to determinate the water-yield relations, some fruit quality characteristics, water use efficiency and irrigation water use efficiency. Pan evaporation method was used to determine the amount of irrigation water. Irrigation treatments were applied as I₁₂₅, I₁₀₀, I₇₅ and I₅₀ (125%, 100%, 75% and 50%, respectively). Yields were determined as 1939.94 kg/da, 1650.16 kg/da, 1528.80 kg/da and 1409.10 kg/da for 125%, 100%, 75% and 50% irrigation treatments, respectively. On the other hand, the highest values in quality were determined in 50% irrigation treatment. These quality values are titratable acidity, water soluble dry matter content, fruit dry weight and fruit hardness values as 3.52 mval/100, 6.20%, 8.07 g, 4.15 N, respectively. According to these results, it is thought that I₇₅ and I₅₀ irrigation of treatments have more advantageous, because this treatment with the high yield x quality (briks) x efficiency value will have more income in tomato production for the farmers.

Keywords: Class-A pan, irrigation, fruit quality**GİRİŞ**

Türkiye’de yıllık kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1,450 m³tür ve bu değer nüfus artışıyla birlikte daha da düşeceği öngörülmektedir. Ayrıca 1,450 m³ değeri baz alındığında, Türkiye su azlığı yaşayan ülke konumundadır (DSİ, 2017). Bu durum su kaynaklarımızın verimli ve etkin bir şekilde kullanım zorunluluğunu ortaya koymaktadır.

Açık alanda yapılan üretim koşullarında bitkinin iklim isteklerinin tam olarak sağlanabilmesi için yaz döneminde yetiştirilmesi gerekir. Ülkemizde yaz aylarının çoğunlukla kurak geçmesi ve su kaynaklarının istenilen düzeyde olmaması, sulamanın bilinçli olarak gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Balçın, 1994). Sanayi domatesinde karık ve damla sulama yöntemleri ile 4 farklı su düzeyinde su-verim ilişkilerinin incelendiği araştırmada; sulamalar deneme alanına kurulmuş olan buharlaşma kabında meydana gelen birikimli buharlaşma miktarı ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Karık sulama için 60 mm, damla sulama için 30 mm olduğunda dört farklı pan katsayısı (kp) (0.35,

0.70, 1.05, 1.4) ile çarpımından elde edilen sulama suyu miktarlarına göre sulamalar yapılmıştır. Konulara bağlı olarak 181.63-726.53 mm arasında değişen miktarlarda sulama suyu verilmiştir. Ortalama en yüksek verim damla sulama ile sulanmış olan ve en yüksek su miktarı uygulanan 1.4 konusunda 3538.4 kg/da olarak belirlenmiştir. Ortalama su kullanım randımanı değerleri damla sulama için 5.73, karık sulama için 6.125 kg/da/mm olarak tespit edilmiştir.

***Sorumlu Yazar:** umutsuzan@gmail.com Bu çalışma yüksek lisans tez ürünüdür ve Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2017-ZRF-021). Çalışmanın özeti 6. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresinde (12-14 Kasım 2019) bildiri kitabına basılmıştır.

Geliş Tarihi: 12 Ekim 2020**Kabul Tarihi:** 24 Mayıs 2021

Ortalama verim tepki faktörü (ky) damla için 0.386, karık için 0.119 olarak elde edilmiştir. Mevsimlik ortalama bitki su tüketim değerleri ise 387.37-851.78 mm arasında değişmiştir (Gürbüz, 2001). Gerek dünyada gerekse de ülkemizde tatlı su kaynaklarından yaşanan sorunlar nedeniyle tarımsal alanda kullanılan sudan daha etkin yararlanılabilmesi ve verilen su miktarlarına bağlı olarak değişen kalite parametrelerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmalarda kullanılan yöntemlerden biri de A sınıfı buharlaşma kapları ile bitki su tüketimini ve buna bağlı olarak sulama suyu miktarlarının tahmin edilmesidir. Bu çalışma ile dünyada ve Türkiye’de büyük bir üretim potansiyeline sahip olan domates bitkisinin A sınıfı buharlaşma kabı kullanılarak uygulanan farklı sulama suyu düzeylerinde verim ve kalite parametrelerinde meydana gelen değişimler belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, 2017 yılı ilkbahar-yaz döneminde Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’ne ait arazide yürütülmüştür. Deneme alanının eni 14 m, boyu 24.8 m, alanı ise yaklaşık 350 m² olacak şekilde düzenlenmiştir. Deneme alanı 38° 27' kuzey enlemi, 27° 13' doğu boylamında ve denizden 28 m yükseklikte bulunmaktadır. Denemenin yürütüldüğü arazideki toprakların sulama yönünden önemli fiziksel özelliklerini belirlenmesi için 2017 yılında 90 cm’ye kadar toprak profili açılarak farklı katmanlardan (0-30, 30-60, 60-90 cm) 3 tekerrürlü bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Yapılan analizler sonucunda toprak özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Deneme alanında 2017 yılına ilişkin sıcaklık ortalamaları, uzun yıllar (1938-2017) sıcaklık ortalamalarının üzerinde seyretmiştir. 2017 yılında, bitki gelişim dönemi içerisinde oransal nem genelde mevsim normallerinin altındadır. Deneme yılına ilişkin rüzgar hızları incelendiğinde, mevsim normalleriyle paralellik göstermiştir. Yağış değerlerinde ise uzun yıllar ortalamalarının altında yağış olduğu gözlemlenmiştir.

Araştırma, tesadüf blokları deneme deseninde üç tekrarlı olarak yürütülmüş ve deneme konuları rastgele dağıtılmıştır. Her bir blokta 4 parsel yer almaktadır. Bir deneme parseli 5.60 x 2.5 m boyutlarındadır.

Çizelge 1. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	Kil (%)	Mil (%)	Kum (%)	Bünye	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Tarla Kap. (%) Pw	Solma Nok. (%) Pw
0-30	29.40	19.99	50.61	SCL	1.63	22.88	15.3
30-60	26.79	15.69	57.52	SCL	1.74	21.1	13.94
60-90	25.79	14.69	59.52	SCL	1.47	21.13	13.67

Bir parselin alanı 14 m²’dir. Parsel sayısı 12’dir. Her bir parselde 4 adet bitki sırası ve her bir sırada 10 bitki yer almaktadır. Sıra üzeri 0.25 m sıra arası 1.40 m olacak şekilde fide dikimi yapılmıştır. Sulanan alan ise 168 m²’dir.

Deneme alanının yakınındaki havuzdan alınan su toprak altına döşenmiş olan borularla deneme alanına getirilmiştir. Sistemdeki vana üzerinden 32 mm çapında polietilen borularla alınan su parsellere ulaştırılarak, priz kolye aracılığıyla 16 mm çaplı kendinden damlatıcılı lateral boru hatlarına verilmiştir. Lateral boru hatları üzerinde bulunan damlatıcılar 0.25 m aralıklı ve 4 L/sa kapasiteli olarak seçilmiştir.

Sulama suyunun kalitesi pH (7.17 ± 0.18), EC (0.84 ± 0.09 dS m⁻¹), Cl (1.62 ± 0.16 meq L⁻¹), sodyum adsorbsiyon oranı (0.82 ± 0.23) ve kalıcı sodyum karbonat (-1.55 ± 1.15 meq L⁻¹) cinsinden tanımlanmaktadır. Değerler, toprak sağlığını olumsuz etkilemeden bitkiler için sulama suyunun güvenli kullanımı için izin verilen sınırların altındadır (Ayers ve Westcot, 1994).

Denemede açık su yüzeyinden meydana gelen birikimli buharlaşma miktarının 0.50, 0.75, 1.00 ve 1.25 (k_{cp}) katsayıları ile çarpımlarından elde edilen 4 su düzeyi araştırılmıştır. Buna göre deneme konuları;

I₅₀: I₁₀₀ konusuna uygulanan suyun %50’si kadar sulama suyu uygulanan konu,

I₇₅: I₁₀₀ konusuna uygulanan suyun %75’i kadar sulama suyu uygulanan konu,

I₁₀₀: bitki su ihtiyacının, A sınıfı buharlaşma kabındaki buharlaşmaya göre tam olarak karşılandığı konu,

I₁₂₅: I₁₀₀ konusuna uygulanan suyun %125’i kadar sulama suyu uygulanan konu olacak şekilde düzenlenmiştir.

Denemenin başında topraktaki nem tarla kapasitesine gelecek kadar sulama suyu başlangıç sulaması olarak uygulanmış ve sonrasında fide kök sistemi gelişinceye kadar (5 hafta) tüm konulara eşit miktarda sulama suyu uygulanmıştır. Bitkilerin kök sistemi geliştikten sonra sulama konularına geçilmiştir. Sulama konularına verilecek su, deneme alanına kurulan A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen yığılımlı (birikimli) açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinin farklı oranları (%125, %100, %75 ve %50) şeklinde hesaplanarak uygulanmıştır.

Sulama suyu miktarının hesabı ise aşağıdaki gibidir (Kanber, 1984; Ertek ve ark., 2006; Özbek, 2012).

$$I=A \times E_{pan} \times K_{cp}$$

I: Parsele verilen sulama suyu miktarı (litre), **A:** Parsel alanı (m²), **E_{pan}:** Sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabında oluşan yığılımlı (birikimli) buharlaşma miktarı (mm), **K_{cp}:** Bitki-Kap kat sayısı (pan kat sayısı).

Söz konusu eşitliğe göre hesaplanan sulama suyu miktarları sistemde bulunan su sayacı ile denetlenerek uygulanmıştır. Burada buharlaşma ölçülürken dijital kumpastan yararlanılmış ve ölçümler üç günde bir yapılmıştır.

Bitki su tüketimi (evapotranspirasyon), bitkinin yapraklarından ve topraktan gerçekleşen buharlaşma miktarının toplamıdır. Evapotranspirasyon direkt olarak toprağa giren ve çıkan suyun takip edilmesiyle tespit edilebilmektedir. Hesaplamlarda su bütçesi eşitliği kullanılmıştır. Bu eşitlik kütlenin korunumu prensibine dayanır. Belli bir zaman içerisinde toprak içerisinde giren su ile çıkan su miktarı arasındaki fark, bu toprağın hacmindeki su miktarında meydana gelen değişime eşittir. Evapotranspirasyon (ET) aşağıda verilen su bütçesi eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır (Heerman, 1985).

$$ET= R+I-D\pm \Delta W$$

ET: Bitki su tüketimi (mm), **R:** Etkili yağış miktarı (mm), **I:** Sulama suyu miktarı (mm), **D:** Drenaj (mm), **ΔW :** Toprak su depolanmasındaki değişim (mm).

Su kullanım randımanları (WUE) sulama programlarının değerlendirilmesinde ve sulama yöntemlerinin karşılaştırılmasında kullanılan bir ölçüttür (Tanner ve Sinclair, 1983). Su kullanım randımanlarının belirlenmesinde, Howell ve ark. (1990) tarafından ortaya konulan eşitlik kullanılmıştır.

$$WUE = \frac{E_y}{ET}$$

WUE: Su kullanım randımanı (kg/da/mm), **E_y:** Ekonomik verim (kg/da), **ET:** Bitki su tüketimi (mm).

Bununla birlikte sulama suyu kullanım etkinliğinin (IWUE) belirlenmesinde ise aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır (Kanber ve ark., 1992).

$$IWUE = \frac{E_y}{I}$$

IWUE: Sulama suyu kullanım etkinliği (kg/da/mm), **E_y:** Ekonomik verim (kg/da), **I:** Sulama suyu miktarı (mm).

Çalışmada elde edilen tüm veriler IBM SPSS Statistical Package for Social Sciences Statistic 22 paket programında Duncan testi ile değerlendirilmiştir. Verilerin sayısal olarak dağılımlarının belirlenmesinde frekans analizi kullanılır. Analizler sonucunda ulaşılan verilere ilişkin standart sapma, mod, medyan, ortalama gibi değerlerin hesaplanmasında tanımlayıcı istatistikler kullanılır. Tanımlayıcı istatistikler ile

frekans analizi temel analizler olup kolaylıkla yapılabilmektedir (Suzan, 2018).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki köklerinin gelişip toprağa iyi bir şekilde tutunabilmesi için 03.07.2017 tarihine kadar tüm konulara eşit miktarda su uygulaması (2334.2 litre) yapılmıştır. Bu tarihten itibaren konularda programlı sulama uygulamasına geçilmiş, konulara göre gerçekleştirilen sulamalar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Sulama kısıtı sonrası konulara uygulanan haftalık toplam sulama suyu miktarları(litre)

Tarih	Hafta	Konular			
		I ₁₂₅	I ₁₀₀	I ₇₅	I ₅₀
06-12 Temmuz 2017	1	1728.9	1383.1	1037.3	691.5
13-19 Temmuz 2017	2	3034.5	2427.6	1820.7	1213.8
20-26 Temmuz 2017	3	2446.0	1956.8	1467.6	978.4
27 Temmuz -02 Ağustos 2017	4	4558.6	3646.9	2735.2	1823.5
03-09 Ağustos 2017	5	2712.2	2169.8	1627.3	1084.9
10-16 Ağustos 2017	6	3080.7	2464.6	1848.4	1232.3
17-20 Ağustos 2017	7	3019.3	2415.4	1811.6	1207.7
Toplam Sulama Suyu		20580.0	16329.1	12078.3	7827.4

Çizelge 2'den de görülebileceği gibi, mevsimlik toplam sulama suyu miktarları I₁₂₅ uygulaması için 20580.2 litre, I₁₀₀ uygulaması için 16329.1 litre, I₇₅ uygulaması için 12078.3 litre ve I₅₀ uygulaması için 7827.4 litre olarak hesaplanmıştır. Konulara en çok sulama suyunun verildiği hafta dördüncü haftadır. Bu durum söz konusu dönemde artan sıcaklığa bağlı olarak buharlaşma miktarının artmasından kaynaklanmıştır. En çok sulama suyu uygulanan konu I₁₂₅ konusudur. Bunu sırasıyla I₁₀₀, I₇₅ ve I₅₀ konuları takip etmiştir. Ayrıca ilk haftalarda uygulanan sulama miktarı daha az iken, son haftalarda sıcaklık artışına bağlı olarak uygulanan sulama suyu miktarları da artmıştır. Toplam sulama suyu miktarı (litre/bitki), toplam sulama suyu miktarı (mm) ve mevsimlik bitki su tüketim (mm) değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Söz konusu çizelgeye göre, bitki başına toplam sulama suyu miktarları I₁₂₅, I₁₀₀, I₇₅ ve I₅₀ konuları için sırasıyla; 191.0 litre/bitki, 155.5 litre/bitki, 120.1 litre/bitki ve 84.7 litre/bitki olarak gerçekleşmiştir. Deneme konularına ilişkin toplam sulama suyu miktarı ise I₁₂₅, I₁₀₀, I₇₅ ve I₅₀ konuları için sırasıyla 545.58 mm, 444.36 mm, 343.15 mm ve 241.94 mm olarak belirlenmiştir. Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 585.25 ile 305.66 mm arasında değişiklik göstermiştir. En düşük mevsimlik bitki su tüketimi değeri 305.66 mm ile I₅₀ uygulamasından, en yüksek mevsimlik bitki su tüketim değeri ise 585.25 mm ile I₁₂₅ uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 3. Uygulanan toplam sulama suyu miktarları (litre/bitki); (mm) ve mevsimlik bitki su tüketimi (mm)

Konular	Toplam Sulama Suyu Miktarı (litre/bitki)	Toplam Sulama Suyu Miktarı (mm)	Mevsimlik Bitki Su Tüketimi (mm)
I ₁₂₅	191.0	545.58	582.25
I ₁₀₀	155.5	444.36	545.37
I ₇₅	120.1	343.15	358.59
I ₅₀	84.7	241.94	305.66

Domates bitkisi ile yapılan su kısıtı çalışmalarında araştırmacılar farklı miktarlarda su uygulamıştır. Gürbüz (2001) Büyük Menderes Ovası'nda yaptığı çalışmada, 0.35, 0.70, 1.05 ve 1.40 pan katsayılarını kullanmıştır. Çalışmada uygulanan sulama suyu miktarı 181.63 ile 726.53 mm arasında değişiklik göstermiştir. Bahar (2008)'in Samsun koşullarında gerçekleştirdiği diğer bir çalışmada ise 0.00, 0.25, 0.50, 0.75 ve 1.00 pan kat sayıları kullanılmış, uygulanan sulama suyu miktarları ise 79.30 ile 479.93 mm arasında değişmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar söz konusu araştırmaların sonuçları ile paralellik göstermiştir.

Mevsimlik bitki su tüketim değerleri ise Gürbüz (2001)'ün çalışmasında 355.37 ile 851.78 mm arasında değişiklik göstermiştir. Sulama suyu miktarlarına bağlı olarak bu çalışma söz konusu olan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Bahar (2008)'in çalışmasında mevsimlik bitki su tüketimi değerlerinin 205.32 ile 506.2 mm arasında olduğu belirtilmiştir. Çalışmada elde edilen sulama suyu miktarları, söz konusu verilerle benzerlik göstermektedir. Deneme konularına göre bitki başına elde edilen verim ile dekara elde edilen verim değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. I₁₂₅ konusunda bitki başına en yüksek verim 0.78 kg/bitki elde edilmiştir. En yüksek dekar verim değeri I₁₂₅ konusunda 1939.94 kg/da olarak bulunmuş ve istatistiksel olarak birinci grupta yer almıştır. I₁₀₀ konusunun bitki başına verim değeri 0.65 kg/bitki olarak elde edilirken, dekar verimi ise 1650.16 kg/da olarak gerçekleşmiş ve ikinci grubu oluşturmuştur. I₇₅ konusunda ise bitki başına verim 0.55 kg/bitki olarak tespit edilirken, dekar verim değeri 1528.80 kg/da olarak saptanmış ve üçüncü grupta yer almıştır. Su kısıtının en etkin olduğu I₅₀ konusunda 0.49 kg/bitki ile 1409.10 kg/da en düşük verim değerleri elde edilmiş ve son grupta olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. Konulara göre verim değerleri

Konular	Verim (kg / bitki)	Verim (kg / da)
I ₁₂₅	0.78 a**	1939.94 a**
I ₁₀₀	0.65 b	1650.16 b
I ₇₅	0.55 c	1528.80 c
I ₅₀	0.49 d	1409.10 d
Ortalama	0.62 **	1632 **

** : P < 0.01'e göre önemli

Verim miktarları Tüzün (2006), Taşan (2006), Gürbüz (2001) ve He ve Lı (2014) çalışmalarının değerleri ile benzerlik göstermiştir. Sonuç olarak, sulama suyu miktarı düştükçe verim miktarlarında da bir düşüş gözlemlenmiştir.

Söz konusu çalışmanın verim miktarlarının genel olarak düşük çıkma sebebi ise domates fidelerinin dikim zamanıyla ilgilidir. Bölge koşullarında dikim zamanı nisan ayı içerisindeydi. Aslında ilk domates fideleri bölge koşullarına uygun olarak nisan ayında dikilmiştir ama bakteriyel kanser (*Clavibacter michiganensis*) sebebiyle fideler dikimden bir ay sonra sökülme zorunda kalmıştır. Fidler mayıs ayında tekrar dikildiğinde ise yaz sıcaklıkları bastırılmış, bitkiler istenilen şekilde gelişmemiş ve söz konusu olan durum da verimi düşürmüştür.

Titre edilebilir asit miktarları (mval/100 ml), suda çözünabilir kuru madde miktarı (%), meyve kuru ağırlık (gr) ve meyve sertliği değeri (N) Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge 5'e göre titre edilebilir asit miktarları su kısıtı uygulanan konular arasında P<0.05 hata ile önemli bulunmuştur. En yüksek titre edilebilir asit değerinin 3.52 mval / 100 ml olarak I₅₀ uygulamasında, en düşük değer ise 2.94 mval / 100 ml ile I₁₂₅ sulama uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Meyvelerin hasat ve olgunluk zamanının belirlenmesinde önemli bir kalite parametresi olan suda çözünabilir kuru madde miktarında P<0.01 hata ile önemli bir farklılık olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre I₅₀ konusu 6.20 değeri ile en yüksek sonucu vermiş ve birinci grupta yer almıştır. I₇₅ sulama uygulaması 5.43 değeri ile ikinci grupta, I₁₀₀ sulama uygulaması ise 5.17 değeri ile üçüncü grupta çıkmıştır. En düşük sonucu veren I₁₂₅ uygulaması ise 4.97 değeri ile dördüncü gruptadır. Bu sonuçlara göre, uygulanan sulama suyu miktarı artışının suda çözünabilir kuru madde miktarı değerlerinde düşüşe neden olacağı ifade edilebilir. Meyve kuru ağırlık değerlerinde %99 güvenle önemli bir farklılık olduğu saptanmıştır. Buna göre en fazla su kısıtı uygulanan I₅₀ konusunda 8.07 gr ile diğer sulama konuları arasında en yüksek değeri elde edilmiş ve birinci grupta yer almıştır. I₅₀ konusuna göre daha az kısıt uygulanan I₇₅ konusunun 7.50 gr ile ikinci grupta yer aldığı tespit edilmiş ve I₁₀₀ konusu da 7.30 gr ile istatistiksel olarak üçüncü grupta yer almıştır. Son olarak en düşük değeri veren I₁₂₅ konusunun ise 6.71 gr ile dördüncü grupta olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre; yine suda çözünabilir kuru madde miktarındaki gibi uygulanan sulama suyu miktarı artışının meyvedeki kuru ağırlık (gr) değerlerinde düşüşe neden olacağı şeklinde yorumlanabilir. Meyvelerin sertlik değerlerinde ise I₅₀ sulama uygulaması 4.15 N değeri ile en yüksek meyve sertliğini vermiş olup birinci grupta yer almıştır. I₇₅, I₁₀₀, I₁₂₅ konuları ise ikinci grupta yer almıştır. Bu konuların değerleri sırasıyla 3.55, 3.42 ve 3.27 N olarak saptanmıştır. Tüzün (2006)'ün yaptığı çalışmada sulama suyu miktarı azalırken titre edilebilir asitlik değerinin arttığı bilgileri bu çalışmanın

verileri ile örtüşmektedir. Sanayi domatesinde sulama miktarı artıkça yüksek verim ve düşük SÇKM elde edilirken, sulama miktarı düştükçe düşük verim ve yüksek SÇKM değerleri elde edilir (Baselga ve ark., 1993; Hanson ve May; 2004; Bahar, 2008).

Çizelge 5. Konulara göre titre edilebilir asit (TA), suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM), meyve kuru ağırlık (MKA) ve meyvelerin sertlik değerleri (MS)

Konular	TA (mval/100 ml)	SÇKM (%)	MKA (gr)	MS (N)
I ₁₂₅	2.94 b	4.97 c	6.71 c	3.27 b
I ₁₀₀	2.98 b	5.17 bc	7.30 b	3.42 b
I ₇₅	3.21 ab	5.43 b	7.50 ab	3.55 b
I ₅₀	3.52 a*	6.20 a**	8.07 a**	4.15 a**
Ortalama	3.16 *	5.44 **	7.39 **	3.60 **

*, P< 0.05; **, P< 0.01'e göre önemli

Tüzün (2006)'ün yaptığı çalışmada sulama suyu miktarı azalırken titre edilebilir asitlik değerinin arttığı bilgileri bu çalışmanın verileri ile örtüşmektedir. Sanayi domatesinde sulama miktarı artıkça yüksek verim ve düşük SÇKM elde edilirken, sulama miktarı düştükçe düşük verim ve yüksek SÇKM değerleri elde edilir (Baselga ve ark., 1993; Hanson ve May; 2004; Bahar, 2008). Sulama uygulamalarına bağlı olarak kuru meyve ağırlıklarının Lovelli ve ark. (2007) ile aynı doğrultuda istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Meyve sertlik analizlerinde alınan sonuçlar ise Bahar (2008) sonuçları ile paralellik göstermiştir.

Araştırmada elde edilen su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım randımanı Çizelge 6'da verilmiştir. Söz konusu çizelgede en yüksek su kullanım randımanı değeri I₅₀ uygulamasından elde edilmiştir. Aynı zamanda I₅₀ ve I₇₅ konusu birbirine çok yakın sonuç vermiştir. En yüksek sulama suyu kullanım randımanı ise I₅₀ konusundan elde edilmiştir.

Çizelge 6. Su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım randımanı

Konular	Su Kullanım Randımanı (WUE) (kg/da/mm)	Sulama Suyu Kullanım Randımanı (IWUE) (kg/da/mm)
I ₁₂₅	9.94	10.67
I ₁₀₀	8.41	10.32
I ₇₅	13.48	14.08
I ₅₀	13.82	17.46

Tüzün (2006)'ün yaptığı çalışmada WUE değerleri 14.61 ile 10.48 kg/da/mm arasında değişirken, IWUE değerleri ise 16.03 ile 9.66 kg/da/mm arasında değişiklik göstermiştir. Elde edilen bu veriler deneme sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca söz konusu çalışmadaki sonuçlar Giuliani ve ark. (2016) ve Lovelli ve ark. (2017)'nin yürüttükleri çalışmaların sonuçları ile örtüşmektedir.

SONUÇ

Damla sulama yöntemiyle sulanan sanayi tipi domates bitkisinde su verim ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen araştırmada, bitki su ihtiyacının tam olarak karşılandığı (I₁₀₀) durumda bitkiye uygulanan toplam sulama suyu miktarı 444.36 mm, mevsimlik bitki su tüketimi ise 545.37 mm olarak belirlenmiştir. Bu koşullarda bitkinin verim değeri 1650.16 kg/da olarak belirlenmiştir. I₁₂₅ konusunda bitkiye uygulanan toplam sulama suyu miktarı 545.58 mm, mevsimlik su tüketim değeri 582.25 mm, verim değeri ise 1939.94 kg/da olarak hesaplanmıştır. I₇₅ konusunda bitkiye uygulanan toplam sulama suyu miktarı 343.15 mm olarak belirlenmiş, bitkinin su tüketimi 358.59 mm olmuştur. I₇₅ konusunun verim değeri de 1528.80 kg/da olarak belirlenmiştir. Son olarak I₅₀ konusunda toplam sulama suyu miktarı 241.94 mm, bitki su tüketim değeri ise 305.66 mm olarak elde edilmiştir. En az su uygulanan I₅₀ konusunun verim değeri 1409.10 kg/da olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre uygulanan sulama suyu miktarı artıkça verimin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Kalite özelliklerinin tespit edilmesinde kullanılan titre edilebilir asit, suda çözünebilir kuru madde miktarı, meyve kuru ağırlığı ve meyve sertliği toplam sulama suyu miktarının azalmasıyla istatistiksel olarak artış göstermiştir. En yüksek değerler I₅₀ konusunda sırasıyla 3.16 mval / 100 ml, %5.44, 7.39 gr ve 3.60 N olarak elde edilmiştir.

Su kaynaklarındaki kısıt koşullarının arttığı tarımsal üretimin yapıldığı yerlerde, yetiştiriciliği yapılacak bitki ile uygulanacak sulama suyu miktarının tespit edilmesinde önemli bir kriter olan WUE ve IWUE değerleri I₅₀ sulama suyu uygulamasında en yüksek çıkmıştır. WUE 13.82 kg/da/mm iken IWUE değeri 17.46 kg/da/mm olmuştur. Bu sonuçlar göstermektedir ki bölge koşullarında bitki su ihtiyacının %75'nin karşılanması halinde (I₇₅) bitki kalite parametreleri ile birlikte WUE ve IWUE değerleri de artmaktadır. Verim ise 1528.80 kg/da olarak çıkmakta ve I₁₀₀ ile I₁₂₅ konularından sonra istatistiksel olarak bu değerle üçüncü grupta yer almaktadır. Bu durum sonucunda I₇₅ konusu tavsiye edilebilir. Ayrıca I₅₀ konusunun da verim değerlerinin istatistiksel olarak en düşük miktarda çıkmasına rağmen kalite, WUE ve IWUE değerlerinde istatistiksel olarak en yüksek miktarda çıkması su kısıtı koşullarında bu su uygulamasının da kullanılabilirliğini göstermektedir. Bu değerlendirmelere göre yıllar bazında değişimle birlikte verim x kalite (briks) x randıman değeri ile çiftçiye ekonomik olarak daha çok gelir sağlayabileceğinden hareketle sulama uygulamalarında I₇₅ ve I₅₀ konuları çiftçiler için bir avantaj oluşturabilecektir. Bu durumda Bornova koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan sanayi domatesi yetiştiriciliğinde kısıt koşullarında en uygun sulama suyu miktarı bitki su ihtiyacının %75'inin (I₇₅) ve %50'sinin (I₅₀) uygulandığı sulama suyu miktarı olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışmanın, temiz su

kaynaklarının azaldığı ve sanayi domatesinde verimden çok kaliteye önem verildiği günümüz koşullarında üreticiye yol gösteren bir niteliğe sahip olduğu düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma kapsamında Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne verdikleri maddi destek için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Ayers RS, Westcot DW (1994) Water Quality for Agriculture, FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Bahar S (2008) Organik Tarım Koşullarında Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Domates Bitkisinin A Sınıfı Buharlaştırma Kaplarından Yararlanarak Sulama Programının Oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.

Balçın M (1994) Tokat Kazova'da Hıyar Su Tüketiminin Tarla Şartlarında Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Baselga YJJ, Prieto LMH, Rincón ARD (1993) Response of Processing Tomato to Three Different Levels of Water And Nitrogen Applications. Acta Horticulturae 335: 97-108.

DSİ (2017) Toprak ve Su Kaynakları. <http://dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> (Erişim Tarihi: 14/02/2018)

Ertek A, Şensoy S, Gedik İ, Küçükyumuk C (2006) Irrigation Scheduling Based on Pan Evaporation Values for Cucumber Grown Under Field Conditions. Agricultural Water Management 81: 159-172.

Gürbüz T (2001) Sanayi Domatesinde Farklı Sulama Yöntemleri ve Su Düzeylerinin Su-Verim İlişkilerini Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

Giuliani MM, Gatta G, Nardella E, Tarantino E (2016) Water Saving Strategies Assessment on Processing Tomato Cultivated in Mediterranean Region. Italian Journal of Agronomy 11(738) : 69 - 75.

Hanson B, May D (2004) Effect of Subsurface Drip Irrigation on Processing Tomato Yield, Water Table Depth, Soil

Salinity and Profitability. Agricultural Water Management 68: 1–17.

He H, Li J (2013) Irrigation Schedule of Greenhouse Tomato Using Pan Evaporation and Tensiometer and Effects on Yield and Soil Nitrate. Advanced Materials Research 1162(8985) : 864 - 867.

Heerman DF (1985) ET in Irrigation Management, in Proceedings of the National Conference on Advances in Evapotranspiration. ASAE Publication. America.

Howell TA, Cuenca RB, Solomon KH (1990) Crop Yield Response. Management of Farm Irrigation Systems. American Society of Association Executives. America.

Kanber R (1984) Çukurova Koşullarında Açık Su Yüzeyi Buharlaştırmasından Yararlanarak Birinci ve İkinci Ürün Yer Fıstığının Sulanması. Cilt 64. Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü Yayınları. Adana.

Kanber R, Yazar A, Köksal H, Oğuzer V (1992) Evapotranspiration of Grapefruit in The Eastern Mediterranean Region of Turkey. Science Horticultural 52: 53-62.

Lovelli S, Potenza G, Castronuovo D, Perniola M, Candido V (2017) Yield, Quality and Water Use Efficiency of Processing Tomatoes Produced Under Different Irrigation Regimes in Mediterranean Environment. Italian Journal of Agronomy 12(795) : 17 - 23.

Özbek Ö (2012) Farklı Kısıntılı Sulama Uygulamalarının Sera Koşullarında Yetiştirilen Patlıcanda Bitki Su Tüketimi, Verim ve Kalite Parametrelerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Suzan U (2018) Sanayi Tipi Domates Bitkisinde Su-Verim İlişkilerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

Tanner OB, Sinclair TR (1983) Efficient Water Use in Crop Production; Research Limitation to Efficient Water Use in Crop Production. SSSA, Madison. America.

Taşan M (2006) Samsun Koşullarında Domates Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Tüzün İ (2006) Domatesin Su-Üretim Fonksiyonları. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.

Zencefilin (*Zingiber officinale* Roscoe) Diazinon Toksisitesine Karşı Koruyucu Rolünün *Allium cepa* L. Meristem Hücrelerinde Araştırılması

Kültiğin ÇAVUŞOĞLU¹, Oksal MACAR^{*2}, Tuğçe KALEFETOĞLU MACAR², Emine YALÇIN¹

¹ Giresun University, Faculty of Science and Art, Department of Biology, 28049, Giresun-Turkey

² Giresun University, Şebinkarahisar School of Applied Sciences, Department of Food Technology, 28400, Giresun-Turkey

Öz: Yaygın olarak kullanılan bir pestisit olan diazinon hedef olmayan canlılar üzerinde toksik etkilere sahiptir. Bu çalışma, diazinonun meristem hücrelerinde teşvik ettiği toksisiteye karşı zencefilin koruyucu ve iyileştirici etkisini fizyolojik, genotoksik ve biyokimyasal parametrelerle araştırmayı hedeflemiştir. Ayrıca kök meristem hücrelerinde meydana gelen hasarlar incelenmiştir. Bu amaçla *A. cepa* soğanları 6 gruba ayırdı (kontrol, 240 mg/L zencefil, 480 mg/L zencefil, 500 mg/L diazinon, 500 mg/L diazinon + 240 mg/L zencefil ve 500 mg/L diazinon + 480 mg/L zencefil). Diazinon süperoksit dismutaz aktivitesi, katalaz aktivitesi, malondialdehit seviyesi, mikronükleus sıklığı, kromozomal anormallik yoğunluğu ve meristematik hücre hasarlarını arttırmış; ancak mitotik indeksi, çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, ağırlık artışı azaltmıştır. Zencefil, diazinon ile birlikte uygulandığında doza bağlı olarak tüm bu toksisite göstergelerini düşürmüştür. Bu çalışma, *A. cepa* modeli kullanılarak diazinonun hedef olmayan organizmalar üzerindeki toksik etkilerine karşı zencefilin koruyucu bir rolünü açıkça göstermiştir.

Anahtar kelimeler: antioksidant, fonksiyonel gıda, genotoksisite, mikronükleus

Investigation of the Protective Role of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Against Diazinone Toxicity in *Allium cepa* L. Meristem Cells

Abstract: Diazinon, a widely used pesticide, has toxic effects on non-target organisms. This study aimed to investigate the protective and healing effect of ginger against the toxicity promoted by diazinon in meristem cells with physiological, genotoxic and biochemical parameters. In addition, root meristem cell damages were examined. For this purpose, *A. cepa* bulbs were divided into 6 groups (control, 240 mg/L ginger, 480 mg/L ginger, 500 mg/L diazinone, 500 mg/L diazinone + 240 mg/L ginger and 500 mg/L diazinone + 480 mg/L ginger). Diazinon increased superoxide dismutase activity, catalase activity, malondialdehyde level, micronucleus frequency, chromosomal abnormality density and meristematic cell damage; but reduced the mitotic index, germination percentage, root length, weight gain. Ginger reduced all these toxicity indicators depending on the dose when administered with diazinon. This study clearly demonstrated the protective role of ginger against the toxic effects of diazinon on non-target organisms using the *A. cepa* model.

Keywords: antioxidant, functional food, genotoxicity, micronucleus

GİRİŞ

Günümüzde pestisitlerin tarımsal faaliyetlerde yaygın ve büyük ölçüde kullanılmasından (Saeidi ve ark., 2016) dolayı toprak, gıda ve yüzey-yeraltı su kaynaklarının pestisitlerle kirlenmesi, en önemli çevre sorunlarından biri haline gelmiştir (Dehghani ve ark., 2019). Organofosfatlı bileşikler asetilkolin esteraz enzimini inhibe ederler (Galloway ve Handy, 2003). Son yıllarda dünya çapında en çok kullanılan organofosfatlı insektisitlerden biri olan diazinon (O, O-dietil-O- [2-izopropil-6-metil-4-pirimidinil] fosforotioat) insanlar dahil hedef olmayan türlerde çeşitli olumsuz etkilere sebep olmaktadır (Shah ve Iqbal, 2010). Deri, sindirim ve solunum ile vücuda alınan diazinon geri dönüşümsüz kolinesteraz inhibisyonuna sebep olarak hayvan ölümüne yol açabilir (Davies ve Holub, 1980). Orta derecede kalıcı olan diazinonun kalıntıları pek çok tarımsal üründe bulunmakta ve özellikle sucul ve insan ortamlarında bulunan pek çok hedef olmayan canlıyı etkilemektedir (Hajirezaee ve ark., 2016). Sitotoksik, genotoksik ve mutajen özellikleri bilinen diazinon Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından, "orta

derecede tehlikeli" sınıf II bileşik olarak sınıflandırmıştır (Tabasideh ve ark., 2017).

Zencefil (*Zingiber officinale* Roscoe), uzun süredir baharat ve bitkisel ilaç olarak yaygın olarak tüketilmektedir (Han ve ark., 2013). Fenolik ve terpen bileşikler gibi birçok biyoaktif madde içeren zencefil kökü; baş ağrısı, soğuk algınlığı, mide bulantısı ve kusma gibi yaygın hastalıkları tedavi etmek için uzun yıllardır kullanılmaktadır. Başlıcaları zencefiloller, shogaoller ve paradoller (Stoner, 2013) olan pek çok fenolik bileşiğin; zencefile antioksidan, antiinflamatuvar, antimikrobiyal ve antikanser kabiliyetler kazandırdığı bilinmektedir (Mao ve ark., 2019).

Allium cepa L. (Soğan), büyük ve az sayıdaki kromozomları ve proliferasyonun hızı nedeniyle mutajenik kimyasalların varlığını göstermede etkili bir test organizmasıdır. Duyarlı olması ve memeli test sistemleri ile iyi korelasyon göstermesi *A. cepa*'nın rutin olarak kullanılmasının diğer

***Sorumlu Yazar:** oksal.macar@giresun.edu.tr

Geliş Tarihi: 22 Ekim 2020

Kabul Tarihi: 16 Şubat 2021

sebepleridir (Khanna ve Sharma, 2013). *A. cepa* pestisitler için hedef dışı bir organizma olmasının yanı sıra, çevresel toksisite çalışmaları için, Birleşmiş Milletler Uluslararası Kimyasal Güvenlik Programı (WHO,1985) ve Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı tarafından tanınan bir biyoindikatördür (USEPA, 1996). Genotoksik aktiviteye sahip kimyasalların DNA sentezi ve hücre döngüsü üzerindeki etkileri akış sitometrisi ve *A. cepa*'daki kromozomal aberasyon testi ile tespit edilebilir (Fioresi ve ark., 2020). *A. cepa* testi mitotik hücrelerdeki tüm kromozomal sapmaları kaydetmek için kullanılan basit ve güvenilir bir tahlildir. Test, hem sitotoksisiteyi hem de genotoksisiteyi ölçmek için kullanılabilir; kök büyüme hızı mitotik indeks ile ilişkilendirilebilir (Pandir, 2018).

Bu çalışmada, diazinonun sebep olduğu toksik etkiler ve zencefilin bu toksisiteye karşı koruyucu rolü *A. cepa* kullanılarak fizyolojik, sitogenetik, biyokimyasal ve anatomik parametrelerle değerlendirilmiştir. Fizyolojik etkilerin değerlendirilmesi için, *A. cepa* soğanlarının çimlenme yüzdesi, kök uzaması ve ağırlık kazanımı belirlenmiştir. Buna ek olarak, diazinon ve zencefilin kök uçları üzerindeki sitogenetik etkilerini araştırmak için mitotik indeks (Mİ), mikronükleus (MN) ve kromozomal anormalliklerden (KA) incelenmiştir. *A. cepa* soğanlarındaki oksidatif stres taramak için malondialdehit (MDA) seviyeleri ile süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (KAT) enzimlerinin aktiviteleri kullanılmıştır. Ayrıca diazinon uygulanan *A. cepa* köklerindeki meristematik bütünlük kök ucu kesitlerinin mikroskopik incelenmesi ile değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada Giresun'dan ticari olarak satın alınan *A. cepa* soğanları kullanılmıştır. Tür teşhisi Giresun Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü'nde Dr. Zafer Türkmen tarafından yapılmıştır. Laboratuvara getirilerek renkli dış yapraklarından ve kök kalıntılarından temizlenen soğanlar hassas terazi kullanılarak tartılmıştır. 8.25-8.30 g büyüklükte olan soğanlardan altı grup (n=50) oluşturulmuştur. Birinci grup kontrol grubu olarak kabul edilmiş ve deney boyunca çeşme suyuna maruz bırakılmıştır. Sonraki beş grup sırasıyla 240 mg/L zencefil, 480 mg/L zencefil, 500 mg/L diazinon, 500 mg/L diazinon + 240 mg/L zencefil ve 500 mg/L diazinon + 480 mg/L zencefil çözeltileri ile muamele edilmiştir (Çizelge 1). Soğanlar steril cam tüplere tabla gövdeleri çözeltiliye degecek şekilde yerleştirilmiş ve 72 saatlik deneme süresi boyunca azalan tüplerdeki çözelti miktarları sabit tutulmuştur. Uygulamalar oda sıcaklığında ve karanlık koşullarda gerçekleştirilmiştir. Diazinon ve zencefil çözeltilerinin hazırlanması için ticari olarak edinilen stoklar kullanılmıştır. Diazinon dozunun belirlenmesinde Bıçakçı ve ark. (2017)'in çalışması dikkate alınmıştır.

Çizelge 1. Deney düzeneği için hazırlanan gruplar ve çözeltiler

Gruplar	Uygulamalar
Grup I (Kontrol)	Çeşme suyu
Grup II	240 mg/L zencefil
Grup III	480 mg/L zencefil
Grup IV	500 mg/L diazinon
Grup V	500 mg/L diazinon + 240 mg/L zencefil
Grup VI	500 mg/L diazinon + 480 mg/L zencefil

Diazinonun ve zencefilin bir arada ve tek tek uygulandıklarında fizyolojik parametrelere etkisini belirlemek için çimlenme yüzdesi (%), kök uzaması (cm) ve toplam ağırlık artışı (g) incelenmiştir. Çimlenme yüzdesi için her grupta 50, ağırlık artışı için ise her grupta 10 soğan dikkate alınmıştır. Tabla gövdesinden ek kökler beliren soğanlar "çimlenmiş" olarak kabul edilmiştir. Çimlenme yüzdesinin belirlenmesinde Atik ve ark. (2007)'in yöntemi kullanılmıştır (Eşitlik 1).

Çimlenme Yüzdesi (%) = $\frac{\text{Çimlenmiş soğanların Sayısı}}{\text{Toplam Soğan Sayısı}} \times 100$ (Eşitlik 1).

Deneme süresinin bitiminde soğanlar yeniden tartılmış ve toplam ağırlık artışının belirlenmesi için soğanların bu son ağırlığı ile ilk ağırlığı arasındaki fark hesaplanmıştır. Grupların ortalama kök uzunluğunu araştırmak üzere her gruptan rastgele seçilen 10 adet soğandan toplamda 100 adet kökün uzunluğu bir cetvel ile ölçülmüştür.

Diazinonun ve zencefilin soğan meristematik hücrelerindeki genotoksik etkilerini araştırmak amacıyla hücrelerdeki Mİ, MN ve KA sıklıkları analiz edilmiştir. Analizler için soğanların kök ucundan kesilen 1 cm uzunluğundaki parçalar kullanılmıştır. Kökler fiksasyon işlemi için 120 dakika boyunca Clarke çözeltilisi (3:1 / glasiyel asetik asit:etil alkol) içinde bekletilmiştir. Fiksasyonun ardından %96'lık etil alkol ile muamele edilen kök numuneleri distile su altında yıkandıktan sonra %70'lik etil alkole alınarak buzdolabında saklanmıştır. Slaytları hazırlanacak olan kökler 1 N HCl çözeltilisine alınarak su banyosunda (60 °C) 14 dakika tutulmuştur. Bu hidroliz işlemi takiben köklerin 1 cm'lik uç kısımları aseto-karmin (%1) boyası içerisinde 1 gün bekletilerek boyanmıştır. Kök uçlarından alınan 2 mm'lik parçalar lama alınmış ve üzerlerine damlatılan %45'lik asetik asit altında ezilmiştir. Slaytlar binoküler ışık mikroskopunda X500 büyütme altında incelenmiştir (Staykova ve ark., 2005).

KA ve MN; her grup için ayrı ayrı hazırlanan 10 slayttan 1000 hücrenin, Mİ ise her grup için ayrı ayrı hazırlanan 10 slayttan 10000 hücrenin dikkate alınması ile analiz edilmiştir. Bir grup içinde irdelenen 10000 hücre içinden mitoz bölünme gösteren hücreler o grubun Mİ değerini vermiştir. MN olarak değerlendirilen nükleus içi yapıların karakterizasyonunda Fenech ve ark. (2003)'ün kuralları geçerli sayılmıştır.

A. *cepa* kök meristematik hücrelerinde diazinon ve zencefil uygulamalarına karşı uyarılan oksidatif stresin ve antioksidan cevabın belirlenmesi için SOD ve KAT enzimlerinin toplam aktiviteleri ölçülmüş ve membran hasarının tespiti için ise MDA miktarı analiz edilmiştir. Analizler tüm gruplarda 3 defa tekrarlanmıştır.

SOD ve KAT aktivitelerinin tayini için gerekli ekstraksiyon Zou ve ark. (2012)'in yöntemine göre yapılmıştır. Deney süresinin bitiminde kök materyalleri kesilmiş ve distile su ile iyice yıkanmıştır. 0.5 g'lık kök, bir havan yardımı ile doku üzerine sıvı azot eklenerek ezilmiştir. Homojenizasyon işlemi toz haline getirilmiş olan köklerin 5 ml, 50 mM konsantrasyonda ve 7.8 pH'da hazırlanmış olan sodyum fosfat tamponuna alınması ile tamamlanmıştır. Homojenatlar hızlıca santrifüje alınmıştır. +4 °C'de, 20 dakika süresince 14000 rpm'de gerçekleştirilen santrifüj işleminden sonra enzim ekstraktlarını içeren süpernatant kısmı ayrı tüplere alınmıştır. Toplam SOD [EC 1.15.1.1] aktivitesi Beauchamp ve Fridovich (1971)'in; toplam KAT [EC 1.11.1.6] aktivitesi ise Beers ve Sizer (1952)'in yöntemine göre belirlenmiştir. Toplam SOD aktivitesi için 0.01 ml enzim ekstraktı; toplam KAT aktivitesini belirlemek için ise 0.2 ml enzim ekstraktı kullanılmıştır. Enzim ekstraktının eklendiği reaksiyon ortamı SOD enzimi için 7.8 pH'taki 0.05 M'lık 1.5 ml sodyum fosfat tamponu, 0.3 ml 130 mM'lık metionin, 0.3 ml 20 µM'lık riboflavin, 0.3 ml 0.1 mM'lık EDTA-Na₂, 0.3 ml 750 µM'lık nitroblue tetrazolium klorür, 0.01 ml %4'lük polivinilpirolidon ve 0.28 ml distile su içermektedir. Reaksiyon karışımını içeren spektrofotometre kuveti 375 µmol m⁻² s⁻¹ floresan ışığın karşısında 15 dakika bekletilerek tepkimenin gerçekleşmesi sağlanmıştır. Bu sürenin sonunda örneklerin absorbansı 560 nm'de spektrofotometrik olarak okunmuştur. Toplam SOD aktivitesi ünite mg⁻¹ taze ağırlık (U mg⁻¹ FW) olarak verilmiştir. KAT aktivitesinin ölçümü için enzim ekstraktı 7.8 pH'taki 0.2 M'lık 1.5 ml sodyum fosfat tamponu, 0.3 ml 0.1 M'lık hidrojen peroksit ve distile su içeren tepkime ortamına eklenmiştir. Ekstraktın eklenmesi ile hidrojen peroksidin enzimatik olarak azaltılması 240 nm'de spektrofotometrik olarak takip edilmiştir. KAT aktivitesi OD_{240 nm} min g⁻¹ taze ağırlık (OD_{240 nm} min g⁻¹ FW) olarak verilmiştir.

Diazinon ve zencefilin hücre zarlarının bütünlüğü üzerindeki etkilerini incelemek için MDA tayini yapılmıştır. 0.5 g kök kök materyali %5'lik trikloroasetik asit (TCA) içinde havanda ezilmiştir. Oda sıcaklığında gerçekleşen homojenizasyon işleminden sonra homojenat yine oda sıcaklığında 12000 rpm'de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Süpernatant kendisi ile eşit hacimde %20'lik TCA ve %0.5'lik tiobarbitürik asit (TBA) karışımına eklenmiştir. Yeni karışım su banyosunda 30 dakika +96 °C'de tutularak tepkimenin gerçekleşmesi sağlanmıştır. Süre bitiminde reaksiyonun sonlandırılması için tüpler buz banyosuna taşınmıştır. Oda sıcaklığında 10000 rpm'de 5 dakika santrifüjlenen örneklerden süpernatant kısımları ayrılmıştır. Süpernatantın absorbansı 532 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak okunmuş ve µM g⁻¹ taze ağırlık (µM g⁻¹ FW) olarak hesaplanmıştır (Ekstinksiyon katsayısı; 155 M⁻¹ cm⁻¹) (Unyayar ve ark., 2006).

Diazinon ve zencefilin meristematik bütünlüğe etkisini incelemek için kökler deney süresinin bitiminde hasat edilerek distile su ile iyice yıkanmıştır. Keskin bir jilet ile kökün meristem kısmından enine kesit alınmıştır. Kesitler bir lam üzerine alınarak bir damla %5'lik metilen mavisi ile boyanmıştır. Slaytlar binoküler ışık mikroskopunda X500 büyütmede incelenmiştir. Çalışma verileri ortalama ± SD olarak gösterilmiştir, Ortalama verileri arasındaki istatistiksel farklar (p<0.05) SPSS 23.0 programında one-way ANOVA ve Duncan testleri ile değerlendirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Diazinon ve zencefil uygulamasının çimlenme yüzdesi (%) kök uzunluğu (cm), ve ağırlık kazanımı (g) üzerindeki etkileri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Zencefil uygulanan Grup II ve Grup III ile kontrol grubu ile karşılaştırıldığında çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu ve ağırlık kazanımında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (p>0.05). Zencefil uygulaması A. *cepa* köklerinin büyüme fizyolojisinde olumsuz bir etkiye neden olmamıştır. Elde edilen bu sonuçta benzer bir şekilde literatürde zencefilin bitki veya hayvan fizyolojisinde negatif bir etkisine rastlanılmamıştır. Öte yandan diazinon uygulanan Grup IV'ün çimlenme yüzdesi %66 (%33), kök uzunluğu yüzde %80 (2.50±1.14 cm), ağırlık kazanımı ise yüzde %89 (1.50 g) azalmıştır (p<0.05). Diazinon uygulaması A. *cepa* soğanlarının çimlenmesi ve

Çizelge 2. Diazinon ve zencefil uygulamasının seçilen fizyolojik parametreler üzerine etkisi

Gruplar	Çimlenme yüzdesi (%) (n=50)	Kök uzunluğu (cm) (n=10)	Ağırlık azanımı (g) (n=10)
Grup I	99	12.50 ± 3.60 ^a	+ 13.00 ^a
Grup II	98	12.80 ± 3.76 ^a	+ 13.50 ^a
Grup III	100	13.10 ± 3.94 ^a	+ 13.94 ^a
Grup IV	33	2.50 ± 1.14 ^d	+ 1.50 ^d
Grup V	45	4.60 ± 1.45 ^c	+ 4.00 ^c
Grup VI	60	7.20 ± 1.96 ^b	+ 6.84 ^b

*Grup I: Kontrol, Grup II: 240 mg/L zencefil, Grup III: 480 mg/L zencefil, Grup IV: 500 mg/L diazinon, Grup V: 500 mg/L diazinon + 240 mg/L zencefil, Grup VI: 500 mg/L diazinon + 480 mg/L zencefil. Aynı sütün içerisinde farklı harfler^(a-d) ile gösterilen ortalamalar p<0.05'de önemlidir.

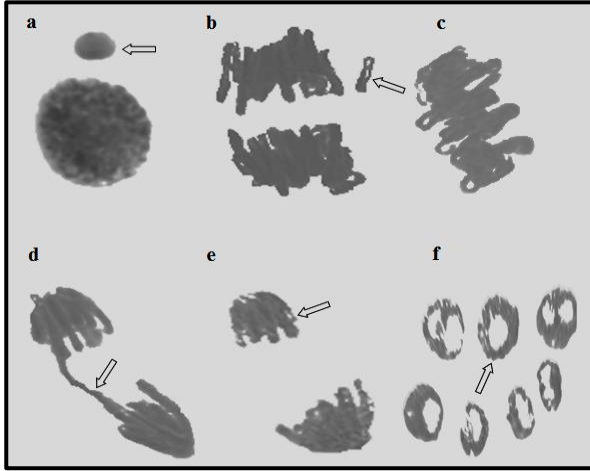
gelişmesini olumsuz yönde etkilemiştir. Bıçakçı ve ark. (2017) diazinon uygulamasının doza bağlı olarak bu üç parametreyi olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Ek olarak Grup IV ile karşılaştırıldıklarında, diazinona ile birlikte zencefil verilen Grup V ve Grup VI'nın çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu ve ağırlık kazanımında istatistiksel olarak önemli bir iyileşme görülmüştür ($p < 0.05$). Çimlenme yüzdesi (%60), kök uzunluğu (7.20 ± 1.96 cm) ve ağırlık kazanımındaki (6.84 g) en fazla iyileşme Grup VI'da belirlenmiştir ($p < 0.05$). Zencefilin diazinonun etkilerini azalmasına dair daha önce yapılmış bir çalışma bulunmamıştır. Abdelkhalek ve ark. (2017) *Spirulina platensis* Geitler alginin yüksek antioksidan gücü sayesinde diazinonun nil çiklet balığı (*Oreochromis niloticus* L.) üzerinde oluşturduğu oksidatif hasara karşı iyileştirici gücü olduğunu belirtmişlerdir. Aynı şekilde çok güçlü bir antioksidan olan (Mao ve ark., 2019) zencefilin, diazinondan kaynaklanan oksidatif baskıyı hafifleterek kök gelişimindeki düşüşü düzelmesi en olası açıklamadır. Diazinon ve zencefil uygulamalarının MI ve MN frekansları üzerindeki sitogenetik etkisi Çizelge 3'te sunulmuştur. Zencefil uygulaması, Grup II (862.00 ± 23.21) ve Grup III'ün (884.00 ± 24.55) MI değerlerinde Grup I ile (875.00 ± 24.18) göre anlamlı bir farka ($p > 0.05$) neden olmamıştır. Buna karşılık, diazinon uygulaması, Grup IV'ün MI'sinde (485.00 ± 09.16) keskin bir düşüşe neden olmuştur ($p < 0.05$). Öte yandan, diazinon ile hazırlanan çözeltiye zencefil eklenen Grup V (552.00 ± 10.48) ve Grup VI'ün (636.00 ± 11.35) MI değerleri artan dozla birlikte bir iyileşme görülmüştür ($p < 0.05$). Tek başına zencefil uygulaması *A. cepa* meristem hücrelerin bölünme kapasitesini etkilemezken zencefilin diazinon ile birlikte verilmesi diazinonun oluşturduğu mitotik bölünmedeki yavaşlığı hafifletebilmektedir. MI sonuçlarının hücre bölünme hızının bir göstergesi olduğu göz önüne alındığında, diazinonun uygulamasının MI değerlerini baskılaması kök uzunluğu ve ağırlık artışı gibi büyüme parametrelerindeki geri kalmayı açıklamaktadır. Diazinonun MI üzerindeki olumsuz etkisi daha önce bir genotoksisite unsuru olarak belirtilmiştir (Bıçakçı ve ark., 2017; Pandir, 2018).

Gözlenmesi en kolay genetik hasarlardan biri olan MN oluşumu zencefil ve diazinonun genotoksik etkilerini belirlemek için incelenmiştir. Grup I (0.24 ± 0.36), Grup II (0.16 ± 0.24) ve Grup III'ün (0.10 ± 0.12) MN frekansları arasında istatistiksel fark bulunmamıştır (Çizelge 3). Ancak, diazinona maruz kalan Grup IV'ün (50.00 ± 7.65) MN frekansında Grup I'e göre keskin bir şekilde artış gözlenmiştir ($p < 0.05$). Grup V (40.60 ± 6.61) ve Grup VI (24.70 ± 4.85) değerleri artan zencefil miktarına paralel olarak kademeli olarak azalmıştır. Bıçakçı ve ark. (2017) ve Pandir (2018) diazinon uygulamasının *A. cepa*'da MN frekansını önemli bir şekilde arttırdığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde diazinonun fare ve insan hücrelerinde de MN artışına yol açtığı bilinmektedir (Sh ve ark., 2020; Karamian ve ark., 2016). MN sonuçları diazinonun genotoksik etkiye sahip olduğunu ve zencefilin bu olumsuz etkiyi hafiflettiğini açıkça göstermiştir. Fenech (1993) MN oluşumunun oksidatif stresten kaynaklı DNA kırıklarından kaynaklanabildiğini söylemiştir. Bu bakış açısından yüksek antioksidan gücü sayesinde zencefil *A. cepa* meristem hücrelerini diazinon kaynaklı MN ve genotoksisite oluşumuna karşı korumaktadır. Zencefil uygulanan Grup II ve Grup III'te kromozomal anormallik görülmemesi bu sonucu desteklemektedir. Almostady ve ark. (2015) zencefilin herhangi bir genotoksik etkiye sahip olmadığını belirtmiştir. Diazinon uygulanan Grup IV'de MN haricinde görülen diğer kromozomal anormallikler çoktan aza göre sırasıyla fragment, yapışkan kromozom, köprü, kromatinin eşit olmayan dağılımı ve vakuollü nükleusdur (Şekil 1). Pandir (2018) diazinonun *A. cepa*'da yoğun kromozomal anormallikler yaptığını belirtmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde Bıçakçı ve ark. (2017) diazinon uygulanan *A. cepa*'nın meristem hücrelerinde fragment, yapışkan kromozom, kromozom köprüsü ve kromatinin eşit olmayan dağılımı dağılımı görüldüğünden bahsetmiştir. MI'nin tersi bir şekilde diazinon ile birlikte zencefil uygulanan Grup V ve Grup VI'da tüm kromozomal anormallikler doza bağlı bir şekilde azalmıştır ($p < 0.05$). Hem MN hem de kromozomal anormallikler klastojenitenin öncü belirtilerindedir (Kalefetoğlu Macar ve ark., 2020). Diazinonun sebep olduğu

Çizelge 3. Diazinon uygulamasının teşvik ettiği genotoksisiteye karşı zencefilin koruyucu rolü

Gruplar	MI	MN	FRG	YK	K	KED	VN
Grup I	875.00±24.18 ^a	0.24±0.36 ^d	0.00±0.00 ^d	0.20±0.18 ^d	0.00±0.00 ^d	0.20±0.24 ^d	00±0.00 ^d
Grup II	862.00±23.21 ^a	0.16±0.24 ^d	0.00±0.00 ^d	0.10±0.11 ^d	0.00±0.00 ^d	0.10±0.14 ^d	0.00±0.00 ^d
Grup III	884.00±24.55 ^a	0.10±0.12 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.10±0.12 ^d	0.00±0.00 ^d
Grup IV	485.00±09.16 ^d	50.00±7.65 ^a	58.60±5.12 ^a	40.10±4.63 ^a	29.30±3.88 ^a	22.10±3.24 ^a	12.60±2.10 ^a
Grup V	552.00±10.48 ^c	40.60±6.61 ^b	48.80±4.96 ^b	31.40±4.22 ^b	21.60±3.54 ^b	11.60±2.16 ^b	7.90±1.38 ^b
Grup VI	636.00±11.35 ^b	24.70±4.85 ^c	32.50±4.16 ^c	22.90±3.73 ^c	13.70±2.42 ^c	6.30±1.15 ^c	2.70±1.12 ^c

*Grup I: Kontrol, Grup II: 240 mg/L zencefil, Grup III: 480 mg/L zencefil, Grup IV: 500 mg/L diazinon, Grup V: 500 mg/L diazinon + 240 mg/L zencefil, Grup VI: 500 mg/L diazinon + 480 mg/L zencefil. Aynı sütün içerisinde farklı harfler^(a-d) ile gösterilen ortalamalar $p < 0.05$ 'de önemlidir. MN: mikronükleus, MI: mitotik indeks, FRG: fragment, YK: yapışkan kromozom, K: köprü, KED: kromatinin eşit olmayan dağılımı, VN: vakuollü nükleus.



Şekil 1. Diazinon uygulamasının teşvik ettiği kromozomal hasar. (a: MN, b: fragment, c: yapışkan kromozom, d: köprü, e: kromatinin eşit olmayan dağılımı, f: vakuollü nükleus)

genotoksisiteyi hafifleten zencefil, kanser gibi genetik hasardan kaynaklanan hastalıklara karşı etkili bir fonksiyonel gıda olma potansiyeline sahiptir.

Diazinon ve zencefil uygulamalarının biyokimyasal parametreler üzerine etkisi Çizelge 4'te verilmiştir. Hücrelerdeki oksidatif dengenin korunmasında antioksidan enzimlerin önemi büyüktür (Hao ve Liu, 2019). SOD ve KAT enzimlerinin aktivitesi hücrelerde oluşan serbest radikal kaynaklı oksidatif strese karşı canlıların sahip olduğu en önemli savunma mekanizmalarındandır. SOD enzimi hücrede oluşan süperoksit radikallerinin yüksüz hidrojen peroksit moleküllerine dönüştürülmesinde başrol oynarken; KAT enzimi, enzimatik ya da enzimatik olmayan yollarla oluşan, bu hidrojen peroksit moleküllerinin suya ve oksijene dönüştürülmesinde kilit mekanizmalardan birini oluşturmaktadır. Hücre içinde bu enzimlerin de katkısı ile korunan oksidatif dengenin bozulması halinde yoğunlukları giderek artan serbest radikaller makromoleküllere ve hücre membranlarına ağır hasarlar vermektedir. MDA molekülü oksidatif stresin hem sonucu hem de habercisi olarak oluşan bir madde olup; hücre membranlarında gerçekleşen lipid peroksidasyonunun son ürünüdür (Zulaikhah, 2018). Bu durumda; MDA artışının membran hasarının önemli bir göstergesi olduğu söylenebilir. Mevcut çalışmada tek başına uygulanan zencefil dozlarının (Grup II ve III) kontrol grubu

ile kıyaslandığında SOD ve KAT aktiviteleri ile MDA oluşumu bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmadığı açıkça görülmektedir ($p>0.05$). Bu durum, zencefilin oksidatif strese ya da membranlarda hasara yol açmadığını net biçimde göstermiştir. Bu durumun aksine; Grup IV'te hem SOD ve KAT hem de MDA kontrol grubuna göre oldukça ciddi bir artış sergilemiştir. Grup IV'teki SOD aktivitesi kontrol grubunun yaklaşık olarak 2.8 katı iken; KAT aktivitesi ise kontrolün yaklaşık 2.6 katıdır. Grup IV'ün MDA miktarında görülen kontrolün 3 katı olan artış miktarı; SOD ve KAT aktivitelerinde görülen büyük artışa rağmen diazinon uygulamasının membranlarda önemli hasara yol açtığını açıkça göstermiştir. Çalışmamızla uyumlu bir şekilde; diazinonun ciddi bir şekilde oksidatif strese sebep olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Shah ve Iqbal, 2010; El-Shenawy ve ark., 2010; Abdel-Daim ve ark.; 2018). Mevcut hayvan denemelerine karşın; bitki hücrelerinde diazinon kaynaklı oksidatif stresin gösterildiği başka bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Çalışmamızda diazinon ile birlikte verilen iki farklı dozda zencefil (Grup V ve VI) biyokimyasal parametrelerde doza bağlı etki göstermiştir. Diazinon ile birlikte uygulanan 240 mg/L zencefil, Grup V'teki SOD aktivitesinin sadece diazinon uygulanan Grup IV'e göre %16 azalma gösterirken; diazinon ile birlikte uygulanan 480 mg/L zencefil Grup VI'daki SOD aktivitesi sadece diazinon uygulanan Grup IV'e göre %40 azalmıştır. Öte yandan KAT aktivitesi Grup V'te Grup IV'e göre %10 azalırken; Grup VI'da Grup IV'e göre %26 azalma göstermiştir. Bu durum; ortama eklenen ve enzimatik olmayan bir antioksidan olan zencefilin antioksidan savunmaya katkısı sonucu enzim aktivitelerinin hafifleme göstermesi şeklinde yorumlanabilir. Bu durumu doğrular şekilde düşük dozda uygulanan zencefil Grup V'teki MDA aktivitesini Grup IV'e göre %23, yüksek dozda uygulanan zencefil Grup VI'daki MDA aktivitesini Grup IV'e göre %47 azaltmıştır. Sadece diazinon uygulaması ile kıyaslandığında; diazinon ile beraber hem düşük hem de yüksek dozda uygulanan zencefil membran hasarını kademeli olarak azaltmıştır. Zencefilin doğrudan oluşan ve diazinon uygulaması gibi dolaylı olarak teşvik edilen oksidatif strese karşı koruyucu etkisi son yıllarda dikkat çekmekte ve çeşitli

Çizelge 4. Diazinon ve zencefil uygulamasının seçilen biyokimyasal parametreler üzerine etkisi

Gruplar	MDA ($\mu\text{M g}^{-1}\text{FW}$)	SOD ($\text{U mg}^{-1}\text{FW}$)	KAT ($\text{OD}_{240\text{nm}} \text{min g}^{-1}\text{FW}$)
Grup I	9.20±1.74 ^d	75.00±5.84 ^d	1.12±0.21 ^d
Grup II	9.00±1.68 ^d	77.60±5.92 ^d	1.10±0.19 ^d
Grup III	9.10±1.60 ^d	74.00±5.36 ^d	0.98±0.16 ^d
Grup IV	36.80±5.12 ^a	210.60±9.62 ^a	2.92±0.36 ^a
Grup V	28.40±4.61 ^b	176.50±7.15 ^b	2.61±0.32 ^b
Grup VI	19.60±3.77 ^c	125.00±6.89 ^c	2.15±0.24 ^c

*Grup I: Kontrol, Grup II: 240 mg/L zencefil, Grup III: 480 mg/L zencefil, Grup IV: 500 mg/L Diazinon, Grup V: 500 mg/L Diazinon + 240 mg/L zencefil, Grup VI: 500 mg/L Diazinon + 480 mg/L zencefil. sütün içerisinde farklı harfler^(a-d) ile gösterilen ortalamalar $p<0.05$ 'de önemlidir.

organizmalarda değişik stres kaynaklarına karşı çalışılmaktadır (Al Hroob ve ark., 2018; Zargar ve ark., 2020). Zencefilin eşsiz antioksidan kapasitesi; içeriğinde bulunan 6-şogaol ve zingeron gibi biyoaktif bileşenlerden ve bu bileşiklerin türevlerinden kaynaklanmakta olup; içerikteki bu polifenoller sayesinde zencefil ile hazırlanan ekstraktlar antioksidan, anti-enflamatuar ve antibakteriyel özellikler göstermektedir (Trimedona ve ark., 2020).

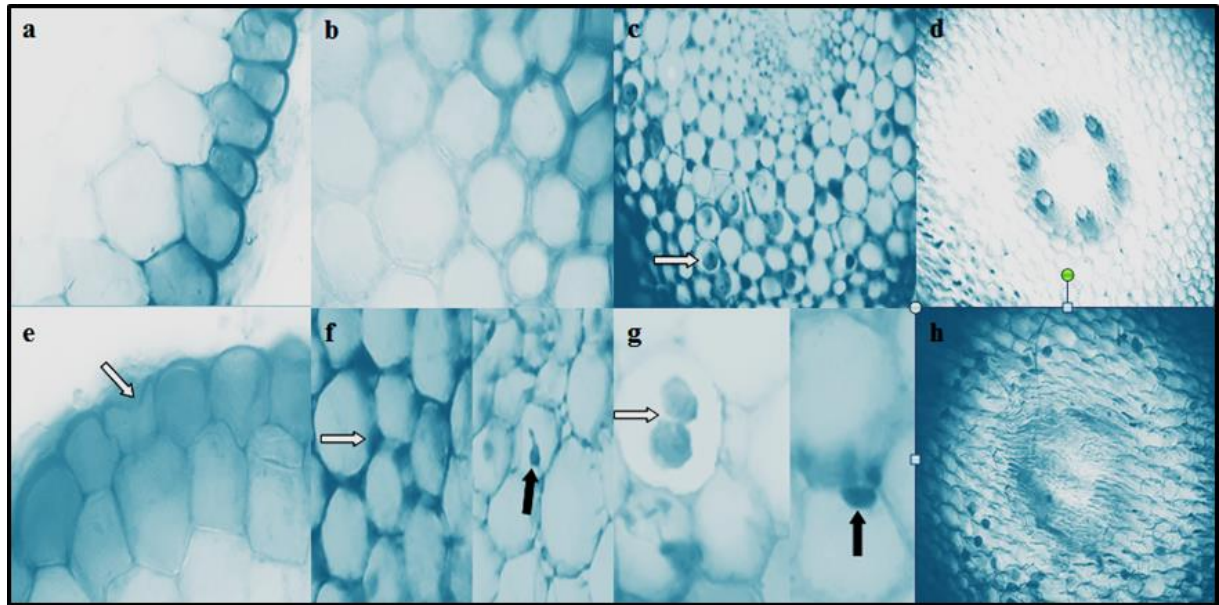
Çizelge 5 ve Şekil 2; diazinon ve zencefil uygulamalarının meristematik hücrelerdeki yapısal bütünlüğe etkisini göstermektedir. Sadece zencefil uygulanan gruptaki meristematik hücrelerde (Grup II ve III) kontrole göre (Grup I) herhangi bir meristematik hasar bulgusuna rastlanmamıştır. Buna karşın; Grup IV'te diazinon uygulaması tarafından teşvik edilen meristematik hasarlar;

epidermis hücre hasarı, korteks hücre çeperinde kalınlaşma, korteks hücrelerinde madde birikimi, binüklear hücre, yassılaştırmış hücre çekirdeği ve belirgin olmayan iletim doku şeklinde sıralanmıştır. Meristematik hücrelerde görülen hasarlar seviyelerine göre; şiddetli hasarlar (+++), orta şiddetli hasarlar (++) , az hasarlar (+) olarak sıralanmıştır. Bu skalaya göre; epidermis hücre hasarı, korteks hücre çeperinde kalınlaşma, yassılaştırmış hücre çekirdeği ve belirgin olmayan iletim doku Grup IV'te gözlenen şiddetli hasarlar iken; korteks hücrelerinde madde birikimi ve binüklear hücre Grup IV'te belirlenen orta hasarlardır (Şekil 2). Diazinon ile birlikte zencefil uygulanan Grup V ve Grup VI'daki meristematik hasarlar; verilen zencefil dozuna göre azalma göstermiş ve hatta diazinon ile beraber 480 mg/L

Çizelge 5. Diazinon teşvik ettiği meristematik hücre hasarlarına karşı zencefilin koruyucu rolü

Hasarlar	EHH	KHK	KHMB	BH	YHÇ	BİD
Grup I	-	-	-	-	-	-
Grup II	-	-	-	-	-	-
Grup III	-	-	-	-	-	-
Grup IV	+++	+++	++	++	+++	+++
Grup V	++	++	+	+	++	++
Grup VI	+	+	-	-	+	+

*Grup I: Kontrol, Grup II: 240 mg/L zencefil, Grup III: 480 mg/L zencefil, Grup IV: 500 mg/L Diazinon, Grup V: 500 mg/L Diazinon + 240 mg/L zencefil, Grup VI: 500 mg/L Diazinon + 480 mg/L zencefil. EHH: epidermis hücre hasarı, KHK: korteks hücre çeperinde kalınlaşma, KHMB: korteks hücrelerinde madde birikimi, BH: binüklear hücre, YHÇ: yassılaştırmış hücre çekirdeği, BİD: belirgin olmayan iletim doku. (-): hasar yok, (+): az hasar, (++): orta hasar, (+++): şiddetli hasar.



Şekil 2. Diazinon uygulamasının sebep olduğu meristematik hücre hasarı

[a: epidermis hücrelerinin normal görünümü, b: korteks hücrelerinin normal görünümü, c: hücre nükleusunun normal görünümü (oval), d: iletim dokunun normal görünümü, e: epidermis hücre hasarı, f: korteks hücre çeperinde kalınlaşma (beyaz ok) ve korteks hücrelerinde bazı maddelerin birikimi (siyah ok), g: binüklear hücre (beyaz ok) ve yassılaştırmış hücre çekirdeği (siyah ok), h: iletim dokunun belirgin olmayan görünümü].

zencefil uygulanan Grup VI'daki korteks hücrelerinde madde birikimi ve binükleer hücre, kontrol grubunda olduğu gibi, tamamen kaybolmuştur. Bu hasarlardan binükleer hücre ve yassılaştırmış hücre çekirdeği aynı zamanda diazinondan kaynaklanan genetik hasarın habercileridir. Öte yandan; korteks hücrelerindeki kalınlaşma bitkinin aşırı diazinon alımına karşı bir adaptasyonunu düşündürmüştür (Macar ve ark., 2020). İletim dokunun belirgin olmayan görünümü ve epidermis hücre hasarı diazinonun kök dokusunda enine taşındığını ve en dıştan en içe kadar her dokuda görülebilen etkileri tetiklediğini açık şekilde göstermektedir. Bu hasarlar MDA sonuçlarımız ile doğrulanan hücresel membran hasarlarının görünen sonuçları olarak da yorumlanabilir. Diazinon ya da zencefil uygulamalarının meristematik hücrelerdeki etkilerini gösteren başka bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

SONUÇ

Bu çalışmanın sonuçları; diazinon ve zencefilin *A. cepa* kök ucu hücrelerindeki toksik etkilerini kapsamlı bir şekilde göstermektedir. Tehlikeli bir kirletici olan diazinon maruziyetinin, hedef olmayan canlılardaki olumsuz etkileri bilindiği halde; zencefilin bu risklere karşı koruyucu ve iyileştirici etkileri *in vivo* ortamda ve çok yönlü bir çalışma ile ilk kez gösterilmiştir. Artan dozlardaki zencefil uygulaması; diazinonun genotoksik ve sitotoksik etkilerini incelenen tüm parametrelerde hafifletmiş ve bu iyileştirici etki uygulanan zencefil dozuna bağlı olarak artış sergilemiştir. Biyokimyasal parametrelerden elde edilen sonuçlar; zencefilin koruyucu etkisinin, zencefilin olağanüstü antioksidan kapasitesi ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermiştir. Tek başına uygulanan zencefil dozlarının incelenen parametreler bakımından kontrol grubuna göre hiçbir olumsuz etkiye yol açmaması, zencefilin yan etkisi olmayan, koruyucu bir fonksiyonel gıda olarak kullanılması konusundaki potansiyelini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

Abdel-Daim MM, Abushouk AI, Alkhalif MI, Toraih EA, Fawzy MS, Ijaz H, Aleya L, Bungau SG (2018) Antagonistic Effects of *Spirulina platensis* on Diazinon-Induced Hemato-biochemical Alterations and Oxidative Stress in Rats. *Environmental Science and Pollution Research* 25(27): 27463-27470.

Abdelkhalik NK, Eissa IA, Ahmed E, Kilany OE, El-Adl M, Dawood MA, Hassan AM, Abdel-Daim MM (2017) Protective Role of Dietary *Spirulina platensis* against Diazinon-Induced Oxidative Damage in *Nile tilapia*; *Oreochromis niloticus*. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 54: 99-104.

Al Hroob AM, Abukhalil MH, Alghonmeen RD, Mahmoud AM (2018) Ginger Alleviates Hyperglycemia-Induced Oxidative Stress, Inflammation and Apoptosis and Protects Rats against Diabetic Nephropathy. *Biomedicine and Pharmacotherapy* 106: 381-389.

Almostady AA, Mutwakil MH, ElAssouli MZ, Ahmed MM, El Assouli SM (2015) Genotoxicity and Antigenotoxicity

Activites of *Rhazya stricta* and *Zingiber officinale* Single and in Combination. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science* 15: 1392-1401.

Atik M, Karagüzel O, Ersoy S (2007) Sıcaklığın *Dalbergia sissoo* tohumlarının Çimlenme Özelliklerine Etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences* 20(2): 203-210.

Beauchamp C, Fridovich I (1971) Superoxide Dismutase: Improved Assays and an Assay Applicable to Acrylamide Gels. *Analytical Biochemistry* 44: 276-287.

Beers RF, Sizer IW (1952) Colorimetric Method for Estimation of Catalase. *Journal of Biological Chemistry* 195: 133-139.

Bıçakçı U, Çavuşoğlu K, Yapar K, Acar A, Yalçın E (2017) *Allium cepa* L. Kök Ucu Hücrelerinde Diazinon Toksisitesinin Araştırılması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 7(3): 49-56.

Davies DB, Holub BJ (1980) Toxicological Evaluation of Dietary Diazinon in The Rat. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 9: 637-650.

Dehghani MH, Kamalian S, Shayeghi M, Yousefi M, Heidarinejad Z, Agarwal S, Gupta VK (2019) High-performance Removal of Diazinon Pesticide from Water Using Multi-walled Carbon Nanotubes. *Microchemical Journal* 145:486-491.

El-Shenawy NS, El-Salmy F, Al-Eisa RA, El-Ahmary B (2010) Amelioratory Effect of Vitamin E on Organophosphorus Insecticide Diazinon-Induced Oxidative Stress in Mice Liver. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 96(2): 101-107.

Fenech M (1993) The Cytokinesis-Block Micronucleus Technique: A Detailed Description of the Method and Its Application to Genotoxicity Studies in Human Populations. *Mutation Research* 285: 35-44.

Fenech M, Chang WP, Kirsch-Volders M, Holland N, Bonassi S, Zeiger E (2003) HUMN Project: Detailed Description of the Scoring Criteria for the Cytokinesis-Block Micronucleus Assay Using Isolated Human Lymphocyte Cultures. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 534: 65-75.

Fioresi VS, de Cássia Ribeiro Vieira B, de Campos JMS, da Silva Souza T (2020) Cytogenotoxic Activity of The Testicides Imidacloprid and Iprodione on *Allium cepa* Root Meristem. *Environmental Science and Pollution Research* 1-11.

Galloway T, Handy R (2003) Immunotoxicity of organophosphorous pesticides. *Ecotoxicology* 12: 345-363

Hajirezaee S, Mirvaghefi AR, Farahmand H, Agh N (2016) Effects of Diazinon on Adaptation to Sea-water by The Endangered Persian Sturgeon, *Acipenser persicus*, Fingerlings. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 133: 413-423.

Han YA, Song CW, Koh WS, Yon GH, Kim YS, Ryu SY, Kwon HJ, Lee KH (2013) Anti-inflammatory Effects of The *Zingiber officinale* Roscoe Constituent 12-Dehydrogingerdione in Lipopolysaccharide-stimulated

- Raw 264.7 Cells. *Phytotherapy Research* 27(8): 1200-1205.
- Hao M, Liu R (2019) Molecular Mechanism of CAT and SOD Activity Change under MPA-CdTe Quantum Dots Induced Oxidative Stress in the Mouse Primary Hepatocytes. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 220: 117104: 1-11
- Kalefetoğlu Macar T, Macar O, Yalçın E, Çavuşoğlu K (2020) Resveratrol Ameliorates the Physiological, Biochemical, Cytogenetic, and Anatomical Toxicities Induced by Copper (II) Chloride Exposure in *Allium cepa* L. *Environmental Science and Pollution Research* 27(1): 657-667.
- Karamian A, Shokrzadeh M, Ahmadi A (2016) The Potential Chemoprotective Effects of Melatonin against Genotoxicity Induced by Diazinon in Human Peripheral Blood Lymphocytes. *Toxicology and Industrial Health* 32(2): 360-366.
- Khanna N, Sharma S, (2013) *Allium cepa* Root Chromosomal Aberration Assay: A Review. *Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research*, 1(03): 105-119.
- Macar O, Macar TK, Çavuşoğlu K, Yalçın E (2020) Determination of Protective Effect of Carob (*Ceratonia siliqua* L.) Extract against Cobalt (II) Nitrate-Induced Toxicity. *Environmental Science and Pollution Research* 27: 40253-40261.
- Mao QQ, Xu XY, Cao SY, Gan RY, Corke H, Li HB (2019) Bioactive Compounds and Bioactivities of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Foods* 8(6): 185.
- Pandir D (2018) Assessment of the Genotoxic Effect of the Diazinon on Root Cells of *Allium cepa* (L.). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 61: e18160390.
- Saeidi M, Naeimi A, Komeili M (2016) Magnetite Nanoparticles Coated with Methoxypolyethylene Glycol as an Efficient Adsorbent of Diazinon Pesticide from Water. *Advances in Environmental Technology* 2(1): 25-31.
- Sh G, Shabestani Monfared A, Zabihi E, Khoshbin Khoshnazar A, Asadi J, Abedian Z, Borzoueisileh S (2020) Changes in the Radiation Toxicity of Human Lymphoblastic T-cell Line (Jurkat) by a Common Pesticide: Diazinon. *Journal of Biomedical Physics and Engineering* 10(2): 147-154.
- Shah MD, Iqbal M (2010) Diazinon-induced Oxidative Stress and Renal Dysfunction in Rats. *Food and Chemical Toxicology* 48(12): 3345-3353.
- Staykova TA, Ivanova EN, Velcheva IG (2005) Cytogenetic Effect of Heavy Metal and Cyanide in Contaminated Waters from the Region of Southwest Bulgaria. *Journal of Cell and Molecular Biology* 4(1): 41-46.
- Stoner GD (2013) Ginger: is It Ready for Prime Time?. *Cancer Prevention Research* 6(4): 257-262.
- Tabasideh S, Maleki A, Shahmoradi B, Ghahremani E, McKay G (2017) Sonophotocatalytic Degradation of Diazinon in Aqueous Solution Using Iron-doped TiO₂ Nanoparticles. *Separation and Purification Technology* 189: 186-192.
- Trimedona N, Rahzarni R, Syahrul S, Muchrida Y, Roza I (2020) Antioxidant Properties of Herbal Tea Prepared from Red Dragon Fruit Peel with The Addition of Ginger. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology* 4(2): 181-188.
- Unyayar S, Celik A, Cekic FO, Gozel A (2006) Cadmium-Induced Genotoxicity, Cytotoxicity, and Lipid Peroxidation in *Allium sativum* and *Vicia faba*. *Mutagenesis* 21:77-81.
- USEPA (US Environmental Protection Agency) (1996) Seed Germination/Root Elongation Toxicity Test, OPPTS 850.4200, EPA712/C-96/154. In: *Ecological Effects Test Guidelines*. Washington, DC.
- WHO (World Health Organization) (1985) Guide to short-term tests for detecting mutagenic and carcinogenic chemicals. *Environ. Health Criteria* 51, Geneva, pp. 208
- Zargar A, Taheri Mirghaed A, Mirzargar SS, Ghelichpour M, Yousefi M, Hoseini SM (2020) Dietary Ginger Administration Attenuates Oxidative Stress and Immunosuppression Caused by Oxytetracycline in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research* 51(10): 4215-4224.
- Zou J, Yue J, Jiang W, Liu D (2012) Effects of Cadmium Stress on Root Tip Cells and Some Physiological Indexes in *Allium cepa* var. *agrogarum* L. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* 54: 129-141.
- Zulaikhah ST (2018) Effects of Tender Coconut Water on Antioxidant Enzymatic Superoxide Dismutase (SOD), Catalase (CAT), Glutathione Peroxidase (GPx) and Lipid Peroxidation in Mercury Exposure Workers. *International Journal of Science and Research* 4(12): 517-524.

Kahramanmaraş Ekolojik Koşullarında Kışlık ve Yazlık Ekilen Çörek Otu (*Nigella* sp.) Genotiplerinin Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Erol KESER¹ , Osman GEDİK*¹ 

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş

Öz: Bu çalışma 2016-2017 vejetasyon döneminde Kahramanmaraş merkez şartlarında kışlık ve yazlık ekilen çörek otu (*Nigella* sp.) genotiplerinin tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama arazisinde yürütülmüştür. Deneme; tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme planına göre 3 tekerrürlü olarak dönemler (kışlık-yazlık) ana parsellere genotipler alt parsellere gelecek şekilde kurulmuştur. Araştırmada 6 farklı çörek otu genotipi (Urfa, Eskişehir I, Eskişehir II, Antep, Denizli ve Kahramanmaraş) kullanılmıştır. Kışlık ekimde; bitki boyu 39.10-71.06 cm, bitkide dal sayısı 4.53-7.33 adet/bitki, bitkide kapsül sayısı 14.56-22.08 adet/bitki, kapsüldeki tohum sayısı 96-309.88 adet/kapsül, bin tane ağırlığı 2.18-3.46 g, tohum verimi 91.66-126.66 kg/da, sabit yağ oranı %28.66-38.00, uçucu yağ oranı %0.08-0.66, protein oranı %17.55-19.72 olarak bulunmuştur. Yazlık ekimde ise; bitki boyu 25.66-45.03 cm, bitkide dal sayısı 4.03-8.33 adet/bitki, bitkide kapsül sayısı 7.33-12.70 adet/bitki, kapsüldeki tohum sayısı 59-92.10 adet/kapsül, bin tane ağırlığı 1.71-3.65 g, tohum verimi 14.86-39.03 kg/da, sabit yağ oranı %18.00-28.33, protein oranı %19.21-22.59, uçucu yağ oranı %0.08-0.60 olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre Kahramanmaraş merkez koşullarında çörek otunun kışlık ekiminden yazlık ekime göre daha iyi verim alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Farklı ekim dönemi, *Nigella sativa*, sabit yağ, uçucu yağ

Determination of Agricultural and Quality Characteristics of Black Cumin (*Nigella* sp.) Genotypes Sown in Winter and Summer under Kahramanmaraş Ecological Conditions

Abstract: This study was carried out during 2016-2017 vegetation period in Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops Research and Application in order to determine the agricultural and quality characteristics of black seed (*Nigella* sp.) genotypes in Kahramanmaraş. The experiment designed as split plots in randomized blocks as 3 replications. Six different genotypes (Urfa, Eskişehir 1, Eskişehir 2, Antep, Denizli and Kahramanmaraş) were used in the study. In this study, phenological, herbal, yield and quality characteristics were investigated during the field trial and after harvesting. As a result of the measurements taken in winter sowing; plant height 39.10-71.06 cm, the number of branches 4.53-7.33 number/plant, the number of capsules 14.56-22.08 number/plant, the number of seeds in the capsule 96-309.88 number/capsule, the seed weight was found as 2.18-3.46 g, seed yield was 91.66-126.66 kg/da, fixed oil percentage 28.66-38.00%, volatile oil ratio 0.08-0.66% and protein ratio 17.55-19.72%. In the summer sowing; plant height 25.66-45.03 cm, number of branches 4.03-8.33 number/plant, number of capsules 7.33-12.70 number/plant, the number of seeds in the capsule 59-92.10 number/capsule, the seed weight was found to be 1.71-3.65 g, the seed yield was 14.86-39.03 kg/da, the constant oil ratio was 18.00-28.33%, the protein ratio was 19.21-22.59% and the volatile oil ratio was found 0.08-0.60%. According to the results of the study, a better yield was obtained from winter cultivation of black cumin seed in Kahramanmaraş center conditions than summer cultivation.

Anahtar kelimeler: Different planting period, *Nigella sativa*, fixed oil, essential oil

GİRİŞ

Çörek otu (*Nigella*), düğünçeğigiller (Ranunculaceae) familyasına ait tek yıllık otsu bir bitkidir (Tanker ve ark., 2013). Bu bitki Güneybatı Asya ve Akdeniz bölgesinde doğal olarak yetişir (Kara ve ark., 2015). *Nigella* cinsi dünyada 20-24 kadar türü olup, bunlardan 12-15'inin Türkiye florasında bulunduğu belirtilmektedir (Ayhan, 2012; Başer, 2010). *N. sativa* ve *N. damascena* kültürü yapılan en önemli iki türüdür (Ayhan, 2012; Baydar, 2016; Ürüştan, 2016). Çörek otu genellikle 30-70 cm boylanabilen, gövdesi dik ve tüylü yapıdadır. Çörek otu tohumları oval şeklinde, 3-4 köşeli, siyah renkte 1.5-2 mm genişliğinde ve 2.5-4 mm boyundadır (Baydar, 2016). Çörek otu önemli tıbbi ve aromatik bitkilerden birisidir. Bu bitkinin tohumu Orta Doğunun farklı bölümlerinde ve Güney Asya'da sağlıklı kalmak ve pek çok

hastalık etmenini yenmek için uzun süreden beri kullanılmaktadır. Çörek otunun Tutan Kamon'un mezarında bulunmuş olmasının yanı sıra Hipokrat, Dioskorides ve İbni Sina tarafından tıbbi vakalarda kullanıldığı bilinmektedir. Çörek otunda %15-35 oranında sabit yağ vardır. İçerdiği mineraller; fosfor, potasyum, selenyum, çinko, demir, bakır ve kalsiyumdur. Oleik asit, linoleik asit, palmitik

***Sorumlu Yazar:** ogedik@ksu.edu.tr Bu çalışma yüksek lisans tez ürünüdür ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından (Proje No: 2017/1-22 YLS) desteklenmiştir.

Geliş Tarihi: 3 Kasım 2020

Kabul Tarihi: 9 Mart 2021

asit gibi önemli yağ asitlerini içerir.

Halk arasında çörek otu mide rahatsızlıkları, tıpta gaz söktürücü, dizanteri, idrar söktürücü (diüretik), şişmanlık, sırt ağrısı, astım, bronşit, öksürüğü hafifletici, iştah açıcı, adet düzenleyici, sarılık giderici ve daha birçok hastalığa tedavi edici olarak kullanılır. Emziren annelerde süt artırıcı, cilt bakımı, kozmetik, hoş kokusu nedeniyle ilaçlarda lezzet verici ve koku giderici olarak da kullanılır (Özguven, 2005; Başer, 2010; Anonim, 2013).

Bitkilerin büyümesi ve gelişmesinde, etken maddelerin sentezlenmesinde, elde edilen uçucu yağın miktarı ve kalitesinde iklim ve toprak koşulları temel faktörlerdir (Kara, 2015). Bu sebeple Kahramanmaraş merkez ekolojik koşullarında çörek otu bitkisinin kışlık ve yazlık olarak yetiştirilebilme imkanları, tarımsal ve kalite özellikleri ile verim bakımından hangi dönemin daha uygun olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma; Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'ne ayrılan araştırma ve uygulama arazisinde 2017 yılı vejetasyon döneminde yazlık ve kışlık olarak yürütülmüştür.

Çalışma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme planına göre düzenlenmiş olup dönemler (kışlık-yazlık) ana parsellere, genotipler alt parsellere gelecek şekilde düzenlenmiştir. Kışlık ekim 11.11.2016 tarihinde, yazlık ekimde ise 28.02.2017 tarihinde parsel boyu 3 m, eni 1.80 m ve sıra arası 30 cm olacak şekilde altı sıralı olarak ekim yapılmıştır. Parsellerde sıra üzeri 10 cm olacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi için 2-3 defa çapalama yapılmış çiçeklenme döneminde yağışların azalmasıyla birlikte olgunlaşma dönemine kadar 3 defa yüzeysel sulama yapılmıştır.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi 2016 yılında kışlık ekimin yapıldığı Kasım ayında minimum-maksimum sıcaklık değerleri 0.3-23.7 °C arasında değişirken uzun yıllar ortalama minimum-maksimum sıcaklık değerleri 11.7-17.7 °C arasında değişmiştir. Yazlık ekimin yapıldığı 2017 mart

Çizelge 1. Kahramanmaraş'ın Ekim-Haziran ayları arasındaki 2016-2017 yılı ve 1926-2017 arası uzun yıllara (U.Y.) ait sıcaklık-yağış değerleri (Anonim, 2017)

Aylar	Yıllar	Sıcaklık °C		Toplam Yağış (mm)			
		Minimum	Maksimum	U.Y. Ort.		Yağış (mm)	U.Y. Ort.
				Min.	Max.		
Ekim	2016	9.2	32.5	19.1	25.9	9.1	46.8
Kasım	2016	0.3	23.7	11.7	17.7	14.1	82.5
Aralık	2016	-4.5	15.2	6.7	11.1	23.4	126.8
Ocak	2017	-4.2	13.7	4.9	9.1	53.3	129.3
Şubat	2017	-3.4	21.1	6.5	10.09	2.6	112.8
Mart	2017	2.6	23.3	10.7	15.8	23.2	97.5
Nisan	2017	4.5	29.9	15.5	21.1	39.6	73.4
Mayıs	2017	10.3	31.8	20.3	26.6	33.2	40.6
Haziran	2017	16.3	39.2	25.2	31.8	0.8	6.8

ayında ise; minimum-maksimum sıcaklık değerleri 2.6-23.3 °C arasında değişirken uzun yıllar ortalama minimum-maksimum sıcaklık değerleri 10.7-15.8 °C arasında değişmiştir.

Hasadın yapıldığı 2017 yılı Haziran ayında ise; minimum-maksimum sıcaklık değerleri 16.3-39.2 °C arasında değişirken uzun yıllar ortalama minimum-maksimum sıcaklık değerleri 25.2-31.8 °C arasında değiştiği görülmüştür. Yağış bakımından 2016 yılı kışlık ekimin yapıldığı Kasım ayı, yazlık ekimin yapıldığı 2017 yılı mart ayı ve hasadın yapıldığı Haziran ayı dahil olmak üzere ekimden hasada kadar tüm aylarda yağış miktarının uzun yıllar yağış ortalamasından düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Araziden alınan toprak örneğinin kimyasal ve fiziksel özellikleri belirlenmesi amacıyla toprak analizi yapılmıştır. Çizelge 2'de deneme alanı toprağının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri belirtilmiştir. Buna göre deneme alanı killi bir yapıya sahip, kireç oranı yüksek, yarayıslı fosfor (P₂O₅) oranı orta seviyede, yarayıslı potasyum (K₂O) oranı yüksektir. Deneme alanına daha sonra gübreleme (N, P) yapılarak çörek otu yetiştirmeye uygun hale getirilmiştir. Dekara 6 kg düşecek şekilde N ve P dozu uygulanmıştır. Fosforun tamamı ekimle birlikte, N ise yarısı ekimle kalan yarısı sapa kalkma döneminde verilmiştir.

Çizelge 2. Deneme alanı toprağının kimyasal ve fiziksel özellikleri

Özellikler	Değerler	Yorumlar
Toprak derinliği (cm)	0-30	
Suya Doygunluk (%)	72	Killi
pH	7.66	Hafif alkalin
Organik Madde (%)	1.66	Düşük
Kireç (CaCO ₃) (%)	3.91	Kireçli
Tuzluluk (%)	0.86	Düşük
Fosfor P ₂ O ₅ (kg/da)	6.29	Orta
Potasyum K ₂ O (kg/da)	53	Yüksek

(*) Toprak analizleri Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü toprak analiz laboratuvarında yapılmıştır.

Deneme kullanılan tohum materyalleri; Urfa genotipi (*N. sativa*) GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsünden, Eskişehir I (*N. sativa* (Çameli)) ve II (*N. damascena*) genotipleri Geçit Kuşluğu Tarımsal Araştırma Enstitüsünden, Antep ve Denizli (*N. sativa*) genotipleri bu illerdeki yerel üreticilerden ve Kahramanmaraş genotipi (*N. orientalis*) ise KSÜ Aşar Kampüsü doğal florasından toplanarak 2016 yılında temin edilmiştir.

Bitkisel, verim ve kaliteyle ilgili karakterlere ait gözlemlerden elde edilen sonuçların varyans analizleri SAS 9.1 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Önemli bulunan farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testine (önemli bulunan olasılık sınırına göre $P<0.05$) tabi tutulmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada incelenen bitkisel, verim ve kalite unsurları ile ilgili özelliklerden elde edilen veriler ile bu verilerin analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Bitki Boyu (cm)

Kışık ve yazlık olarak ekimi yapılan çörek otu (*Nigella* sp.) genotiplerinde bitki boyuna ait ortalama değerler Çizelge 3'te verilmiştir. Bitki boyu üzerine dönem, genotip ve dönem x genotip interaksiyonunun istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Çizelge 3'e göre genotiplerde en yüksek bitki boyu ortalama değeri istatistiki olarak aynı grupta yer alan Urfa ve Eskişehir I genotiplerinde sırasıyla 56.80 cm ve 57.58 cm iken en düşük bitki boyu ortalaması ise 32.38 cm ile Antep genotipinde belirlenmiştir. Dönem ortalamalarına bakıldığında kışık ekimdeki bitki boyu ortalama değeri (58.74 cm) yazlık ekim bitki boyu değerinden (38.26 cm) yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Ertaş (2016)'ın iki yıl süreyle yürütmüş olduğu çalışmanın yıl x dönem interaksiyonuna bakıldığında bitki boyu açısından en yüksek ortalama değer kışık ekim döneminde elde edildiği görülmüştür. Şekil 1A'ya göre dönem x genotip interaksiyonu incelendiğinde en uzun bitki boyu Urfa genotipi (71.06 cm) kışık ekiminde, en kısa bitki boyu ise Antep genotipi (25.66 cm) yazlık ekiminde elde edilmiştir (Çizelge 3). Kışık ekimdeki bitki boylarına ait değerler (39.10-71.06 cm), Kılıç ve Arabacı (2016)'ın (78.90 cm) ve Özel ve ark. (2009)'nin (69.07-88.50 cm) bildirdiği değerlerden düşük ve Tektaş (2015)'in (63.87-70.37 cm) bildirdiği değere yakın bulunmuştur. Yazlık ekimde (25.66-45.03 cm) ise Bıyık (2018) (41.0-56.8 cm) ve Telci (1995)'nin (44.33- 50.35 cm) değerlerinden düşük, Beyzi (2018) (44.22), Kulan ve ark. (2012) (33.00-43.67 cm), Taqi (2013) (42.98- 43.05 cm), Baytöre (2011) (34.53-53.58 cm), Ürüşan (2016) (22.0-47.7 cm), Özyılmaz ve ark. (2014) (19.6-67.75 cm) ve Tavas ve ark. (2014)'nin (32.33-35.47 cm) değerlerine yakın ve benzer olup, Selicioğlu (2018) (22-30 cm) ve Akgören (2011)'nin (16.6- 25.2 cm) değerlerinden yüksek bulunmuştur. Kışık çörek otu ekiminin yazlık ekime göre bitki boyu üzerine olumlu etkisi olduğu gözlenmiştir. Kılıç ve

Arabacı (2016), çörek otunda ekim zamanının erken, tohumluk miktarının ise fazla olmasının bitki boyu üzerine olumlu etkisinin olduğunu bildirmiştir. Yapılan çalışmalarda bulunan bu farklılıklar; genotipten, farklı tarımsal uygulamalar ve farklı ekolojik koşullardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bitkide Dal Sayısı (adet/bitki)

Çizelge 3'te görüldüğü gibi bitkide dal sayısı üzerine dönem %5 düzeyinde, genotip ve dönem x genotip interaksiyonu %1 düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. Genotiplerde en yüksek bitkide dal sayısı ortalama değeri Eskişehir II genotipinde (7.83 adet/bitki) iken en düşük bitkide dal sayısı ortalaması ise Antep (4.28 adet/bitki) genotipinde belirlenmiştir. Dönem ortalamalarına bakıldığında kışık ekimdeki bitkide dal sayısı değeri (6.21 adet/bitki) yazlık ekimdeki bitkide dal sayısı değerinden (5.47 adet/bitki) yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Şekil 1B'ye göre dönem x genotip interaksiyonu incelendiğinde en yüksek bitkide dal sayısı Eskişehir II genotipinin yazlık ekiminde (8.33 adet), en düşük bitkide dal sayısı Antep genotipinin yazlık ekiminden (4.03 cm) elde edilmiştir (Çizelge 3). Çalışmada bulunan bitkide dal sayısına ait değerler diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında; kışık ekimde (4.53-7.33 adet/bitki), Kılıç ve Arabacı (2016) (9.17 adet/bitki), Tektaş (2015) (6.70-8.17 adet/bitki) ve Özel ve ark. (2009)'nin (2.30- 4.43 adet/bitki) bildirdiği değerlere yakın bulunmuştur. Yazlık ekimde (4.03-8.33 adet/bitki) ise Bıyık (2018) (3.2-4.2 adet/bitki), Selicioğlu (2018) (2.3-4 adet/bitki), Tavas ve ark. (2014) (2.80-3.12 adet/bitki), Baytöre (2011) (3.45-4.42 adet/bitki), Akgören (2011) (3.1-4.6 adet/bitki) ve Taqi (2013)'nin (2.5-3.1 adet/bitki) bildirdiği değerlerden yüksek, Ürüşan (2016) (3.9-6.7 adet/bitki) ve Telci (1995)'nin (4.47- 5.16 adet/bitki) bildirdiği değerlere yakın ve benzer bulunmuştur.

Bitkide Kapsül Sayısı (adet/bitki)

Çizelge 3'te görüldüğü gibi bitkide kapsül sayısı üzerine dönem ve genotip istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemlidir. Genotiplerde bitkide kapsül sayısı bakımından en yüksek değeri istatistiki olarak aynı grupta yer alan Urfa ve Eskişehir I genotipleri sırasıyla 16.95 ve 17.07 adet/bitki iken en düşük bitkide kapsül sayısı ortalaması ise K.maraş genotipinde (10.95 adet/bitki) belirlenmiştir. Dönem ortalamalarına bakıldığında kışık ekimdeki bitkide kapsül sayısı ortalama değeri (18.32 adet/bitki) yazlık ekimdeki değerden (10.59 adet/bitki) yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Şekil 1C'de bitkide kapsül sayısına ait ortalama değerlerin dönem x genotip interaksiyonu verilmiştir. Çalışmada bulunan bitkide kapsül sayısına ait değerler; kışık ekimde (14.56-22.08 adet/bitki), Özel ve ark. (2009)'nin (2.27-15.97 adet/bitki) bildirdiği değerden yüksek, Tektaş (2015) (15.23-25.10 adet/bitki) ve Kılıç ve Arabacı (2016)'in (16.17 adet/bitki) bildirdiği sonuca yakın ve benzer

bulunmuştur. Yazlık ekimde (7.33-12.70 adet/bitki) ise, Selicioğlu (2018) (2.6-4.3 adet/bitki) ve Taqi (2013)'nin (4.5-4.9 adet/bitki) bildirdiği değerden yüksek, Akgören (2011) (5.6-9.2 adet/bitki), Baytöre (2011) (5.70-7.23 adet/bitki), Tavas ve ark. (2014) (7.65-8.55 adet/bitki), Telci (1995) (7.97-8.37 adet/bitki), Bıyık (2018) (8.2-15.4 adet/bitki), Özyılmaz ve ark. (2014)'nin (3.9-25.3 adet/bitki), tespit ettiği sonuca yakın ve benzer bulunmuştur.

Kapsüldeki Tohum Sayısı (adet/kapsül)

Çizelge 3'te görüldüğü gibi kapsüldeki tohum sayısı üzerine dönem, genotip ve dönem x genotip interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

Genotiplerde en yüksek kapsülde tohum sayısı ortalama değeri Kahramanmaraş genotipinde (193.42 adet/bitki) iken en düşük kapsülde tohum sayısı ise Antep (77.50 adet/bitki) genotipinde belirlenmiştir. Dönem ortalamalarına bakıldığında kışlık ekimdeki kapsülde tohum sayısı değeri (142.33 adet/bitki) yazlık ekimdeki kapsülde tohum sayısı değerinden (75.32 adet/bitki) yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Şekil 1D'ye göre dönem x genotip interaksyonunu incelendiğinde en fazla kapsülde tohum sayısı Kahramanmaraş genotipinin kışlık ekiminde (309.88 adet/kapsül), en düşük kapsülde tohum sayısı Antep genotipinin yazlık ekiminden (59.00 adet/kapsül) elde edilmiştir (Çizelge 3). Çalışmada bulunan kapsüldeki tohum sayısına ilişkin değerler; kışlık ekimde (96.00-309.88 adet/kapsül), Tektaş (2015)'in (81.65-90.80 adet/kapsül) bildirdiği sonuçtan yüksek bulunmuştur. Yazlık ekimde (59.00-92.10 adet/kapsül) ise, Ürüşan (2016) (62.2-117.3 adet/kapsül), ve Akgören (2011)'in (60.5-94.2 adet/kapsül) bildirdiği değerlere yakın ve benzer bulunmuştur. Erken ekim zamanının kapsüldeki tohum ağırlığı üzerine olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir (Kılıç ve Arabacı 2016).

Bin Tane Ağırlığı (g)

Çizelge 3'e göre bin tane ağırlığı üzerine dönem %5'e, genotip ve dönem x genotip interaksyonu %1'e göre istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Genotiplerde en yüksek bin tane ağırlığı ortalama değeri Antep genotipinde (3.35 g) iken en düşük bin tane ağırlığı ise Eskişehir II (1.94 g) genotipinde belirlenmiştir. Dönem ortalamalarına bakıldığında kışlık ekimdeki bin tane ağırlığı ortalama değeri (2.71 g) yazlık ekimdeki bin tane ağırlığı değerinden (2.48 g) yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Şekil 1E'ye göre dönem x genotip interaksyonu incelendiğinde en yüksek bin tane ağırlığı Antep genotipinin yazlık ekiminde (3.65 g), en düşük bin tane ağırlığı Eskişehir II genotipinin yazlık ekiminden (1.71 g) elde edilmiştir (Çizelge 3). Çalışmada bulunan bin tane ağırlığına ait değerler; kışlık genotiplerde (2.18-3.46 g), Kılıç ve Arabacı (2016) (2.59 g) ve Tektaş (2015)'in (2.40-2.90 g) bildirdiği

değerlere yakın ve benzer bulunmuştur. Yazlık genotiplerde (1.71-3.65 g) ise Ürüşan (2016)'in (2.5-3.5 g) bildirdiği değere benzer, Bıyık (2018) (2.1-2.8 g), Tavas ve ark. (2014) (2.34-2.73 g), Kulan ve ark. (2012) (2.22-2.69 g), Telci (1995) (2.13- 2.34 g), Taqi (2013) (2.57-2.78 g), Baytöre (2011) (1.97-2.30 g), Akgören (2011) (1.21- 2.62 g) ve Selicioğlu (2018)'nin (1.95-2.96 g) bildirdiği değerlere yakın ve benzer bulunmuştur.

Tohum Verimi (kg/da)

Çizelge 3'e göre tohum verimi üzerine dönem, genotip ve dönem x genotip interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemlidir. Genotipler bakımından en yüksek tohum verimi Eskişehir I genotipinde (78.54 kg/da) iken en düşük tohum verimi ise Denizli (60.90 kg/da) genotipinde belirlenmiştir. Dönem ortalamalarına bakıldığında kışlık ekimdeki tohum verimi değeri (108.3 kg/da) yazlık ekimdeki tohum verimi değerinden (26.20 kg/da) yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Şekil 1F'ye göre dönem x genotip interaksyonunu incelendiğinde en yüksek tohum verimi Eskişehir I genotipinin kışlık ekiminde (126.66 kg/da), en düşük tohum verimi ise Kahramanmaraş genotipinin yazlık ekiminden (14.86 kg/da) elde edilmiştir (Çizelge 3). Çalışmada bulunan tohum verimine ait değerler; kışlık genotiplerde (91.66-126.66 kg/da), Özel ve ark. (2009)'nin (140.63-248.23 kg/da) belirttiği değerden düşük, Tektaş (2015)'in (71.90-118.77 kg/da) belirttiği değerden yüksek bulunmuştur. Yazlık genotiplerde (14.86-39.03 kg/da) ise, Ürüşan (2016) (94.8-169.1 kg/da), D'antuono ve ark. (2001) (40.4-101.8 kg/da), Selicioğlu (2018) (58.4-122 kg/da), Bıyık (2018) (117.7-191.3 kg/da), Şahin (2013) (3.81-93.53 kg), Tavas ve ark. (2014) (55.77-68.91 kg/da) ve Kulan ve ark. (2012)'nin (67.66-90.33 kg/da) belirttiği değerlerden düşük bulunmuştur. Ertuğrul (1986) (15.5-27.3 kg/da) ve Baytöre (2011)'nin (28.43-43.50 kg/da) belirttiği değerlere yakın bulunmuştur. Ertaş (2016)'in yapmış olduğu çalışmada; tohum veriminde 2012 yılında yazlık ekimler, 2013 yılında ise kışlık ekimlerden yüksek verim alınmıştır. İki yılın ekim dönemleri arasındaki bu farklılığın çalışmanın yürütüldüğü yıllardaki iklimdeki değişikliklerden kaynaklandığını bildirmiştir. İnan (2020)'a göre tohum verimindeki farklılıklar muhtemelen, çalışmaların yürütüldüğü ekolojiler, özellikle ekim zamanları (kışlık-yazlık), kültürel koşullar, gübreleme, çalışmaların tescilli çeşit veya yerel popülasyonlar ile yapılması gibi bazı nedenlerden ileri gelebilmektedir. Bu çalışmadaki yazlık ekimlerdeki verim düşüklüğünün sebebi olarak Kahramanmaraş'ta yaz sıcaklıklarının erken yükselmesi nedeniyle bitki normal gelişim döneminden daha erken generatif döneme girerek çiçeklenmeye gitmekte ve bu sebeple vejetatif gelişimdeki düşüşe bağlı olarak verimde azalmalar görülmüştür.

Çizelge 3. Kışlık ve yazlık ekilen çörek otu (*Nigella* sp.) genotiplerinin bitki boyu, bitkide dal sayısı, bitkide kapsül sayısı, kapsüldeki tohum sayısı ve bin tane ağırlığı ve tohum verimine ait ortalama değerler

Bitki Boyu (cm)				Bitkide Dal Sayısı (adet/bitki)			
Genotipler	Kışlık	Yazlık	Genotip Ort.(A)	Genotipler	Kışlık	Yazlık	Genotip Ort.(A)
Urfa	71.06 a	42.53 cd	56.80 A	Urfa	6.40 abc	5.53 b-e	5.96 CB
Eskişehir I	70.13 ab	45.03 cd	57.58 A	Eskişehir I	6.73 abc	5.76 bcd	6.25 B
Antep	39.10 de	25.66 f	32.38 D	Antep	4.53 abc	4.03 e	4.28 D
Denizli	61.99 ab	41.70 cd	51.84 B	Denizli	5.73 b-e	4.96 cde	5.35 C
Eskişehir II	48.45 c	33.53 e	40.99 C	Eskişehir II	7.33 ab	8.33 a	7.83 A
K.maraş	61.73 b	41.10 cd	51.41 B	K.maraş	6.53 abc	4.23 de	5.38 C
Dönem Ort.(B)	58.74 A	38.26 B		Dönem Ort.(B)	6.21 A	5.47 B	
F(A): 92.11**, F(B): 251.46**, F(AXB): 7.89**, LSD _A : 3.03, LSD _B : 1.75				F(A): 22.18**, F(B): 30.09*, F(AXB): 4.41**, LSD _A : 0.74, LSD _B : 0.42			
Bitkide Kapsül Sayısı (adet/bitki)				Kapsüldeki Tohum Sayısı (adet/kapsül)			
Genotipler	Kışlık	Yazlık	Genotip Ort.(A)	Genotipler	Kışlık	Yazlık	Genotip Ort.(A)
Urfa	21.20	12.70	16.95 A	Urfa	98.06 b-e	92.10 cde	95.08 CB
Eskişehir I	22.08	12.06	17.07 A	Eskişehir I	128.26 b	90.20 cde	109.23 B
Antep	15.63	8.13	11.88 DC	Antep	96.00 b-e	59.00 f	77.50 D
Denizli	19.60	12.20	15.90 BA	Denizli	113.20 bc	66.46 ef	89.83 CD
Eskişehir II	16.86	11.13	14.00 BC	Eskişehir II	108.60 bcd	67.23 ef	87.91 CD
K.maraş	14.56	7.33	10.95 D	K.maraş	309.88 a	76.96 def	193.42 A
Dönem Ort.(B)	18.32 A	10.59 B		Dönem Ort.(B)	142.33 A	75.32 B	
F(A): 7.39**, F(B): 164.13**, F(AXB): 0.55 öd, LSD _A : 2.84, LSD _B : 1.64				F(A): 57.82**, F(B): 168.97**, F(AXB): 53.95**, LSD _A : 16.57, LSD _B : 9.56			
Bin Tane Ağırlığı (g)				Tohum Verimi (kg/da)			
Genotipler	Kışlık	Yazlık	Genotip Ort.(A)	Genotipler	Kışlık	Yazlık	Genotip Ort.(A)
Urfa	2.44 def	2.04 fg	2.24 D	Urfa	91.66 b	39.03 c	65.34 BC
Eskişehir I	2.37 def	2.23 ef	2.30 D	Eskişehir I	126.66 a	30.41 cd	78.54 A
Antep	3.06 bc	3.65 a	3.35 A	Antep	119.03 ab	23.19 cd	71.11 BA
Denizli	2.74 cd	2.45 de	2.59 C	Denizli	95.27 b	26.53 cd	60.90 C
Eskişehir II	2.18 ef	1.71 g	1.94 E	Eskişehir II	102.50 ab	23.19 cd	62.84 BC
K.maraş	3.46 ab	2.80 cd	3.13 B	K.maraş	113.05 ab	14.86 d	63.95 BC
Dönem Ort.(B)	2.71 A	2.48 B		Dönem Ort.(B)	108.03 A	26.20 B	
F(A): 83.58**, F(B): 49.84*, F(AXB): 13.48**, LSD _A : 0.17, LSD _B : 0.10				F(A): 4.08**, F(B): 466.82**, F(AXB): 8.01**, LSD _A : 9.61, LSD _B : 5.55			

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli, ** $P < 0.01$ düzeyinde önemli, öd önemsiz &: Aynı satır ve sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($P > 0.05$).

Protein Oranı (%)

Çizelge 4'e göre protein oranı üzerine dönem, genotip ve dönem x genotip etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. Genotipler bakımından en yüksek protein oranı değeri Antep genotipinde (%22.59) iken en düşük protein oranı ise Kahramanmaraş (%18.42) genotipinde belirlenmiştir. Dönem ortalamalarına bakıldığında yazlık ekimdeki protein oranı değeri (%20.63) kışlık ekimdeki protein oranı değerinden (%18.65) yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Şekil 1G'ye göre dönem x genotip etkisi incelendiğinde en yüksek protein oranı Antep genotipinin yazlık ekiminde (%22.59), en düşük protein oranı ise Kahramanmaraş genotipinin kışlık ekiminden (%17.63) elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çalışmada bulunan protein oranına ait değerler; kışlık genotiplerde (%17.55-19.72), Taqi (2013)'nin (%23.47-33.60) bildirdiği değerden düşük bulunmuştur. Yazlık genotiplerde (%19.21-22.59) ise aynı şekilde, Al-jassir (1992) (%20.85) ve Ürüşan (2016)'nın (%15.4-24.4) bildirdiği değere yakın ve benzer bulunmuştur.

Uçucu Yağ Oranı (%)

Uçucu yağ oranı üzerine genotipler arasındaki fark istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Genotipler bakımından en yüksek uçucu yağ oranı Eskişehir I genotipinde (%0.61) iken en düşük uçucu yağ oranı ise Kahramanmaraş (%0.08) genotipinde belirlenmiştir. Dönem ortalamalarına bakıldığında ekim dönemleri arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark olmadığı görülmektedir (Çizelge 3). Şekil 1H'de uçucu yağ oranına ait ortalama değerlerin dönem x genotip etkisi verilmektedir. Literatür verilerine bakıldığında; Ertuğrul (1986), *N. damascena*'nın en fazla eterik yağ içeriğinin %0.73 olduğu, Burits ve Bucar (2000), *N. sativa* türünün uçucu yağ oranını %0.41-0.44 arasında olduğunu, D'antuono ve ark. (2001) İtalya ekolojik koşullarında *N. damascena* ve *N. sativa* türlerinde uçucu yağ oranları *N. sativa* da %0.28-0.50, *N. damascena* da %0.32-0.43 arasında değişim gösterdiği, Özel ve Demirbilek (2000)'e göre uçucu yağ oranı %0.19-0.25 arasında, Tektaş (2015), uçucu yağ oranı %0.08-0.20 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Çizelge 4. Kışlık ve yazlık ekilen çörek otu (*Nigella sp.*) genotiplerinin protein oranı, uçucu yağ oranı, sabit yağ oranı ve sabit yağ bileşenlerine ait ortalama değerler

Protein Oranı (%)				Uçucu Yağ Oranı (%)			
Genotipler	Kışlık	Yazlık	Genotip Ort.(A)	Genotipler	Kışlık	Yazlık	Genotip Ort.(A)
Urfa	17.55 g	21.22 b	19.38 D	Urfa	0.33	0.45	0.38 C
Eskişehir I	19.42 de	19.90 cd	19.66 C	Eskişehir I	0.66	0.60	0.61 A
Antep	18.99 ef	22.59 a	20.79 A	Antep	0.08	0.16	0.12 DE
Denizli	18.62 f	20.14 c	19.38 D	Denizli	0.16	0.16	0.16 D
Eskişehir II	19.72 cde	20.76 b	20.24 B	Eskişehir II	0.50	0.50	0.50 B
K.maraş	17.63 g	19.21 ef	18.42 E	K.maraş	0.08	0.08	0.08 E
Dönem Ort.(B)	18.65 B	20.63 A		Dönem Ort.(B)	0.29	0.32	
F(A): 90.31**, F(B): 275.67**, F(AXB): 61.79**, LSD _A : 0.25, LSD _B :0.14				F(A): 151.23**, F(B): 11.45 öd, F(AXB): 2.51 öd, LSD _A :0.05			
Kışlık Sabit Yağ Bileşenleri (%)				Yazlık Sabit Yağ Bileşenleri (%)			
Başlıca Bileşenler ve Oranları (%)				Başlıca Bileşenler ve Oranları (%)			
Genotipler	Linoleik asit	Oleik asit	Palmitik asit	Genotipler	Linoleik asit	Oleik asit	Palmitik asit
Urfa	58.38	22.70	11.41	Urfa	54.88	26.38	11.71
Eskişehir I	57.53	23.07	11.43	Eskişehir I	56.90	23.35	11.62
Antep	56.79	23.76	11.66	Antep	58.07	23.00	11.36
Denizli	57.66	23.25	11.56	Denizli	56.76	23.74	11.65
Eskişehir II	46.13	32.31	9.78	Eskişehir II	42.04	35.83	10.55
K.maraş	66.61	15.24	11.21	K.maraş	60.06	22.16	10.89
Sabit Yağ Oranı (%)							
Genotipler	Kışlık	Yazlık	Genotip Ort.(A)				
Urfa	34.33 abc	26.33 cd	30.33 BA	*P<0.05 düzeyinde önemli, **P<0.01 düzeyinde önemli, öd önemsiz &: Aynı satır ve sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir (P>0.05).			
Eskişehir I	36.00 abc	28.33 a-d	32.16 A				
Antep	35.16 abc	18.66 d	26.91 BC				
Denizli	38.00 a	27.00 bcd	32.50 A				
Eskişehir II	37.16 ab	18.00 d	27.58 BC				
K.maraş	28.66 a-d	20.66 d	24.66 C				
Dönem Ort.(B)	34.88 A	23.16 B					
F(A): 5.05**, F(B): 98.23**, F(AXB): 3.16*, LSD _A :4.11, LSD _B :2.37							

Kara ve ark. (2015) iki farklı lokasyonda iki yıl süre ile yapmış oldukları çalışmada en yüksek uçucu yağ oranının Eskişehir lokasyonundaki Tokat popülasyonunda birinci yıl %0.78 olarak ikinci yıl ise %0.66 olarak belirlemiş ve ortalama uçucu yağ değeri ilk yıl %0.28 ikinci yıl ise %0.23 olarak belirlenmiştir.

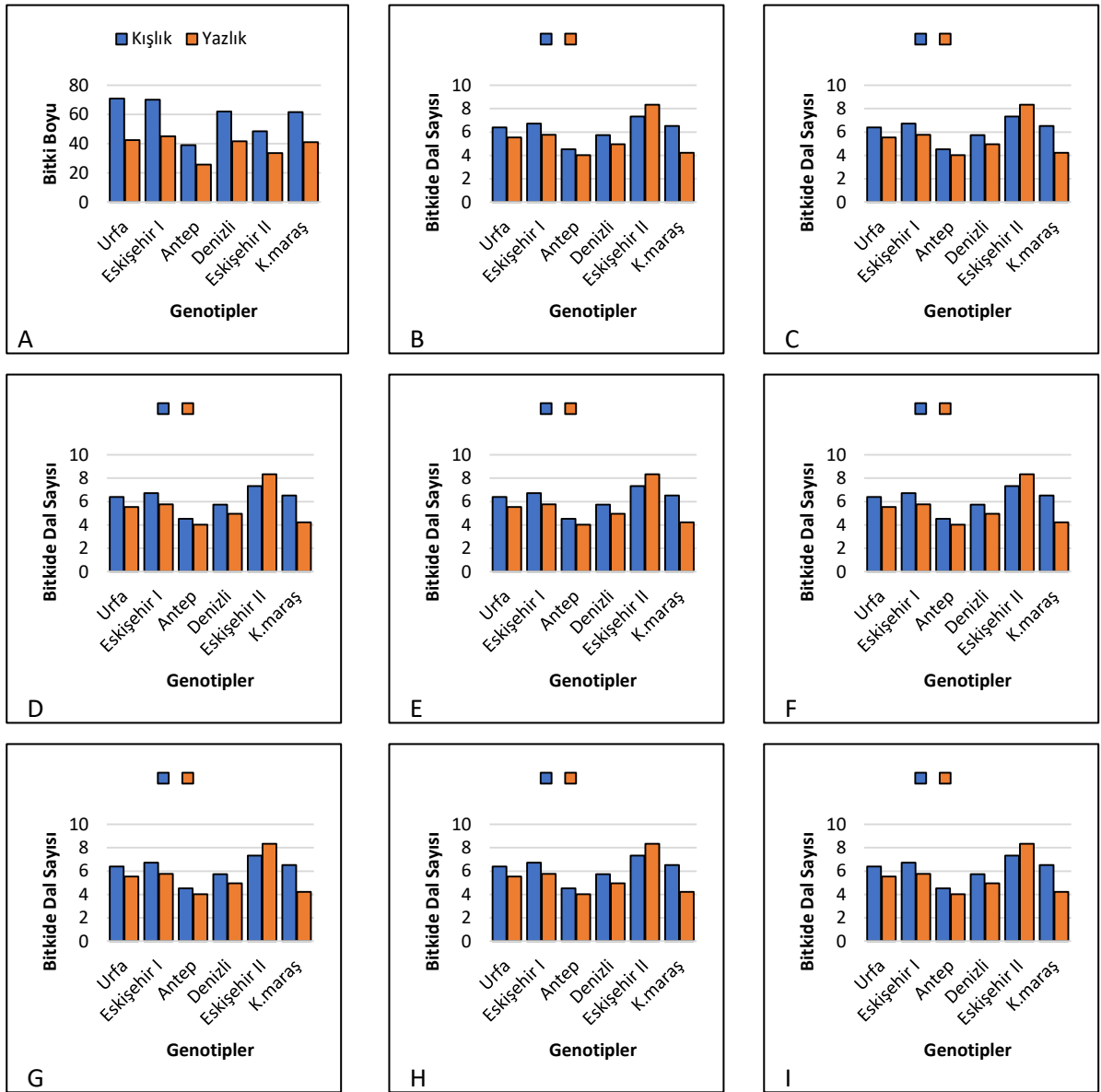
Sabit Yağ Oranı (%)

Sabit yağ oranı bakımından dönem ve genotip ortalamaları %1 düzeyinde, dönem x genotip interaksyonu ise %5 düzeyinde istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Genotipler bakımından en yüksek sabit yağ oranı Eskişehir I genotipinde (%32.16) iken en düşük sabit yağ oranı ise Kahramanmaraş (%24.66) genotipinde belirlenmiştir. Dönem ortalamalarına bakıldığında kışlık ekimdeki sabit yağ oranı (%34.88) yazlık ekimdeki sabit yağ oranı değerinden (%23.16) yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Şekil 11'ya göre dönem x genotip interaksyonu incelendiğinde en yüksek sabit yağ oranı Denizli genotipinin kışlık ekiminde (%22.59), en düşük sabit yağ oranı ise istatistiki olarak aynı grupta yer alan Antep, Eskişehir II ve Kahramanmaraş genotiplerinin yazlık ekiminden (sırasıyla %18.66, %18.00, %20.66) elde edilmiştir (Çizelge 3). Çalışmada bulunan sabit yağ oranına ait değerler; kışlık

genotipler dikkate alındığında (%28.66-38.00), Kılıç ve Arabacı (2016) (%32.28-38.17), Matthaus ve Özcan (2011) (%28-36.4), ve Tektaş (2015)'in (%27.90-41.20) bildirdiği sonuçlara yakın ve benzer bulunmuştur. Yazlık genotipler dikkate alındığında (%18.00-28.33) ise, Selicioğlu (2018) (%33.8-35.5), Ürüşan (2016) (%36.1-41.6), Tavas ve ark. (2014) (%36.09-36.37), Kulan ve ark. (2012) (%38.91-40.58) ve Telci (1995)'nin (%38.10- 39.54) bildirdiği sonuçlardan düşük olup, Akgören (2011)'in (%19.51- 26.34) bildirdiği sonuca benzer bulunmuştur.

Sabit Yağ Bileşenleri

Çörek otunda başlıca yağ asitlerinden olan ve kışlık ekimden elde edilen sonuçlara göre; palmitik asit (%) 9.78-11.66 arasında, oleik asit (%) 15.24-32.31 arasında ve linoleik asit (%) 46.13-66.61 arasında olduğu görülmektedir. Palmitik asit en fazla Antep genotipinde, oleik asit en fazla Eskişehir II genotipinde ve linoleik asit en fazla K.maraş genotipinde görülmektedir. Yazlık ekimi yapılan genotiplerin sabit yağ bileşenleri; palmitik asit (%) 10.55-11.71 arasında, oleik asit (%) 22.16-35.83 arasında ve linoleik asit (%) 42.04-60.06 arasında olduğu görülmektedir. Yazlık ekimlerde palmitik asit en fazla Urfa genotipinde, oleik asit kışlık ekimde olduğu gibi en fazla Eskişehir II genotipinde ve linoleik asit



Şekil 1. Kışlık ve yazlık ekilen çörek otu (*Nigella* sp.) genotiplerinin; A:Bitki boyu, B: Bitkideki dal sayısı, C: Bitkide kapsül sayısı, D: Kapsüldeki tane sayısı, E: Bin tane ağırlığı, F: Tohum verimi, G: Protein oranı, H: Uçucu yağ oranı ve I: Sabit yağ oranına ait ortalama

kışlık ekimde olduğu gibi en fazla K.maraş genotipinde görülmektedir. Uras ve ark. (2010)'nın yapmış olduğu çalışmaya göre *N. sativa*'nın başlıca sabit yağ asitleri palmitik asit %14.1, oleik asit %20 ve linoleik asit %51.8 olarak belirlenmiştir. Ertaş (2016)'a göre çalışılan genotipler arasında palmitik asit oranı %10.46-12.31 arasında, oleik asit %24.06-29.18 arasında, linoleik asit oranı %43.40-57.10 arasında değiştiği bildirilmiş olup, bu çalışmada elde edilen sonuçlarla uyumlu durumdadır.

SONUÇ

Sonuç olarak Kahramanmaraş şartlarında yaz sıcaklıklarının erken artması nedeniyle, bitki vejetatif gelişimini tamamlamadan generatif döneme geçmeye çalıştığı için

tohum verimi ve verimi doğrudan etkileyen; dal sayısı, kapsül sayısı, kapsülde tohum sayısı gibi özellikler yazlık ekimde azalma göstereceğinden bu durum tohum verimine yansımaktadır. Bu nedenle kışlık ekimdeki tohum verimi yazlık ekime göre çok daha yüksek olmuştur. Verim ve verim unsurları göz önünde bulundurulduğunda; Kahramanmaraş merkez koşullarında çörek otu için kışlık ekim önerilmektedir. Denemede kullanılan genotiplerden verim ve kalite özellikleri bakımından Eskişehir I (*N. sativa* Çameli çeşidi) ve Urfa genotipi (*N. sativa*) çörek otu yetiştiriciliğinde kullanılmak için öne çıkan genotipler olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akgören G (2011) Bazı Çörek Otu (*Nigella sativa* L.) Populasyonlarının Tarımsal Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Al-Jassir MS (1992) Chemical Composition and Microflora of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) Seeds Growing in Saudi Arabia. *Food Chemistry* 45: 239-242.
- Anonim (2013) Tohumlarından Faydalanan İlaç ve Baharat Bitkileri Yetiştiriciliği. Milli Eğitim Bakanlığı. Ankara.
- Anonim (2017) Meteoroloji İşleri İl Müdürlüğü 2016 ve 2017 Yılı Raporları. Kahramanmaraş
- Ayhan B (2012) *Nigella sativa* L. Bitkisi Üzerine Fitoterapötik Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Başer KHC (2010) Çörek Otu (*Nigella sativa*). *Bağbahçe Dergisi*, 32(3): 26-27.
- Baydar H (2016) Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No:51. Isparta.
- Baytöre F (2011) Bazı Çörekotu (*Nigella sativa* L.) Populasyonlarının Verim ve Verim Kriterlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ.
- Beyzi E (2018) Çörek Otu Bitkisinin (*Nigella sativa* L.) Kayseri Ekolojik Koşullarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 14: 245-248.
- Bryık N (2018) Seçilmiş Bazı Çörek Otu (*Nigella sativa* L.) Populasyonlarının Tokat-Niksar Şartlarında Performanslarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Burits M, Bucar F (2000) 'Antioxidant Activity of *Nigella sativa* Essential Oil. *Phytotherapy Research* 14: 323-328.
- D'antuono I, Filippo Moretti A, Lovato Antonio FS (2001) Seed Yield, Yield Components, Oil Content and Essential Oil Content and Composition of *Nigella sativa* and *Nigella damascena*. *Industrial Crops and Products* 15: 59-69.
- Ertuğrul Y (1986) Çörek Otu (*Nigella damascena* L.)'nda Farklı Ekim Zamanlarının Verim ve Kaliteye Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- İnan M (2020) Yarı Kurak Koşullarda Ekim Zamanlarının Çörekotu (*Nigella sativa* L.) Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 7(1): 32-37.
- Kara N, Katar D, Baydar H (2015) Yield and Quality of Black Cumin (*Nigella sativa*) Populations: The Effect of Ecological Conditions. *Turkish Journal of Field Crops* 20(1): 9-14.
- Kılıç C, Arabacı O (2016) Çörek Otu (*Nigella sativa* L.)'n da Farklı Ekim Zamanı ve Tohumluk Miktarının Verim ve Kaliteye Etkisi, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2): 49 - 56.
- Kulan EG, Turan YS, Gülmezoğlu N, Kara İ, Aytaç Z (2012) Kuru Koşullarda Yetiştirilen Çörek Otunun (*Nigella sativa* L.) Bazı Agronomik ve Kalite Özellikleri. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, 13-15 Eylül 2012, Tokat, 177-181.
- Matthaus B, Özcan MM (2011) Fatty Acids, Tocopherol and Sterol Contents of Some *Nigella* Species Seed Oil. *Czech Journal of Food Sciences* 29(2): 145-150.
- Özel A, Demirbilek T (2000) Harran Ovası Koşullarında Bazı Tek Yıllık Baharat Bitkilerinin Verim ve Bazı Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(3-4): 21-32.
- Özel A, Demirbilek T, Güler İ (2002) Harran Ovası Kuru Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Çörekotu Türleri (*Nigella sp.*)'nin Verim ve Bazı Tarımsal Karakterlerine Etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(3-4): 81-90.
- Özel A, Demirel U, Güler İ, Erden K (2009) Farklı sıra Aralığı ve Tohumluk Miktarlarının Çörek Otunda (*Nigella sativa* L.) Verim ve Bazı Tarımsal Karakterlere Etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1):17-25.
- Özgülven M (2005) Çörekotu *Nigella sativa* L. Geleneksel Tıptaki Yeri ve Bileşimi Üzerine Araştırmalar. *Doğa & Sağlık Dergisi*, 5(3):10-13.
- Özyılmaz B, Yılmaz G, Karataş R (2014) Farklı Yörelere Temin Edilen Çörek Otu Populasyonlarının Karakterizasyonu. II. Tıbbi Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 23-25 Eylül 2014, Yalova, 2.
- Selicioğlu M (2018) Kırşehir Ekolojik Koşullarında Çörek Otu (*Nigella sp.*) Populasyonlarının Bazı Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel, Isparta.
- Şahin B (2013) Farklı Ekim Zamanlarında Yetiştirilen Bazı Tıbbi Bitkilerin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Tanker N, Koyuncu M, Coşkun M (2013) Farmasötik Botanik, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları. Ankara.
- Taqi H (2013) Samsun Koşullarında Bazı Çörek Otu (*Nigella sativa* L.) Populasyonlarında Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Tavas N, Katar N, Aytaç Z (2014) Eskişehir Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Çörek Otu (*Nigella sativa* L.)'nda Verim, Verim Özellikleri ve Sabit Yağ

- Bileşenleri. II. Tıbbi Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 23-25 Eylül 2014, Yalova, 144.
- Tektaş E (2015) Harran Ovası Koşullarında Birim Alandaki Tohum Sayısının Çörek Otu (*Nigella sativa* L.)'nin Verim ve Bazı Bitkisel Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Telci İ (1995) Tokat Şartlarında Farklı Ekim Sıklığının Çörek Otu (*Nigella sativa* L.)'nda Verim, Verim Unsurları ve Bazı Bitkisel Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Uras ŞS, Silahtaroglu S, İlçim A, Kökdil G (2010) *Nigella sativa* L.'nin Yağ Asidi, Tokoferol, Mineral Bileşimi, Total Fenolik, Flavonoit, Timokinon Miktarı ve Antioxidan Aktivitesi. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 39(3): 173-186.
- Ürüşan Z (2016) Bazı Çörek Otu (*Nigella sativa*, *Nigella damascena*) Genotiplerinde Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Tau-fluvalinate'nin Sublethal Dozlarının *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera:Aphididae)'nin Yaşam Çizelgesi Üzerine Etkileri

Sibel YORULMAZ SALMAN¹, **Cenk KESKİN¹**, **Mehmet KAYA¹**

¹ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta, Türkiye

Öz: *Myzus persicae* (Hemiptera:Aphididae) bitkisel üretimde önemli ekonomik kayıplara sebep olan bir zararlıdır. Arazi koşullarında insektisitlerin önerilen tarla uygulama dozlarının altındaki sublethal dozlarının uygulanması sonucunda zararlı biyolojisinde farklı etkilere yol açtığı bilinmektedir. Bu çalışmada iklim odasında kültürü devam ettirilen *Myzus persicae* popülasyonunda tau-fluvalinate'nin önerilen tarla uygulama dozu üzerinden LC₅₀ denemesi yapılmıştır. Toksikite çalışması sonucunda belirlenen LC₂₀, LC₃₀ ve LC₄₀ değerleri yaşam çizelgesi çalışmalarında kullanılmıştır. Yaşam çizelgesi çalışmaları 1 kontrol ve 3 sublethaldoz (LC₂₀, LC₃₀ ve LC₄₀) ve her grupta 25 tekerrür olacak şekilde kurulmuştur. Kontrol grubunun ilaçlamasında ise saf su kullanılmıştır. Petri içerisine bırakılan yaprak biti ilk dönem nimfi ergin hale geldikten sonra ovipozisyon süreleri ve bıraktıkları yavru sayıları her gün yapılan kontrollerle kaydedilmiştir. Gözlemler kontrol grubundaki tüm yaprak biti erginleri ölene kadar devam etmiştir. Çalışma sonucunda tau-fluvalinate'nin sublethal dozları için *Myzus persicae*'de pre-ovipozisyon, ovipozisyon, post-ovipozisyon süreleri, dişi başına toplam yavru sayısı, ergin ömrü, net üreme gücü (R₀), popülasyonun ikiye katlanma süresi (DT), üreme gücü sınırı (λ), kalıtsal üreme yeteneği (r_m) ve ortalama döl süresi (T) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Anahtar kelimeler: Fitness-cost, LC, *Myzus persicae*, Tau-fluvalinate

Effects of Tau-fluvalinate Sublethal Doses on Life Table of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera:Aphididae)

Abstract: *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) is a pest that causes economic losses in crop production. It is known that the application of sublethal doses below the recommended field application doses of insecticides in the field conditions causes different effects in the biology of pests in some cases. For this purpose, LC₅₀ experiment was carried out using the recommended field application dose of tau-fluvalinate in the *Myzus persicae* population produced in the climateroom. LC₂₀, LC₃₀ and LC₄₀ values determined as a result of toxicity study were used in life table studies. Life table studies were carried out as one control and three doses (LC₂₀, LC₃₀, and LC₄₀), and 25 repeats in each group. Only pure water was used in the control group. After the first instar nymph which was placed in Petri has become adult, the oviposition period and the number of offspring was determined by daily counts. Observations continued until all adult individuals in the control group died. As a result of the study, the pre-oviposition, oviposition, post-oviposition periods, total number of offspring left per female, adult life span, net reproductive rate (R₀), doubling time (DT), finite rate of increase (λ), and intrinsic rate of increase (r_m) values were found statistically similar.

Keywords: Fitness-cost, LC, *Myzus persicae*, Tau-fluvalinate

GİRİŞ

Şeftali yaprak biti, *Myzus persicae*, (Sulzer) (Hemiptera:Aphididae) konukçu çeşitliliğinin fazla olması, yaşam döngüsü, hızlı yayılma yeteneği ve insektisitlere kolayca direnç geliştirebilmesi nedenleriyle ekonomik olarak dünyadaki en önemli yaprak biti zararlıları içerisinde yer almaktadır (Foster ve ark., 2000). *Myzus persicae* 40 farklı familyadan ekonomik önemi olan türler de dahil olmak üzere 400'ün üstünde bitki türünde zarara yol açan polifag bir zararlıdır. *Myzus persicae* bitki öz suyunu emme ve fumajin zararının yanı sıra 100'den fazla bitki virüsüne de konukçuluk etmektedir (Blackman ve Eastop, 2000). Bu nedenle, mücadelesinde kısa sürede etkili olan insektisitler tercih edilmektedir. Ancak, yoğun olarak kullanılan bu insektisitler, yaprak bitlerinin bu ilaçlara karşı dirençli hale gelmesine ve kalıntı sorununa neden olmaktadır (Vucetic ve ark., 2008). Bunun yanı sıra arazi koşullarında insektisitlerin önerilen tarla uygulama dozunun üstünde veya altında yapılan doz uygulamalarında popülasyon içerisinde hassas

bireylerin elemine olması ya da yumurta veya yavru sayısında artış gibi farklı sonuçlara neden olabilmektedir. Arazi koşullarında uygulanan pestisitlerin çok az bir kısmı hedef zararlıya ulaşırken, büyük bir bölümü ise toprağa, havaya, suya ve hedef dışı organizmalara etki etmektedir. Bazen de üreticilerin pestisit hazırlaması sırasında yaptıkları doz ayarlamaya yanlışları istenilen dozun altında ya da üstünde uygulamalara neden olmaktadır. Pestisitlerinin düşük dozlarının (sublethal) zararlılar üzerinde uyarıcı etkileri, daha yüksek dozlarda ise zararlılarda inhibe edici ya da toksik etkileri olduğu bildirilmiştir (Calabrese ve Baldwin, 2003). Luckey (1968), optimal koşullar altında bir canlı üzerinde insektisitler, sıcaklık, ışık vb. gibi toksik ya da toksik olmayan stres etkilerinin hafif düzeyde uyarıcı etkilerini tanımlamak için, Yunanca hormo (heyecanlandırmak) ve

***Sorumlu Yazar:** sibelyorulmaz@isparta.edu.tr

Geliş Tarihi: 5 Kasım 2020

Kabul Tarihi: 4 Mart 2021

oligo (küçük miktarlarda) kelimelerinden oluşan "hormoligosis" terimini kullanmıştır (Luckey, 1968; Cohen, 2006). Entomoloji biliminde hormoligosis terimi zararlı ya da doğal düşman türleri üzerinde bir pestisit'in sublethal dozlarının doğurganlığı ya da yumurta verimini teşvik etmesi olarak bilinmektedir. Yumurta veriminin dışında pestisitlere maruz kalan böceklerde toplam birey içerisindeki dişi/erkek birey oranları da değişebilmektedir (Guedes ve Cutler, 2013). Zararlılar ile mücadelede pestisitlerin farklı dozlarının hem böcekler hem de hedef dişi organizmalar üzerindeki etkilerinin bilinmesi kimyasal mücadele başarısının artırılmasında önemli bir faktördür (Chen ve ark., 2016).

Bu çalışmada tau-fluvalinate'nin üç farklı sublethal dozunun *M. persicae* üzerinde hormoligosis etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla tau-fluvalinate'nin sublethal dozlarının dişi bireylerinin ortalama yaşam süresi, dişi başına bırakılan toplam yavru sayısı ve ovipozisyon süreleri üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen bu veriler kullanılarak tau-fluvalinate'nin sublethal dozları için yaşam çizelgeleri oluşturulmuştur.

MATERYAL VE YÖNTEM

***Myzus persicae* Popülasyonunun Yetiştirilmesi**

Çalışmada kullanılan *M. persicae* popülasyonu Ankara Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsünden 2018 yılında temin edilmiştir. Yaprak biti popülasyonu günümüze kadar herhangi bir pestisit uygulamasına maruz kalmadan iklim odasında üretilmektedir. İklim odalarında üretiminin kolay olması sebebiyle konukçu bitki olarak fındık turpu (*Raphanus sativus* L.) (Brassicaceae) üretimi yapılmıştır. *Myzus persicae* üretimi için su dolu üzeri tülle kaplı küvette bulunan temiz fındık turpu bitkileri kullanılmıştır. *M. persicae* popülasyonu 26±1 °C sıcaklık, %60-65 nem ve 16:8 (A/K) saat foto periyot koşullarına sahip iklim kabinlerinde üretilmiştir.

İnsektisit

Tau-fluvalinate etken maddesi IRAC (Insecticide Resistant Action Commite) sınıflandırılmasında 3A grubu içerisinde yer almakta ve sodyum kanal modülatörü olarak bilinmektedir. Tau-fluvalinate yapısal olarak piretrine benzeyen sentetik piretroid grubu içerisinde yer alan bir etken maddedir. Bu etken madde zararlılarda, sodyum kanallarında elektriksel iletimi bozarak sinir sistemi içerisinde temel iletimi aksatmaktadır. Çalışmada tau-fluvalinate etken maddeli ticari bir preparat olan Mavrik® 2F (240 g/l) (Adama Agricultural Solutions Ltd Company) kullanılmıştır.

Yaprak Daldırma Yöntemi

Yaprak biti popülasyonunun tau-fluvalinateye karşı LC değerlerinin belirlenebilmesi amacıyla 1 kontrol+6 doz kullanılmıştır. Tau-fluvalinate dozları %50 seyreltme

metodu kullanılarak hazırlanmıştır. Kontrol grubunda saf su uygulaması yapılmıştır. Her grup 3 tekrardan oluşacak şekilde hazırlanmış ve her tekrarda 25 adet ergin dişi birey kullanılmıştır. Öncelikle %1 oranında agar tozu saf su ile karıştırılıp kaynatılarak soğumaya bırakılmıştır. Agar ortamı 9 cm Petri içersine yaklaşık 4 mm yüksekliğinde dökülerek ortamın donması beklenilmiştir. Çalışmada agarlı ortam kullanılmasının temel amacı deneme yaprağının nem ihtiyacını ortamdaki karşılamasını sağlamaktır. Fındık turpu yaprakları 3cm disk şeklinde kesildikten sonra 10 sn süreyle tau-fluvalinate dozları içersine daldırılmıştır. Yapraklar petri içersine yerleştirilmiş ve binoküler yardımıyla üzerlerine *M. persicae* erginleri aktarılmıştır. Petri 26±1 °C sıcaklık, %60-65 nem ve 16:8 saat (A/K) fotoperiyodik koşullarına sahip iklim kabinlerine bırakılmıştır. Ölü-canlı birey sayımları 72. saat sonunda yapılmıştır.

Biyolojik Parametrelerin Belirlenmesi

Çalışmada tau-fluvalinate'nin sublethal doz uygulamalarının *M. persicae*'nin ovipozisyon süresi, toplam yavru sayısı, ergin ömrü gibi bazı biyolojik parametreler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla LC₂₀, LC₃₀ ve LC₄₀ değerleri sublethal dozlar olarak kullanılarak uygulamalar yapılmıştır. Çalışmalarda 1 kontrol+ 3 sublethal doz uygulaması yapılmıştır. Her grup 25 tekrardan oluşmaktadır. Her tekrar için yaprağın nem ihtiyacını karşılamak amacıyla tabanında agar bulunan, 9 cm çapındaki Petri içersine yerleştirilmiş fındık turpu yaprak diskinin üzerine bir adet *M. persicae* dişi bırakılmıştır. Yirmi dört saat sonra her tekrar için bir adet yeni doğan yavru yaprak üzerinde kalacak şekilde dişi birey ve diğer yavrular uzaklaştırılmıştır. Böylece tüm deneme boyunca her doz ve kontrol grubu için aynı yaştaki bireylerin kullanılması sağlanmıştır. Tau-fluvalinate'nin sublethal dozları içersine daldırılan fındık turpu yaprak diskleri petri kaplarına alınmıştır. Daha sonra yaprak biti bireyleri bu yapraklara aktarılmıştır. Kontrol grubuna ise saf su uygulaması yapılmıştır. Denemeler günlük olarak izlenmiştir. Denemedeki gözlemlere kontrol grubundaki tüm yaprak biti bireyleri ölene kadar devam edilmiştir.

Değerlendirme Yöntemleri

Yapılan ölü canlı sayımları sonucu elde edilen sonuçlar POLO bilgisayar paket programıyla analiz edilerek değerlendirilmiştir (LeOra Software, 1994). Çalışma sonucunda tau-fluvalinate insektisiti için LC₅₀ değerinin yanı sıra sublethal dozlar olarak kullanılan LC₂₀, LC₃₀ ve LC₄₀ değerleri belirlenmiştir.

Tau-fluvalinate'nin sublethal dozlarının *M. persicae*'nin yaşam çizelgesi üzerindeki etkilerinin belirlemek amacıyla $\sum l_x m_x e^{-r m x} = 1$ formülü kullanılmıştır (Birch, 1948). Burada, $l_x = x$ yaştaki bireylerin 1'e göre canlılık oranını $m_x =$ günlük dişi başına bırakılan dişi yavru sayısını

r_m = kalıtsal üreme yeteneğini

x = dişi bireylerin gün olarak yaşını göstermektedir.

Yukarıda verilen temel parametreler kullanılarak tau-fluvalinatenin üç farklı sublethal dozu için yaşam çizelgeleri belirlenmiştir. Yaşam çizelgelerinin belirlenebilmesi için,

Net Üreme Gücü, $R_0 = \sum x m_x$

Ortalama Döl Süresi, $T = \log_e R_0 / r_m$

Popülasyonun ikiye katlanma süresi, $DT = \ln 2 / r_m$

Üreme gücü sınırı, $\lambda = e^{r_m}$ değerleri belirtilen formülleri hesaplanmıştır.

Kalıtsal üreme kapasitesi (r_m) ve Net Üreme Gücü (R_0) değerlerinin karşılaştırılabilirliği amacıyla Jackknife yöntemi kullanılmıştır. Jackknife yöntemi ile elde edilen değerler Tukey testine göre istatistiki olarak karşılaştırılmıştır (Özgökçe ve Karaca, 2010) ($P < 0.05$).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Myzus persicae'de tau-fluvalinatenin tarla uygulama dozu ile yapılan bioassay deneme sonucunda belirlenen LC değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. *M. persicae*'de LC₅₀ denemesi sonucu belirlenen LC₄₀, LC₃₀ ve LC₂₀ değerleri yaşam çizelgesi çalışmalarında tau-fluvalinatenin sublethal dozları olarak kullanılmıştır.

Tau-fluvalinatenin sublethal dozlarının *M. persicae*'de ergin ömrü, dişi başına bırakılan toplam yavru sayısı, pre-ovipozisyon, ovipozisyon ve post-ovipozisyon süreleri, gibi bazı biyolojik parametreler üzerindeki etkileri Çizelge 2'de verilmiştir. Dişi başına bırakılan toplam yavru sayısı bakımından en yüksek değer 84.52 adet ile tau-fluvalinatenin LC₃₀ dozunda belirlenirken, kontrol grubunda 26.81 gün ile en uzun ergin ömrü süresi bulunmuştur. *M. persicae*'de en uzun ovipozisyon süresi 23.52 gün ile LC₄₀ dozunda belirlenmiştir. Tau-fluvalinatenin çalışmada uygulanan sublethal dozlarının tamamında kontrol grubu ile

karşılaştırıldığında ovipozisyon süresi ve dişi başına bırakılan toplam yavru sayısında artış görülmüştür. Ancak tau-fluvalinatenin uygulama yapılan dört grubu arasında *M. persicae*'de pre-ovipozisyon, ovipozisyon, post-ovipozisyon süreleri, dişi başına toplam yavru sayısı ve ergin ömrü süreleri açısından istatistiki olarak bir fark bulunmadığı belirlenmiştir.

Bazı insektisitlerin sublethal dozlarının zararlıların biyolojik özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmalar bulunmaktadır. Sohrabive ark. (2011) *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae)'de imidaclopridin sublethaldozunun kontrol grubu ile karşılaştırıldığında herhangi bir değişikliğe neden olmadığını bildirmişlerdir. Janmaat ve ark. (2011) benzer bir şekilde imidaclopridin sublethal dozunun *M. persicae*'nin üreme artışı üzerinde herhangi bir etkiye neden olmadığını belirlemişlerdir. Diğer bir taraftan ise bazı insektisitlerin zararlılarda hormologosisi olumlu yönde etkilediklerini bildiren çalışmalar da mevcuttur (StarkveBanks, 2003; Culter ve ark., 2009; Culter, 2013). Wang ve ark. (2008)'de yaptıkları bir çalışmada imidacloprid ve azadiraktin'in LC₂₅ doz uygulamalarının *M. persicae*'de üreme ve hayatta kalma yeteneklerini arttırdığını bildirmişlerdir. Benzer bir şekilde azinfosmethylin'in sublethal dozlarının *M. persicae*'de doğurganlığı arttırdığı bildirilmiştir (Lowery ve Sears, 1986). Tang ve ark. (2015) sulfoksafloorun sublethal dozunun (LC₂₅) *M. persicae*'de ergin öncesi gelişim süresinin uzamasına neden olduğu ve üreme gücünü arttırdığını belirlemişlerdir. Literatürde de görüldüğü üzere insektisitlerin sublethal dozlarının zararlılar üzerinde hormogilosisi teşvik edici ya da nötr etkiye sahip olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. İnsektisitlerin sublethal

Çizelge 1. *Myzus persicae*'de tau-fluvalinate'ye karşı belirlenen eğim ve LC değerleri

Popülasyon	n	Eğim	LC ₅₀ (min-max)	LC ₄₀ (min-max)	LC ₃₀ (min-max)	LC ₂₀ (min-max)
<i>Myzus persicae</i>	601	1.785±0.132	13.65 9.92-15.50	10.32 7.75-12.35	7.73 5.89-9.97	4.82 2.84-5.15

Çizelge 2. Tau-fluvalinate'nin sublethal dozlarının *Myzus persicae*'nin ovipozisyon süreleri, dişi başına bırakılan yavru sayısı ve ergin ömrü üzerine etkisi.

	Dozlar						
	Kontrol	LC ₂₀	LC ₃₀	LC ₄₀	F	df	P
Pre-ovipozisyon süresi (gün)	3.20±0.11 a	3.54±0.14a	3.15±0.23a	3.54±0.58a	1.825	3.142	0.048
Ovipozisyon süresi (gün)	21.25±0.25a	22.03±0.45a	22.89±0.46a	23.52±0.92a	2.037	3.125	0.047
Post-ovipozisyon süresi (gün)	2.59±0.89a	2.25±0.98a	2.027±0.78a	1.91±0.65a	2.185	3.556	0.048
Dişi başına bırakılan toplam yavru sayısı	80.44±0.96a	82.63±0.56a	84.52±0.69a	83.57±0.45a	2.564	3.458	0.045
Ergin ömrü (gün)	26.81±0.41a	24.47±0.63a	24.64±0.35a	25.14±0.25a	2.825	3.052	0.045

*Satırlar soldan sağa doğru incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistik olarak aynı grubu ifade etmektedir ($P < 0.05$)

dozlarının zararlılarda hormogilosis üzerindeki etkilerinin etken madde ve zararlı türüne göre değişebileceği düşünülmektedir.

Tau-fluvalinatenin sublethal dozlarının *M. persicae*'de net üreme gücü (R_0), popülasyonun ikiye katlanma süresi (DT), üreme gücü sınırı (λ), kalıtsal üreme yeteneği (r_m) ve ortalama döl süresi (T) üzerindeki etkileri Çizelge 3'de verilmiştir. *M. persicae*'de en yüksek net üreme gücü değeri 40.25 ile tau-fluvalinatenin LC₄₀ dozunda belirlenirken, kalıtsal üreme yeteneği bakımından en yüksek değer ise 0.50 ile kontrol grubunda bulunmuştur. Çizelge 3 incelendiğinde tau-fluvalinatenin uygulama yapılan dört grup arasında da *M. persicae*'de net üreme gücü (R_0), popülasyonun ikiye katlanma süresi (DT), üreme gücü sınırı (λ), kalıtsal üreme yeteneği (r_m) ve ortalama döl süresi (T) açısından istatistiki olarak bir fark bulunmadığı belirlenmiştir.

Zararlılarda insektisitlerle ilgili olarak yapılan yaşam çizelgesi çalışmaları, zararlı popülasyonu üzerinde insektisit etkileri hakkında uzun vadede bilgi vermektedir (Star ve Banks, 2003). Sial ve ark. (2018) asetamiprid ve imidaclopridin sublethal doz uygulamalarının kontrol grubu ile karşılaştırıldığında *M. persicae*'de kalıtsal üreme kapasitesi (r_m) ve üreme gücü sınırı (λ) değerlerinde azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir. Buna karşılık aynı çalışmada insektisitlerin sublethal dozları ortalama döl süresi (T) üzerinde ise olumlu etkiye neden olmuştur. Çalışmamızda da benzer şekilde tau-fluvalinate'nin sublethal doz uygulamaları *M. persicae*'de r_m ve λ değerlerinde azalmaya neden olduğu, ancak istatistiki

olarak bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir. Benzer bir şekilde, Zeng ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada siyantraniliprole ve imidaclopridin *M. persicae*'nin beslenme davranışı ve hormogilosis üzerindeki sublethal etkilerini araştırmışlardır. Yaşam çizelgesi parametrelerinin analizi, ilk erginlerin siyantraniliprole ve imidaclopridin LC₃₀'una maruz kaldığında F1 generasyonun büyümesinin ve çoğalmasının önemli ölçüde etkilendiğini göstermiştir. Wang ve ark. (2017), thiamethoxam'ın sublethal doz uygulamasının (LC₄₀) *M. persicae*'de r_m değerini azalttığı, buna karşılık T ve DT sürelerini ise uzattığını bildirmişlerdir.

SONUÇ

Tarımsal üretimde ekonomik anlamda yeterli verimin alınabilmesi sezon boyunca kayıplara neden olan hastalık ve zararlılarla etkin mücadele ile mümkün olmaktadır. Günümüzde zararlılarda mücadele en fazla tercih edilen yöntemlerin başında kimyasal mücadele gelmektedir. Zararlılarla mücadelede kullanılan insektisitlerin arazi koşullarında doz ayarlamaları son derece önemli bir konudur. İnsektisitlerde önerilen dozların üstünde ya da altında yapılan doz uygulamaları beraberinde birçok sorunu da getirmektedir. Özellikle üreticilerin yanlış doz ayarlamaları ya da etken maddenin çevre koşulları sonucunda parçalanması sonucunda oluşan insektisitlerin sublethal dozları zararlılar üzerinde farklı etkiler oluşturabilmektedir. Bu nedenle zararlılarla mücadele programları oluşturulurken insektisit dozlarının ve uygulanan dozların zararlı türler üzerindeki etkilerinin iyi araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

Çizelge 3. Tau-fluvalinate'nin sublethal dozlarının *Myzus persicae*'nin yaşam çizelgesi üzerine etkisi.

	Dozlar						
	Kontrol	LC ₂₀	LC ₃₀	LC ₄₀	F	df	P
R_0	38.22±0.85a	39.01±0.74a	39.89±0.78a	40.25±0.65a	2.171	3.156	0.041
r_m	0.50±0.01a	0.49±0.01a	0.49±0.01a	0.48±0.01a	2.198	3.352	0.040
DT	1.89±0.03a	1.90±0.02a	1.91±0.03a	1.91±0.01a	1.987	3.018	0.043
λ	1.55±0.01a	1.54±0.02a	1.53±0.02a	1.55±0.01a	1.578	3.576	0.045
T	5.55±0.14a	5.58±0.11a	5.59±0.10a	5.55±0.11a	2.125	3.004	0.048

*Satırlar soldan sağa doğru incelendiğinde aynı harfi içeren ortalamalar Tukey testine göre istatistik olarak aynı grubu ifade etmektedir (P<0.05).

KAYNAKLAR

Blackman R. Land Eastop VF (2000) Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide. John Wiley & Sons Ltd. England.

Birch L (1948) The Intrinsic Rate of Natural Increase of an Insect Population. The Journal of Animal Ecology 45: 15-26.

Calabrese EJ and Baldwin LA (2003) Hormesis: the Dose-Responder Evolution. Annual Review of Pharmacology and Toxicology 43(1): 175-197.

Chen XW, Guo TF, Ma KS, Song DL, Li F, Liang PZ, Desneux N, Liu Y, Gao XW (2016) Sublethal and Transgenerational Effects of Sulfoxaflon the

Biological Traits of the Cotton Aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). Ecotoxicology 1-8.

Cohen E (2006) Pesticide-Mediated Homeo Static Modulation in Arthropods. Pesticide Biochemistry and Physiology 85: 21-27.

Culter GC (2013) Insects, Insecticides and Hormesis: Evidence and Considerations for Study. Dose-Response 11: 154-177.

Culter GC, Ramanaidu K, Astatkie T, Isman MB (2009) Green Peach Aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), Reproduction During Exposure to Sublethal Concentrations of Imidacloprid and Azadirachtin. Pest Management Science 65: 205-209.

- Foster SP, Denholm I, Devonshire AL(2000) The up Sand Downs of Insecticide Resistance in Peach-Potato Aphids (*Myzus persicae*) in the UK. *Crop Protection* 19(8-10): 873-879.
- Guedes RN, Cutler GC (2013) Insecticide Induced Hormesis and Arthropod Pest Management. *Pest Management Science*70: 690-697.
- Janmaat A, Borrow E, Matteoni J, Jones G (2011) Response of a Redclone of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) to Sublethal Concentrations of Imidacloprid in the Laboratory and Greenhouse. *Pest Management Science* 67: 719–724.
- LeOra Software (1994) Polo-pc: a User's Guide to Probit or Logit Analysis Leora Software. Berkeley.
- Lowery DT, Sears MK (1986) Stimulation of Reproduction of the Green Peach Aphid (Homoptera, Aphididae) by Azinphosmethyl Applied to Potatoes. *Journal Economic Entomology* 79: 1530–1533.
- Luckey TD (1968) Insecticide Hormoligosis. *Journal of Economic Entomology* 61(1), 7-12.
- Özgökçe, MS, Karaca İ (2010) Life Table: Basic Principles and Applications. 1. Workshop on Entomological Society of Turkey, Ecology Research Group, Isparta (in Turkish).
- Sial MU, Zhao Z, Zhang L, Zhang Y, Mao L, Jiang H(2018) Evaluation of Insecticides Induced Hormesis on the Demographic Parameters of *Myzus persicae* and Expression Changes of Metabolic Resistance Detoxification Genes. *Scientific Reports* 8(1): 1-8.
- Sohrabi F, Shishehbor P, Saber M, Mosaddegh MS (2011) Lethal and Sublethal Effects of Buprofezin and Imidacloprid on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Crop Protection*30: 1190–1195.
- Stark JD, Banks JE (2003) Population-Level Effects of Pesticides and Other Toxicants on Arthropods. *Annual Review Entomology* 48: 505–519.
- Tang Q, Xiang M, Hu H, An C, Gao X (2015) Evaluation of Sublethal Effects of Sulfoxaflor on the Green Peach Aphid (Hemiptera: Aphididae) Using Life Table Parameters. *Journal of Economic Entomology*108(6): 2720-2728.

Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri ile Peyzaj Çeşitliliği ve Karbon Depolama Potansiyeli Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Derya GÜLÇİN^{*1}

¹ *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çakmar, AYDIN*

Öz: Antropojenik faaliyetler kaynaklı Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü (AK/AO) değişimi, önemli miktarda toprak tahribatı ve arazi kaybına neden olmuştur. Bu nedenle, özellikle son on yılda Akdeniz’de karbon tutulumu azalmıştır. Arazi verisinin eksik olduğu alanlarda karbon depolanmasını tahmin etmek için deneysel varsayımlara dayanan küresel değerler, uzaktan algılama teknikleri ile yerel karbon stoklarının basitleştirilmiş tahminlerinde kullanılabilir. Bu çalışmanın amacı, peyzaj çeşitliliği ve karbon depolama potansiyeli arasındaki ilişkinin uzaktan algılama ve CBS aracılığıyla incelenmesidir. Manisa il sınırı bütününden oluşan peyzajda yürütülen bu çalışmada, güncel arazi kullanımı/arazi örtüsü verisi kullanılarak, farklı mesafelerdeki örneklik alanlar için peyzaj çeşitliliği metriklerinden Shannon çeşitlilik indeksi (SHDI), yama yoğunluğu (PRD) ve Simpson eşitlik indeksi (SIEI) hesaplanmıştır. Çeşitlilik değerleri ile yer üstü karbon tutumu değerleri korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, kullanılan tüm peyzaj çeşitlilik metrikleri peyzaj çeşitliliği ve karbon depolama potansiyeli arasındaki ilişkiyi 3000 m’de en iyi düzeyde açıklamıştır. SHDI’nın bu ilişkiyi diğer metriklere göre daha iyi açıkladığı görülmüştür ($p < 0.05$). Ancak ilişkinin düzeyi ortadır ve yönü pozitifdir. Bundan sonraki çalışmalarda, AK/AO verisini kullanarak karbon depolama potansiyelinin hızlı, pratik ve daha yüksek güvenilirlik seviyesinde ölçülmesini sağlayacak yeni metrikler üretilebilir. Böylece, AK/AO değişimlerine bağlı olarak arazideki karbon depolama potansiyeli değişimi de pratik olarak izlenebilir.

Anahtar kelimeler: Shannon çeşitlilik indeksi, karbon tutma, peyzaj metrikleri, peyzaj ekolojisi, peyzaj planlama

Exploration of the Relationship Between Landscape Diversity and Carbon Storage Potential Using Remote Sensing and GIS

Abstract: Human-induced Land Cover / Land Use (LCLU) changes have caused land degradation in the last decade and have led to an intense reduction of carbon especially in the Mediterranean basin. Remote sensing based metrics based on experimental assumptions to predict carbon storage can be used in simplified estimates of local carbon stocks where field data is missing. The aim of this study is to examine the relationship between landscape diversity and carbon storage through remote sensing and GIS. Conducted in Manisa, this study used LCLU data dated 2018, three landscape diversity metrics –Shannon’s diversity index (SHDI), patch richness density (PRD), and Simpson’s evenness index (SIEI) were calculated for sample areas at different distances. Diversity values and aboveground carbon storage values were evaluated by correlation analysis. As a result, all landscape diversity metrics explained the relationship between landscape diversity and carbon storage at medium level for 3000 m. This study suggests that SHDI explains this relationship better than other metrics ($p < 0.05$). Future studies can generate new metrics that will allow cost effective and practical measurement of potential carbon storage using LCLU data. Thus, changes in carbon storage can also be practically monitored.

Keywords: Shannon’s diversity index, carbon capture, landscape metrics, landscape ecology, landscape planning

GİRİŞ

Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü (AK/AO) değişikliğinin etkileri, küresel çevresel değişimin incelenmesinde yaygın olarak göz önünde bulundurulmaktadır (Hu ve ark., 2019; Verburg ve ark., 2019; Liu ve ark., 2020). Geçtiğimiz 50 yıl boyunca ekosistemler, özellikle toprakların binlerce yıldır işlendiği Akdeniz’de tarihin herhangi bir döneminde olduğundan daha hızlı ve kapsamlı bir şekilde değişmiştir. İnsan kaynaklı AK/AO, değişimi toprak bozulmasına ve arazi kaybına neden olmuş ve dünya çapında karbon depolamasında, son on yılda Akdeniz’de daha yoğun bir karbon azalmasına yol açmıştır (Muñoz-Rojas ve ark., 2015; Brunori ve ark., 2017). Özellikle son on yılda, AK/AO üzerindeki değişiklikler, ormansızlaşma ve tarımsal yoğunlaşma, CO₂ emisyonları yoluyla küresel ısınma sürecini önemli ölçüde etkilemiştir (Chen ve ark., 2020). Yakıt tüketiminden sonra AK/AO üzerindeki değişiklikler, CO₂ emisyonlarının ikinci ana

nedeni olarak kabul edilmiştir (Houghton ve Nassikas, 2017; Yu ve ark., 2019).

Karbon stoklarının miktarının ortaya konmasındaki en büyük belirsizliklerden birisi, bitkilerin farklı yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişen dendrometrik özelliklerini kullanarak biyokütlerinin tahmin edilmesinde standart modellerin olmamasıdır (Chave ve ark., 2005). Bu nedenle, küresel iklim değişikliğini azaltmaya yönelik yapılan projeleri uygulamak için, sistemli olarak ağaçların ve çalılıkların bitki biyokütlesinin önemli bir bölümünü örnekleyecek ölçüde farklı ekosistemlerde depolanan karbon hakkında yer temelli bilgilerin toplanması çok önemlidir (Patenaude ve ark., 2004; Ni-Meister ve ark., 2010).

***Sorumlu Yazar:** derya.yazqi@adu.edu.tr

Geliş Tarihi: 5 Kasım 2020

Kabul Tarihi: 21 Nisan 2021

Çevresel izleme ve değerlendirme, antropojenik sera gazı emisyonu miktarının tahmin edilmesine katkıda bulunmaktadır (Golkar ve Shirvani, 2020). Uzaktan algılama, sınırlı veri kullanılabilirliği veya erişilebilirliği olan geniş alanlarda arazi örtüsündeki değişiklikleri gözlemlemek için etkili yöntemler sağlar (Dewan ve Yamaguchi, 2009; Chowdhury ve ark., 2020). Arazi verisinin eksik olduğu alanlarda, karbon depolanmasını tahmin etmek için deneysel varsayımlara dayanan küresel değerler, yerel karbon stoklarının basitleştirilmiş tahminlerinde kullanılabilir (Myeong ve ark., 2006).

Peyzaj planlama kapsamında, peyzaj çeşitliliği temelli çalışmaların ana değerlendirme ölçütü biyolojik çeşitliliktir. Dolayısıyla, peyzaj çeşitliliği ve biyolojik çeşitlilik arasında anlamlı ve güçlü bir ilişki vardır (Singh ve ark., 2018). Arazi kullanım şeklinin değişmesi ve arazi örtüsünün tahrip olması sonucunda oluşan biyolojik çeşitlilik kaybı, arazi ve atmosfer arasındaki CO₂ değişimlerinde önemli bir değişikliğe neden olabilir (Hooper ve ark., 2012). Bu değişiklik, "biyolojik çeşitlilik kaybı ve varyasyonu, karbon depolamanın temel ekosistem süreçlerini değiştirecek mi?" sorusunu gündeme getirmiştir. Bu soruyu ele almak için, geçtiğimiz 30 yılda, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem işlevleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesine giderek daha fazla önem verilmiştir (Strassburg ve ark., 2010; Sabatini ve ark., 2019). Biyoçeşitlilik kaybı nispeten çalışılmış olsa da, peyzaj çeşitliliği ve potansiyel ekosistem işlevleri arasındaki ilişkinin nicel değerlendirmeleri, özellikle peyzaj çeşitliliği ile karbon depolama potansiyeli arasındaki ilişki yeterince ele alınmamıştır (Harpole ve ark., 2016).

Karasal ekosistemlerde, biyoçeşitlilik yer üstü biyokütlenin hem büyüklüğünü hem de değişkenliğini etkiler (Cardinale ve ark., 2013). Yer üstü biyokütle, küresel karbon bütçesini dengelemede önemli bir rol oynayan ekosistemin karbon depolama potansiyelini önemli ölçüde belirleyebilir (Davies ve ark., 2011). Biyoçeşitlilik-karbon tutma ilişkisine ilişkin güncel teoriler, biyolojik çeşitliliği, tamamlayıcılık etkisi veya kütle oranı etkisi yoluyla karbon depolamayı etkileyen önemli bir faktör olarak tanımlamaktadır (Sintayehu ve ark., 2020). Niş tamamlayıcılık hipotezi, türlerin farklı özelliklerinin daha yüksek fonksiyonel özelliklere sahip olduğunu ve bu nedenle kaynakları daha iyi kullanmaya yardımcı olabileceğini belirtirken, kütle oranı hipotezi, çeşitliliğin seçim etkileri yoluyla üretkenliği artırabileceğini belirtmektedir (Sande ve ark., 2017; Yuan ve ark., 2018). Biyoçeşitlilik değişimi göz önünde bulundurularak peyzaj çeşitliliğinin karbon depolamayı nasıl etkilediğinin anlaşılması, özellikle hassas ekosistemler için doğrudan koruma, koruma ve restorasyon planlarına yardımcı olacaktır. Özellikle orman alanlarında yer üstü karbon stoklarını korumak, küresel iklim değişikliğini azaltmak için

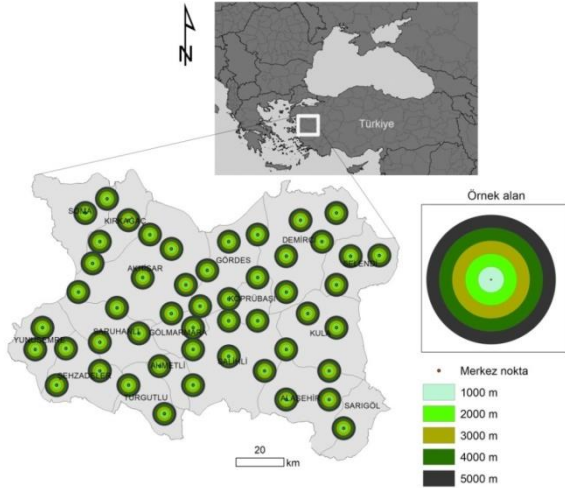
çok önemlidir ve eş zamanlı olarak peyzaj çeşitliliğini de koruyacağı varsayılmaktadır (Jantz ve ark., 2014; Perre ve ark., 2018).

Peyzaj modelleri hakkında zenginleştirilmiş bilgileri temsil eden peyzaj metrikleri, peyzaj yapısının bileşimini ve mekânsal arazi kullanım tahsisinin niteliklerini yansıtan nicel ölçümlerdir (Lausch ve Herzog, 2002; Uuemaa ve ark., 2009; McGarigal, 2014; Sütünç ve Çorbacı, 2020). Peyzaj metrikleri, peyzaj desenlerini incelemek için yararlıdır ve özelliklerin ve peyzaj kompozisyonunun mekânsal dağılımının nicel analizinde yardımcı olur (Botequilha Leitão ve Ahern, 2002; Cushman ve ark., 2008). Ayrıca, bu metrikler peyzaj yapıları ve ekolojik süreçler arasındaki ilişkilerin belirlenmesini sağlar (Lausch ve ark., 2015). Ekolojik işlevlerin analiz edilmesi için peyzaj metriklerinin kapsamlı kullanılması, peyzaj analizinin geçerliliğini artırabilir ve benzer peyzajlarda veri ekstrapolasyonuna izin verebilir (Frank ve ark., 2012). Aksine, peyzaj ölçümlerinin uygunsuz kullanımı, mekânsal modeller ve süreçler arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesini engelleyebilir (Li ve Wu, 2004). Peyzaj metrikleri, ekolojik işlevlerle yakından ilişkiliyse ve önemli mekânsal dağılım bilgilerini yansıtıyorsa, ekolojik süreçler ve temel peyzaj yapıları arasındaki bağlantıyı gösterebilir.

Bu çalışmada, Manisa'da peyzaj çeşitliliği ve karbon tutma arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, 2018 yılına ait AK/AO verisi kullanılarak, farklı mesafelerdeki örneklik alanlarda peyzaj çeşitliliği metriklerinden Shannon çeşitlilik indeksi (SHDI), yama yoğunluğu (PRD) ve Simpson eşitlik indeksi (SIEI) hesaplanmıştır. Çeşitlilik değerleri ile toprak üstü karbon tutumu değerleri, korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, peyzaj çeşitliliği ve karbon tutma arasındaki ilişki açıklanmıştır. Gelecek çalışmaların bu ilişkiyi kullanması ve AK/AO verilerini kullanarak doğrudan karbon depolama potansiyelini tahmin etmesi tartışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, Anadolu Yarımadası'nın batısındaki Manisa il sınırında yürütülmüştür. Araştırma alanı, 27°08' ve 29°05' doğu boylamları ile 38°04' ve 39°58' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. İlde toplam 17 ilçe (Ahmetli, Akhisar, Alaşehir, Demirci, Gölçümlü, Gördes, Kırkağaç, Köprübaşı, Kula, Salihli, Sarıgöl, Saruhanlı, Selendi, Soma, Şehzadeler, Turgutlu, Yunusemre) bulunmaktadır (Şekil 1). Türkiye İstatistik Kurumu 2019 yılı verilerine göre nüfusu 1.440.611 olan ilin %82'si Gediz Havzası sınırındadır ve yüzölçümü 13.339 km²'dir. Ege bölgesinin önemli doğal göllerinden birisi olan Marmara Gölü il sınırları içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanının batısında ve Gediz Nehri havzası boyunca karasal nitelikli Akdeniz iklimi hâkimken doğu ve dağlık



Şekil 1. Çalışma alanının birbirinden farklı mesafedeki örnek alanların coğrafi konumu

bölgelerde İç Anadolu Bölgesi'nin karasal ikliminin de etkileri görülür (Öztürk ve ark., 2017). Bitki örtüsü; makiler, ormanlar ve alpin bitkilerinden oluşmaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu 2019 yılı verilerine göre nüfusu 1.440.611 olan ilin %82'si Gediz Havzası sınırındadır ve yüzölçümü 13.339 km²'dir. Ege bölgesinin önemli doğal göllerinden birisi olan Marmara Gölü il sınırları içerisinde. Çalışma alanının batısında ve Gediz Nehri havzası boyunca karasal nitelikli Akdeniz iklimi hâkimken doğu ve dağlık bölgelerde İç Anadolu Bölgesi'nin karasal ikliminin de etkileri görülür (Öztürk ve ark., 2017). Bitki örtüsü; makiler, ormanlar ve alpin bitkilerinden oluşmaktadır.

Ormanlarda yaygın olarak kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold), kestane (*Castanea sativa* Mill.), boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bill.), sabin ardıcı (*Juniperus sabina* L.), mazı meşesi (*Quercus infectoria* Oliver) görülürken, dere içlerinde dişbudak (*Fraxinus ornus* L.), derici sumacı (*Rhus coriaria* L.), ova akçaağacı (*Acer campestre* L.) ve saçlı meşeye (*Quercus cerris* L.) rastlanmaktadır (Şık ve Gemici, 2009).

Çalışma kapsamında, coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışma alanında rastgele dağılım gösteren 50 farklı nokta seçilerek, 5 farklı uzaklıkta (1000 m, 2000 m, 3000 m, 4000 m, 5000 m) örnek alanlar oluşturulmuştur. Örnek alanların dairesel olmasının sebebi, peyzaj metriklerinin hesaplanmasında olası kenar etkisinin minimize edilmesidir. Farklı uzaklıkların seçilmesinin nedeni, arazi çeşitliliği ve karbon depolama potansiyeli arasındaki ilişkinin varyasyonunu incelemektir. Çalışmanın materyalini; Copernicus Arazi Gözlem Hizmetlerinin (*Copernicus Land Monitoring Service*) web sitesinden ücretsiz olarak indirilen 2018 yılına ait 100 m

çözünürlükteki CORINE Arazi Örtüsü (CLC; *CORINE Land Cover*) haritası ve Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu'nun açık erişimli görüntülerinden 30 m çözünürlükteki Landsat 8 uydu görüntüsü oluşturmaktadır. Analizler, R istatistiksel yazılımı ve ArcMap10.7'de yapılmıştır.

İlk olarak, üçüncü düzeydeki CLC 2018 haritası tekrar sınıflandırılmıştır. Makro sınıfların birinci düzeye dönüştürülmesinde referans alınan kodlar Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. CORINE (CLC) makro sınıflarının üçüncü düzeyden birinci düzeye göre tekrar sınıflandırılması

CLC makro sınıf kodu	CLC sınıfı (birinci düzey)
111, 112, 121, 124, 131, 133, 142	Yapay yüzey
331, 332, 333, 334	Çorak alan
211, 212, 221, 223, 231, 242, 243	Tarım alanı
311, 312, 313	Orman
321, 323, 324	Diğer bitki örtüsü
411, 422, 512	Su yüzeyi

CLC'nin yeniden sınıflandırılmasına paralel olarak, karasal karbon depolama potansiyelinin hesaplanması amacıyla vejetasyonun aktif olduğu dönemde indirilen Landsat 8 uydu görüntüsüne ait 4. (kırmızı) ve 5. (yakın kızılötesi) bantlar kullanılmıştır. Analizlerin yapılmasından önce, ilgili bantlar ArcMap10.7 yazılımında çalışma alanına sınırına göre kesilmiş ve bantlara ait yansıtma değerleri hesaplanmıştır. Bu işlemin tamamlanmasında, uydu görüntüsüne ait meta veri dosyası kullanılmıştır.

Normalize edilmiş bitki örtüsü farkı indeksi (NDVI), genellikle bir uzay platformundan alınan uzaktan algılama ölçümlerini analiz etmek için kullanılabilen ve gözlemlenen hedefin canlı yeşil bitki örtüsü içerip içermediğini değerlendiren basit bir grafik göstergedir. Negatif NDVI değerleri (-1'e yaklaşan değerler) suya karşılık gelir. Sıfıra yakın değerler (-0.1 ile 0.1) genellikle çorak kaya, kum veya kar alanlarını temsil etmektedir. Son olarak, düşük, pozitif değerler çalı ve otlakları (yaklaşık 0.2 ile 0.4) temsil ederken, yüksek değerler (1'e yaklaşan değerler) ılıman ve tropikal yağmur ormanlarını göstermektedir. NDVI formülü aşağıda yer almaktadır:

$$NDVI = \frac{NIR-Red}{NIR+Red} (1)$$

Formüle göre; NDVI normalize edilmiş bitki örtüsü farkı indeksini; NIR, yakın kızılötesi bantı; Red ise kırmızı bantı ifade etmektedir.

Uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak, yer üstü biyokütle hesaplanmakta ve karasal karbon potansiyeli doğrudan belirlenebilmektedir. Bu kapsamda, arazi verilerinin uzaktan algılama verileri ile entegre edildiği araştırmalar da

bulunmaktadır. Arazi verileri üzerinden farklı bitki türleri için alometrik modeller oluşturularak parametrik (regresyon analizleri) ve parametrik olmayan (örneğin k -en yakın komşu tekniği) istatistiksel yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada, Myeong vd. (2006) tarafından önerilen ve NDVI tabanlı karbon depolama potansiyelinin tahmin edilmesini sağlayan formül kullanılmıştır:

$$Karbon = \alpha \cdot e^{NDVI \cdot b} \quad (2)$$

Formülde α değeri 0.107.2, b değeri ise 0.0194 olarak alınmıştır. Bu değerler, Myeong vd. (2006) tarafından deneysel araştırmalar sonucu oluşturulmuştur. Formülün haritaya uygulanmasında raster hesaplama aracı kullanılmadan veri dönüşümü yapılmıştır. Veri kalibrasyonunun sağlanması bakımından 30 m çözünürlükteki veri, 100 m çözünürlükte olacak şekilde dönüştürülmüştür. Karbon depolama potansiyeli değeri, farklı büyüklükteki örnek alanlara bölgesel istatistik (*zonal statistics*) aracılığıyla atanmıştır.

Bu çalışmada peyzaj çeşitliliğini belirlemek amacıyla peyzaj düzeyinde hesaplanan Shannon çeşitlilik indeksi (SHDI), yama yoğunluğu (PRD) ve Simpson eşitlik indeksi (SIEI) kullanılmıştır. SHDI, bir topluluktaki tür çeşitliliğini karakterize eder. İndeks, mevcut türlerin hem bolluğunu hem de eşitliğini açıklar. Toplam tür sayısına (p_i) göre tür oranı hesaplanır ve daha sonra bu oranın ($\ln p_i$) doğal logaritması ile çarpılır. Ortaya çıkan ürün türler arasında toplanır ve -1 ile çarpılır. SHDI formülü aşağıda sunulmuştur:

$$SHDI(x) = - \sum_{j=i}^S p_i \ln p_i \quad (3)$$

PRD, peyzaj sınırı içinde bulunan farklı yama türlerinin sayısının (m) toplam peyzaj alanına (A) bölünmesiyle elde edilen sayıya eşittir. Çarpım işlemi mevcut birimi (m^2), hektara dönüştürmek için yapılır. PRD formülü aşağıda yer almaktadır:

$$PRD = \frac{m}{A} (10,000)(100) \quad (4)$$

SIEI, 1 rakamından her bir yama türünün orantılı bolluğunun (p_i) karesi toplamının maksimum Simpson çeşitlilik endeksine oranı ($1-1/m$) çıkarılarak hesaplanır. Yamaların alansal olarak eşit dağılımı, maksimum düzgünlükle sonuçlanacak şekilde ifade edilir ve formülü aşağıda sunulmuştur:

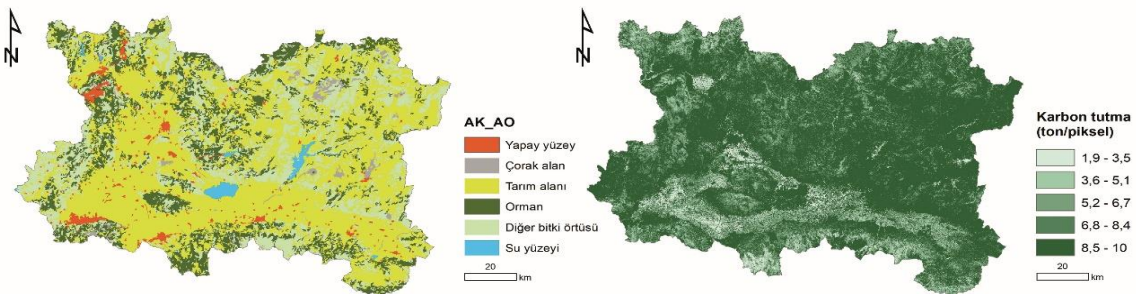
$$SIEI = \frac{1 - \sum_{i=1}^m p_i^2}{1 - \frac{1}{m}} \quad (5)$$

Metrikler her bir örnek alan için R istatistiksel yazılımında hesaplanmıştır. Metrik hesaplarının yapılabilmesi amacıyla açık erişim sağlanan *landscapemetrics* R paketi kullanılmıştır (Hesselbarthe ark., 2019). Çeşitlilik değerleri ile yer üstü karbon tutumu değerlerinin, korelasyon analizi ile değerlendirilmesinde *corrplot* R paketinden yararlanılmıştır.

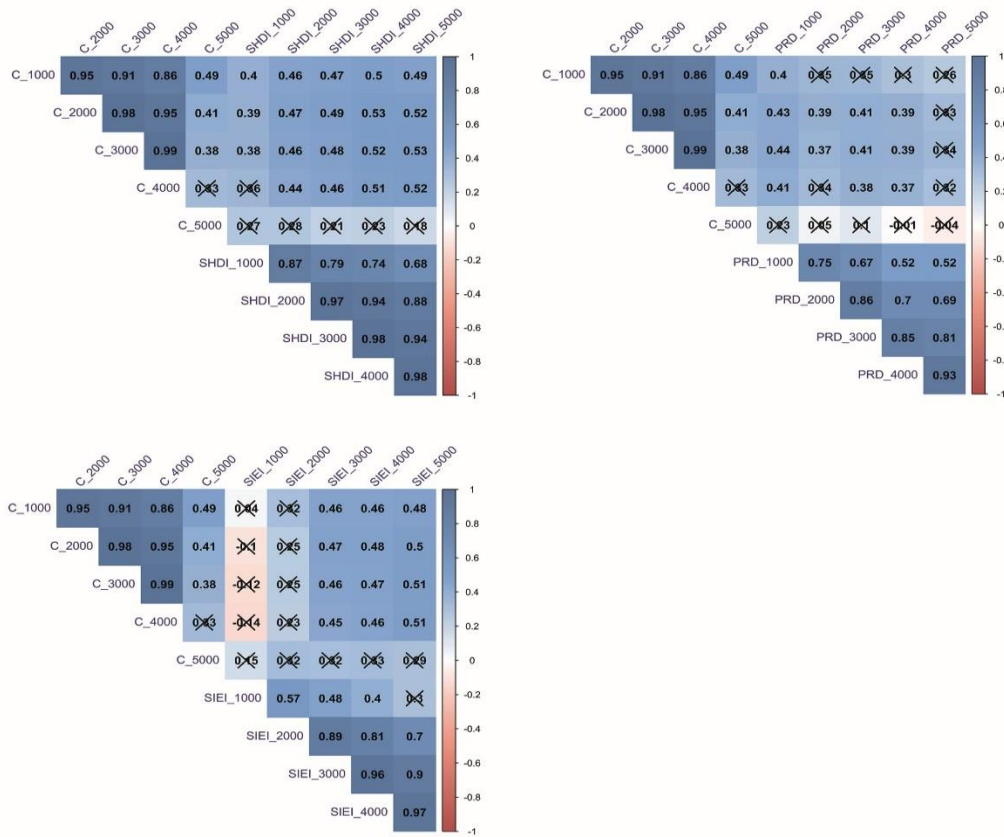
BULGULAR VE TARTIŞMA

CORINE 2018 yılı verisinden üretilen 100 m çözünürlükteki arazi kullanımı/arazi örtüsü ve uydu görüntüsü üzerinden karbon indeksinin hesaplanmasıyla üretilen karbon tutma haritaları Şekil 2'de sunulmuştur. AK/AO haritasına göre Manisa'nın %2.42'si yapay yüzeylerden, %1.56'sı çorak alanlardan, %53.02'si tarım alanlarından, %16.52'si ormanlardan, %25.44'ü diğer bitki örtüsünden, %1.04'ü ise su yüzeylerinden oluşmaktadır. Karbon tutma değerleri, 1 ile 10 arasında yeniden ölçeklendirilmiştir ve 5 grupta sınıflandırılmıştır. Bunlar sırasıyla; çok düşük (1.9-3.5); düşük (3.6-5.1); orta (5.2-6.7); yüksek (6.8-8.4) ve çok yüksektir (8.5-10). Karbon depolama potansiyeli bakımından çok düşük olan alanlar alanın %3.66'sını, düşük alanlar alanın %9.60'ını, orta alanlar alanın %12.05'ini, yüksek alanlar alanın %10.49'unu, çok yüksek alanlar ise alanın %64.20'sini oluşturmaktadır.

Korelasyon analizi sonuçları incelendiğinde, Shannon çeşitlilik indeksi (SHDI) ve karbon tutma değişkenleri arasındaki korelasyon katsayısı 1000 m'de 0.40; 2000 m'de 0.47; 3000 m'de 0.48; 4000 m'de 0.41; 5000 m'de ise 0.18'dir. Korelasyon grafiklerinde, önemsiz ilişkiler çarpı (X) işareti ile gösterilmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. 2018 yılına ait Manisa AK/AO ve karbon tutma haritaları (AK/AO: Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü)



Şekil 3. Peyzaj çeşitliliği ve karbon depolama potansiyeli arasındaki korelasyon analizi grafikleri (SHDI: Shannon çeşitlilik indeksi, PRD: yama yoğunluğu, SIEI: Simpson çeşitlilik indeksi, C: karbon depolama potansiyeli)

Yama yoğunluğu (PRD) ve karbon depolama potansiyeli arasındaki ilişki incelendiğinde ilişkinin (5000 m mesafe dışındaki) pozitif yönlü olduğu görülmektedir. Korelasyon katsayısı 1000 m'de 0.40; 2000 m'de 0.39; 3000 m'de 0.41; 4000 m'de 0.37; 5000 m'de ise -0.04'dir. Simpson çeşitlilik indeksi (SIEI) ve karbon depolama potansiyeli arasındaki ilişki incelendiğinde ilişkinin diğer bağımsız değişkenlerde olduğu gibi pozitif olduğu dikkat çekmektedir. Korelasyon katsayısı 1000 m'de 0.04; 2000 m'de 0.25; 3000 ve 4000 m'de 0.46; 5000 m'de ise 0.29'dur. Sonuç olarak, bütün peyzaj çeşitlilik metrikleri peyzaj çeşitliliği ve karbon depolama potansiyeli arasındaki ilişkiyi 3000 m'de en iyi düzeyde açıklamıştır. SHDI'nın bu ilişkiyi diğer metriklere göre daha iyi açıkladığı görülmektedir. İlişkinin düzeyi ortadır ve yönü pozitifdir.

Güncel çalışmalar, çeşitli arazi örtüsü haritalama tekniklerinin karbon depolama potansiyeli üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir. Örneğin; Sumarga et al. (2020) Batı Java, Endonezya'da tropikal ekosistemde yürüttüğü araştırmasında bazı jeostatistiksel enterpolasyon tekniklerinin kullanıldığı arazi örtüsü haritaları üzerinden tabakalaşmaya (*stratification*) gerek olmaksızın karbon depolama potansiyelini belirlemede güçlü araçlar olduğunu

ifade etmiştir. Ancak bu çalışmada, arazi örtüsünün yanı sıra rakım değişkeninden de yararlanılmıştır.

Li et al. (2015), kuzeydoğu Çin'de ılıman bir ormandaki yer üstü biyokütleyi haritalamak için LiDAR (*Light Detection and Ranging*) SPOT-6 verilerini entegre etmiş, jeostatistiksel modelleme uygulamış ve regresyon kriging tekniğinin karbon depolama potansiyelini belirlemede başarılı olduğunu belirtmiştir. Bu çalışma, bu tekniğin, kabaca benzer koşullara sahip daha geniş bölgelerde, yani gelişmekte olan ülkelerde 500 hektardan daha az alanlara sahip tropikal ormanlarda, özellikle benzer arazi örtüsü kompozisyonuna sahip korunan orman olarak yönetilen alanlarda, yer üstü karbon haritalaması için uygulanmasını önermektedir. Bu çalışmaların ortaya attığı tartışma, karbon depolama potansiyelini belirlemede arazi örtüsünün tek başına bir değişken olarak kullanılmasının yanı sıra farklı değişkenlere (yükseklik, bakı vb.) ihtiyaç duyulduğunun bir göstergesidir. Bu makalede sunulan çalışma, her ne kadar SHDI indeksi ile orta düzeyde önemli korelasyon bulmuş olsa da, AK/AO'nun yanı sıra önceki çalışmalara dayalı olarak bundan sonraki çalışmalarda karbon depolama potansiyelini belirlemek amacıyla çeşitli değişkenlerin kullanılması önerilmiştir. Ayrıca, yüksek veri kalitesine sahip

LiDAR nokta bulutu vb. uzaktan algılama tekniklerinin kullanılması da tahmin modelinin başarısını etkilemektedir. Dolayısıyla, sunulan çalışmada CORINE yerine, çözünürlüğü daha yüksek veriye dayanan arazi örtüsü haritası korelasyon analizinde tamamen farklı sonuçlar verebilir. Bu bağlamda, karbon haritalaması için eğim, bakı ve bitki örtüsü indekslerine (ücretsiz DEM ve uydu görüntülerinden üretilebilecek çevresel indeksler) dayanan düşük maliyetli ve pratik yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Arazi verilerine dayanan değişkenleri (özellikle toprak ve jeoloji gibi bitki büyümesi için kritik olanlar) uzaktan algılama modellerine dâhil etmek, doğruluk değerlendirmesi için potansiyel bir seçenek olacaktır. Bu değişkenlerin regresyon modellemesinde ve yer üstü karbon haritalamasında kullanılmasına izin vermek için değişkenlerin uzamsal verilerinin erişilebilir olması gerekmektedir.

Arazi örtüsü verisi üzerinden karbon depolama potansiyelini tahmin etmek, özellikle orman yönetimini destekleyebilir ve yangın riski yönetimi de dâhil olmak üzere mekânsal planlama için girdi sağlayabilir. Bir yer üstü karbon haritasının üretilmiş olması, yangın potansiyeli bilgisi ile birleştirildiğinde, orman yangınlarından kaynaklanan yer üstü karbon kaybını tahmin etmek ve ayrıca yangın önleme için yüksek öncelikli alanları belirlemek için yararlı olabilir. Daha genel bir uygulamada, birçok çalışma, farklı arazi kullanım yönetimi seviyelerinde arazi kullanım planlamasının desteklenmesinde karbon tutma ve depolama dâhil olmak üzere, birden çok ekosistem hizmeti hakkında uzamsal bilginin kullanımını başarıyla göstermiştir (Wu ve ark., 2018).

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, Manisa İl'inde peyzaj çeşitliliği ve karbon depolama potansiyeli arasındaki ilişkinin incelenmesi için bir dizi analiz yapılmıştır. Bu kapsamda, Manisa'da karbon depolama potansiyeli ve peyzaj çeşitliliği düzeyi peyzaj bütününde değişiklik gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu değişikliğin nedeni, arazi örtüsünün heterojen yapıda olmasından kaynaklanmaktadır. Manisa gibi özellikle doğal alanların homojen olarak yayılış göstermediği illerde, arazi örtüsü verileri ile karbon tutma seviyesinin ilişkilendirilmesi özellikle doğa koruma temelli peyzaj planlama çalışmalarında girdi verisi olarak kullanılabilir. Bu çalışmanın sonuçları, uydu görüntüleri ve yardımcı veriler yardımıyla, il ölçeğinde karbon depolama potansiyelinin kısmen tahmin edilebileceğini göstermektedir. Yapılan korelasyon analizlerine göre, peyzaj çeşitliliği ile karbon depolama potansiyeli arasında orta düzeyde önemli ($p < 0.05$) ve pozitif ilişkiler bulunmuştur. Bundan sonraki çalışmalarda, AK/AO verisini kullanarak karbon depolama potansiyelinin hızlı ve pratik ölçülmesini sağlayacak yeni metrikler üretilebilir. Böylece, AK/AO değişimlerine bağlı olarak arazideki karbon tutma değişimi de izlenebilir. Sonuç olarak, bu çalışmanın çıktıları, çevresel

izleme çalışmalarına entegre edilebilir ve AK/AO verileri daha kapsamlı peyzaj değerlendirmeleri için kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Botequilha Leitão A, Ahern J (2002) Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning*59(2): 65-93.
- Brunori E, Salvati L, Mancinelli R, Smiraglia D, Biasi R (2017) Multi-temporal land use and cover changing analysis: The environmental impact in Mediterranean area. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*24(3) 276-288.
- Cardinale BJ, Gross K, Fritschie K, Flombaum P, Fox JW, Rixen C, Ruijven J, van Reich PB, Scherer-Lorenzen M, Wilsey BJ (2013) Biodiversity simultaneously enhances the production and stability of community biomass, but the effects are independent. *Ecology*94(8): 1697-1707.
- Chave J, Andalo C, Brown S, Cairns MA, Chambers JQ, Eamus D, Fölster H, Fromard F, Higuchi N, Kira T, Lescure JP, Nelson BW, Ogawa H, Puig H, Riéra B, Yamakura, T (2005) Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*145(1): 87-99.
- Chen Y, Lu H, Li J, Xia J (2020) Effects of land use cover change on carbon emissions and ecosystem services in Chengyu urban agglomeration, China. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*34(8): 1197-1215.
- Chowdhury M, Hasan ME, Abdullah-Al-Mamun MM (2020) Land use/land cover change assessment of Halda watershed using remote sensing and GIS. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*23(1): 63-75.
- Cushman SA, McGarigal K, Neel MC (2008) Parsimony in landscape metrics: Strength, universality, and consistency. *Ecological Indicators*8(5): 691-703.
- Davies ZG, Edmondson JL, Heinemeyer A, Leake JR, Gaston KJ (2011) Mapping an urban ecosystem service: Quantifying above-ground carbon storage at a city-wide scale. *Journal of Applied Ecology*48(5): 1125-1134.
- Dewan AM, Yamaguchi Y (2009) Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied Geography*29(3): 390-401.
- Frank S, Fürst C, Koschke L, Makeschin F (2012) A contribution towards a transfer of the ecosystem service concept to landscape planning using landscape metrics. *Ecological Indicators*21:30-38.
- Golkar F, Shirvani A (2020) Spatial and temporal distribution and seasonal prediction of satellite measurement of CO2 concentration over Iran. *International Journal of Remote Sensing*41(23): 8891-8909.
- Harpole WS, Sullivan LL, Lind EM, Firn J, Adler PB, Borer ET, Chase J, Fay PA, Hautier Y, Hillebrand H, MacDougall AS, Seabloom EW, Williams R, Bakker JD, Cadotte

- MW, Chaneton EJ, Chu C, Cleland EE, D'Antonio C, Wragg PD (2016) Addition of multiple limiting resources reduces grassland diversity. *Nature*:537(7618): 93-96.
- Hesselbarth MH, Sciaini M, With KA, Wiegand K, Nowosad J (2019) landscapemetrics: an open-source R tool to calculate landscape metrics. *Ecography* 42(10): 1648-1657.
- Hooper DU, Adair EC, Cardinale BJ, Byrnes JEK, Hungate BA, Matulich KL, Gonzalez A, Duffy JE, Gamfeldt L, O'Connor MI (2012) A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. *Nature*486(7401): 105-108.
- Houghton RA, Nassikas AA (2017) Global and regional fluxes of carbon from land use and land cover change 1850–2015. *Global Biogeochemical Cycles*31(3): 456-472.
- Hu Y, BatunacunZhen L, Zhuang D (2019) Assessment of Land-Use and Land-Cover Change in Guangxi, China. *Scientific Reports*9(1):2189.
- Jantz P, Goetz S, Laporte N (2014) Carbon stock corridors to mitigate climate change and promote biodiversity in the tropics. *Nature Climate Change*4(2): 138–142.
- Lausch A, Herzog F (2002) Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: Issues of scale, resolution and interpretability. *Ecological Indicators*2(1): 3-15.
- Lausch Angela, Blaschke T, Haase D, Herzog F, Syrbe RU, Tischendorf L, Walz U (2015) Understanding and quantifying landscape structure – A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics. *Ecological Modelling*295: 31-41.
- Li H, Wu J (2004) Use and misuse of landscape indices. *Landscape Ecology*19(4): 389-399.
- Li W, Niu Z, Liang X, Li Z, Huang N, Gao S, Wang C, Muhammad S (2015) Geostatistical modeling using LiDAR-derived prior knowledge with SPOT-6 data to estimate temperate forest canopy cover and above-ground biomass via stratified random sampling. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*41: 88-98.
- Liu S, Li X, Chen D, Duan Y, Ji H, Zhang L, Chai Q, Hu X (2020) Understanding Land use/Land cover dynamics and impacts of human activities in the Mekong Delta over the last 40 years. *Global Ecology and Conservation*22: e00991.
- McGarigal K (2014) *Landscape Pattern Metrics*. In Wiley StatsRef: Statistics Reference Online. American Cancer Society.
- Muñoz-Rojas M, Jordán A, Zavala LM, Rosa DD, Abd-Elmabod SK, Anaya-Romero, M (2015) Impact of Land Use and Land Cover Changes on Organic Carbon Stocks in Mediterranean Soils (1956–2007). *Land Degradation ve Development*26(2): 168-179.
- Myeong S, Nowak DJ, Duggin MJ (2006) A temporal analysis of urban forest carbon storage using remote sensing. *Remote Sensing of Environment*101(2): 277-282.
- Ni-Meister W, Lee S, Strahler AH, Woodcock CE, Schaaf C, Yao T, Ranson KJ, Sun G, Blair JB (2010) Assessing general relationships between aboveground biomass and vegetation structure parameters for improved carbon estimate from lidar remote sensing. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*115(G2).
- Öztürk MZ, Çetinkaya G, Aydın S (2017) Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklim Tipleri. *Coğrafya Dergisi*35: 17-27.
- Patenaude G, Hill RA, Milne R, Gaveau DLA, Briggs BBJ, Dawson TP (2004) Quantifying forest above ground carbon content using LiDAR remote sensing. *Remote Sensing of Environment*93(3): 368-380.
- Perre FV, Willig MR, Presley SJ, Aendemwana FB, Beekman H, Boeckx P, Cooleman S, Haan M, Kesel AD, Dessein S, Grootaert P, Huygens D, Janssens SB, Kearsley E, Kabeya PM, Leponce M, Broeck DV, Verbeeck H, Würsten B, Verheyen E (2018) Reconciling biodiversity and carbon stock conservation in an Afrotropical forest landscape. *Science Advances*4(3): eaar6603.
- Poulter B, Frank D, Ciais P, Myneni RB, Andela N, Bi J, Broquet G, Canadell JG, Chevallier F, Liu YY, Running SW, Sitch S, van der Werf GR (2014) Contribution of semi-arid ecosystems to interannual variability of the global carbon cycle. *Nature*509(7502): 600-603.
- Sabatini FM, Andrade RB, Paillet Y, Ódor P, Bouget C, Campagnaro T, Gosselin F, Janssen P, Mattioli W, Nascimbene J, Sitzia T, Kuemmerle T, Burrascano S (2019) Trade-offs between carbon stocks and biodiversity in European temperate forests. *Global Change Biology*25(2): 536-548.
- Sande MT, Poorter L, Kooistra L, Balvanera P, Thonicke K, Thompson J, Arets EJM M, Alaniz NG, Jones L, Mora F, Mwampamba TH, Parr T, Peña-Claros M (2017) Biodiversity in species, traits, and structure determines carbon stocks and uptake in tropical forests. *Biotropica*49(5): 593-603.
- Singh H, Garg RD, Karnatak HC, Roy A (2018) Spatial landscape model to characterize biological diversity using R statistical computing environment. *Journal of Environmental Management*206: 1211-1223.
- Sütünç HS, Çorbacı, ÖL (2020) Building Urban Green Infrastructure Systems Using Ecological Planning Principles: Siirt Sample. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*16(2): 70-88.
- Şık L, Gemici Y (2009)Yunt Dağı (Manisa) Orman Vegetasyonunun Bitki Sosyolojisi Yönünden Araştırılması.Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi5(1): 75-86.
- Sintayehu DW, Belayneh A, Dechassa N (2020) Aboveground carbon stock is related to land cover and woody species diversity in tropical ecosystems of Eastern Ethiopia. *Ecological Processes*9(1): 37.
- Strassburg BBN, Kelly A, Balmford A, Davies RG, Gibbs HK, Lovett A, Miles L, Orme CDL, Price J, Turner RK, Rodrigues ASL (2010) Global congruence of carbon storage and biodiversity in terrestrial ecosystems. *Conservation Letters*3(2): 98-105.
- Sumarga E, Nurudin N, Suwandhi I (2020) Land-Cover and Elevation-Based Mapping of Aboveground Carbon in a

- Tropical Mixed-Shrub Forest Area in West Java, Indonesia. *Forests*11(6): 636.
- Uuemaa E, Antrop M, Roosaare J, Marja R, Mander Ü (2009) Landscape metrics and indices: An overview of their use in landscape research. *Living reviews in landscape research*3(1): 1-28.
- Verburg PH, Alexander P, Evans T, Magliocca NR, Malek Z, Rounsevell MD, van Vliet J (2019) Beyond land cover change: Towards a new generation of land use models. *Current Opinion in Environmental Sustainability*38: 77-85.
- Wu X, Wang S, Fu B, Liu Y, Zhu Y (2018) Land use optimization based on ecosystem service assessment: A case study in the Yanhe watershed. *Land Use Policy*72: 303-312.
- Yu Z, Lu C, Tian H, Canadell JG (2019) Largely underestimated carbon emission from land use and land cover change in the conterminous United States. *Global Change Biology*25(11): 3741-3752.
- Yuan Z, Wang S, Ali A, Gazol A, Ruiz-Benito P, Wang X, Lin F, Ye J, Hao Z, Loreau M (2018) Aboveground carbon storage is driven by functional trait composition and stand structural attributes rather than biodiversity in temperate mixed forests recovering from disturbances. *Annals of Forest Science* 75(3): 67.

The Effect of Sowing Date, Cultivar and Seed Rate on Yield and Quality Characteristics in Rapeseed (*Brassica napus* L.)

Sevgi DİNÇ¹ , Aydın ÜNAY² 

¹ Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, Saruhanlı, Manisa

² Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Aydın, Turkey

Abstract: This study was carried out to determine the effect of different sowing dates and seeding rate on seed yield, oil and protein contents of seed in two rapeseed cultivars in the field of experiment and application of Aydın Adnan Menderes University Faculty of Agriculture during 2014/2015 and 2015/2016. The experiment was the split-split-plot design with 4 replications. The sowing dates, cultivars and seeding rates were arranged to main, sub and sub-sub plots, respectively. This experiment was conducted applying two sowing dates (early and late), two winter type cultivars (NK Petrol and NK Caravel) and five seeding rates (3, 5, 7, 9 and 11 kg ha⁻¹). The early sowing date and 7.0 kg ha⁻¹ seeding rate given the highest seed yield for both cultivars based on two-year results. The interaction between sowing dates and cultivars for crude oil rate was significant, and the highest crude oil rate was recorded in NK Petrol cultivar (43.34 - 43.54%) at the first sowing date in both years. Non-significant protein content for all factors and interactions varied from 19.10% to 23.72%. Finally, it was recommended the earliest possible sowing with 7.0 kg ha⁻¹ seeding rate for seed yield and quality in winter rapeseed growing. Moreover, it was recommended that NK Petrol for early sowing dates and NK Caravel for late sowing dates should be used as a cultivar.

Keywords: early sowing, late sowing, oil, plant density, protein

Kanolada (*Brassica napus* L.) Farklı Ekim Zamanı, Çeşit ve Tohumluk Miktarının Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi

Öz: Bu çalışma farklı ekim zamanı ve tohumluk miktarının iki farklı kanola çeşidinin verim, yağ ve protein oranı üzerine etkisini belirlemek amacıyla 2014/2015 ve 2015/2016 yetiştirme periyodunda Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanlarında yürütülmüştür. Deneme deseni olarak 4 yinelemeli Bölünen Bölünmüş Parseller kullanılmıştır. Ekim zamanları (erken ve geç) ana parsellerde, çeşitler (NK Petrol ve NK Caravel) alt parsellerde ve tohumluk miktarları (300 g, 500 g, 700 g, 900 g ve 1100 g da⁻¹) alt-alt parsellerde yer almıştır. Denemenin yürütüldüğü her iki yılda da erken ekim zamanında uygulanan 700 g da⁻¹ tohumluk miktarı her iki çeşitte de en yüksek verimi vermiştir. Ham yağ oranı yönünden ekim zamanı x çeşit interaksyonu önemli bulunmuş ve en yüksek ham yağ oranları her iki yılda olmak üzere erken ekim zamanında NK Petrol kanola çeşidinden (%43.34 - %43.54) elde edilmiştir. Protein içeriği yönünden çalışmada incelenen faktörlerin ve interaksyonlarının önemli olmadığı ve protein oranlarının %19.10 ile %23.72 arasında değiştiği saptanmıştır. Sonuç olarak, kışlık kanola yetiştiriciliğinde verim ve kalite özellikleri yönünden ekimin mümkün olduğu kadar erken yapılması ve 700 g da⁻¹ tohumluk miktarının uygulanması kanısına varılmıştır. Ayrıca, erken ekimlerde NK Petrol buna karşın geç ekimlerde NK Caravel çeşidinin kullanılması önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: erken ekim, geç ekim, yağ, bitki sıklığı, protein

INTRODUCTION

In the world, rapeseed (*Brassica napus* L.) considered as the third most important oilseed crop followed by soybean and oil palm and used as edible oil and biodiesel production (Velasco and Fernandez-Martinez, 2002; Langhof and Rühl, 2017). Especially, it is a rotation crop in regions dominated by wheat (Miralles et al., 2001). Its vegetable oil with the lowest content of saturated fatty acids and moderate content of polyunsaturated fatty acids is very important for human oil requirements (Molazem et al., 2013).

The sowing area, production and yield of rapeseed in the world are 35.0 million ha, 68.2 million tons and 1.94 tons ha⁻¹, respectively (FAOSTAT, 2019). In Turkey, rapeseed reached a sowing area of 52.5 thousand ha and, its production and yield are 180 thousand tons and 3.43 tons ha⁻¹, respectively (Anonymous, 2019). The winter types of rapeseed are grown in Trakya, Marmara, Central Anatolia

and their transitional regions while spring types can be grown in the Mediterranean, Aegean and Southeast Anatolian regions of Turkey.

In rapeseed growing, it was emphasized that early-seeded rapeseed produced higher yield and quality (Oz, 2002; Celik, 2006; Epirturk, 2009) and better yields are achieved by sowing the crop late enough to prevent early freezing damage. Wang et al. (2012) revealed that decreased rapeseed yield in late sowing date mainly depends on shortened vegetative growth stages.

*** Corresponding Author:** aunay@adu.edu.tr This article is part of the doctoral thesis conducted by Sevgi DİNÇ and was supported by the Unit of Scientific Research Project, Aydın Adnan Menderes University (ZRF-14016).

The submitted date: 20 Kasım 2020

The accepted date: 23 Mayıs 2021

In the coastal zone of the Aegean Region such as Aydin, excessive precipitation in early autumn in some years limited the early sowing date and sowing shift to December. In studies carried out on whether the delayed sowing date affects the use of variety and seeding rate, non-significant seeding rate x cultivar interactions for seed yield and oil content were found (Shahin and Valiollah, 2009; Sargin, 2012). The significant interaction effects of sowing date, rate and cultivar on seed yield were determined by Hasm and Mahmood (2016). In general, plant densities for rapeseed hybrids in Europe and China changed from 30 plants m⁻² to 60-70 plants m⁻² whereas the results of some researchers showed that optimum plant density was 100-200 plants m⁻² (McGregor, 1987; O'Donovan, 1994). For conventional (non-hybrid) *B. napus* varieties, it was recommended that plant density should be 150 plants m⁻², generally requiring seeding rates of 7-8 kg ha⁻¹ (Gunstone, 2004).

Numerous studies focused on research about effects of sowing date x cultivar, sowing date x plant density and plant density x cultivar on the yield of rapeseed (Hanson et al. 2008; Molazem et al., 2013; Harker et al., 2015; Hasm and Mahmood, 2016). However, the number of studies investigating the sowing date x cultivar x seeding rate in many years is still limited. Consequently, this study was aimed to determine the seed yield and quality relationships of two winter type cultivars of rapeseed grown at five different seeding rates and two sowing dates in the Aegean Region, Turkey.

MATERIAL AND METHODS

Experimental site

The present research was conducted at the experimental area of the Field Crops Department of the Agricultural Faculty of Aydin Adnan Menderes University (37° 45' north, 27° 45' east) during the winter season of 2015 and 2016. The area is characterized by the Mediterranean type of climate with warm and rainy winter and spring.

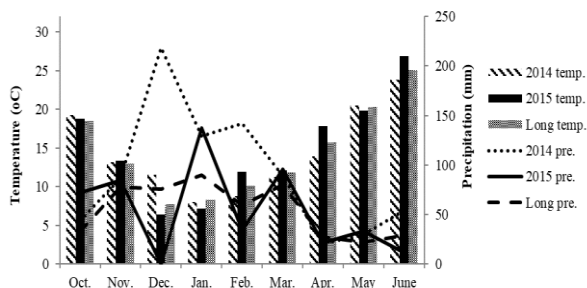


Figure 1. Precipitation and temperature during the cropping season in 2014, 2015 and long period

The mean temperatures from October to June show that May and June exceed the long term mean temperatures (Figure 1). The experiment area was established on loamy soil having pH 8.26 (alkali), organic matter 1.37% (insufficient), lime 2.65% (high) and total salt 0.0093% (low).

Experimental design

The experiment was an arrangement to split-split plot design with four replications. The sowing dates served as main plots (6 November and 9 December in 2014; 5 October and 7 November in 2015). The subplots were NK Petrol and NK Caravel (from Syngenta) rapeseed cultivars. Five different seeding rate (3, 5, 7, 9 and 11 kg ha⁻¹) were used as a sub-sub plot. Soil moisture and rainfall during the October-December period affected the sowing date (Figure 1). All the cultural managements such as fertilization and irrigation were applied as recommended for rapeseed growing of the Aegean Region.

Crop management

Rapeseed was planted at 13 cm row space according to different seeding rate viz., 3, 5, 7, 9 and 11 kg ha⁻¹ with a grain sowing machine. The plant densities were 39, 65, 91, 117 and 143 plants m⁻² for each seeding rate, respectively. Each sub-sub plot has 7 m length, 21 rows and 19.11 m². For all parcels, the recommended fertilizer rate of 160:80:80 of NPK was applied using a compound fertilizer (NPK 15:15:15) to supply 80 kg each of NPK ha⁻¹ before sowing as basal application and ammonium nitrate (33% N) to supply the remaining dose (80 kg ha⁻¹) of nitrogen before the early spring season. The herbicide (Metazachlor, 333 g/l + Quinmerac 83 g/l effectively) were applied for the weed challenge after sowing.

Measurements

Seed yield (t ha⁻¹), crude oil content (%) and crude protein content (%) were recorded. Seed yield was determined based on 5% moisture level with all plants in each plot which harvested by hand after the completion of pod filling. The oil content of seeds was obtained following the Soxhlet method (AOAC, 1990) while crude protein was determined following the Dumas method (Dumas, 1831).

Data analysis

The data of seed yield, crude oil rate and crude protein rate were statistically analyzed according to the method proposed by Yurtsever (1984) in TOTEM STAT Statistical Package Program (Acikgoz et al., 2004). The differences between the means were compared by the least significant difference (LSD) at the 5% level (Steel et al., 1997).

RESULTS AND DISCUSSIONS

Seed Yield (t/ha)

The results of ANOVA indicated that the differences between the two years were significant for yield whereas the effects of years on crude oil and protein content were non-significant (non-tabulated data). Seed yield in the first year was significantly higher than that of the second year. The precipitation in December, January and February of the first year were very intensive, and also June rains were higher than that of the second year (Figure 1). The total precipitations for both years were 812.6 mm and 489.5 mm, respectively. There were non-significant differences in terms of monthly temperature values of both years.

It could be concluded that seed yield was mainly affected by precipitation amount and monthly distribution. Data presented in Table 1 indicated that interactive effects of sowing dates, cultivars and seeding rates for rapeseed yield were significant in both cropping seasons (Table 1). Therefore, adjustments in seeding rate were needed for each rapeseed cultivars and sowing dates. The highest rapeseed seed yields recorded in the first sowing date of the 2015 year with 7 kg ha⁻¹ seeding rate in NK Petrol (3.99 t ha⁻¹) and seeding rate of 9 kg ha⁻¹ in NK Caravel (3.93 t ha⁻¹). The lowest rapeseed seed yields recorded in the second sowing date of 2015 year. These yields of 2.56 t ha⁻¹ and 2.92 t ha⁻¹ obtained in NK Petrol cultivar with 9.0 and 11.0 kg ha⁻¹ seed rates, respectively. Also, NK Caravel cultivar at second sowing date with 11.0 kg ha⁻¹ seed rate gave the lowest values from yield (2.93 t ha⁻¹). In the 2016 year, the highest rapeseed seed yields recorded in the first

sowing date with 7 kg ha⁻¹ seeding rate both in NK Petrol (3.63 t ha⁻¹) and in NK Caravel cultivar (3.60 t ha⁻¹). Also, the second-highest yields obtained from the second date with 7 kg ha⁻¹ in both NK Caravel and NK Petrol cultivars (3.46 and 3.40 t ha⁻¹, respectively). Likewise, to 2015, the lowest rapeseed seed yields recorded in the second sowing date of the 2016 year with 11 kg ha⁻¹ seeding rate in NK Caravel (2.36 t ha⁻¹) and NK Petrol cultivar (2.20 t ha⁻¹). It was concluded that an early sowing date and 7.0 kg ha⁻¹ seeding rate could be recommended for both cultivars based on two-year results. Similarly, many researchers found that higher seeding rates (5.6-8.4 kg ha⁻¹) increased rapeseed seed yield (Brandt et al., 2007; Hanson et al., 2008; Harker et al., 2012). Contrary to our results, Kutcher et al. (2013) and Harker et al. (2015), rapeseed yield was not affected by higher seeding rates. At the same time, delay in sowing date more negatively affected the yields of the highest seeding rate (11 kg ha⁻¹) that of 3-5 kg ha⁻¹ seeding rate. In terms of climate parameters such as temperature, day length and rainfall, sowing date is one of the most important crop management for best yield. Many studies emphasized that sowing date significantly affected rapeseed yield (Johnson et al., 1995; Turhan et al., 2011; Balalic et al., 2017) and late sowing of rapeseed in winter type decreased seed yield (Pritchard et al., 2000; Ozer 2003; Uzun et al., 2009). It was concluded that rapeseed could be planted during the October-November period in the coastal zone of the Aegean region with a mild Mediterranean climate.

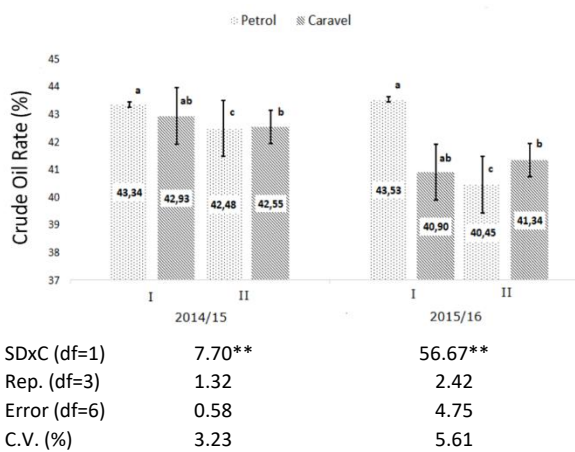
Table 1. Rapeseed yields by sowing dates, cultivars and seeding rates in 2014/15 and 2015/16 seasons

		Seed Yield (t ha ⁻¹)				
		2014/2015				
		Seeding Rate (kg ha ⁻¹) (SR)				
Sowing Date (SD)	Cultivars (C)	3	5	7	9	11
I	Petrol	3.55	3.73	3.99	3.50	3.40
	Caravel	3.72	3.77	3.82	3.93	3.11
II	Petrol	3.25	3.34	3.60	2.92	2.56
	Caravel	3.33	3.51	3.81	3.67	2.93
LSD _{0.05} (AxBxC): 0.0186; Years (df=1): 753.68**, SD x C x SR (df=4): 10.55**, Replication (df=3): 1.32; Error (df=48)2.49, C.V. (%): 4.49						
		2015/2016				
		Seeding Rate (kg ha ⁻¹) (SR)				
Sowing Date (SD)	Cultivars (C)	3	5	7	9	11
I	Petrol	2.95	3.32	3.63	2.81	2.48
	Caravel	2.86	2.89	3.60	2.86	2.73
II	Petrol	2.69	2.96	3.40	2.85	2.20
	Caravel	2.89	3.41	3.46	3.12	2.36
LSD _{0.05} (AxBxC): 0.0168, SD x C x SR (df=4): 6.42**, Replication (df=3): 3.60, Error (df=48): 2.02, C.V. (%): 4.86						

Oil Rate

The interactive effects of sowing dates and cultivars for crude oil rate were significant in both cropping seasons. In our study, the crude oil rate varied from 39.75% to 45.13% depending on cultivars, sowing dates and years (Figure 2). The cultivar, crop management and the environment affected the oil rate of rapeseed in which it is grown and, the oil content of rapeseed changed was between 40.0% and 44.0% (Anonymous, 2014; Balalic et al., 2017).

The highest crude oil rate was recorded in NK Petrol cultivar (43.34-43.54%) at the first sowing date in both years. These values followed by NK Caravel cultivar with 42.93-42.21% at first sowing date whereas crude oil rate of Caravel cultivar in second sowing date was higher than that of Petrol cultivar in both years (Figure 2). It was clear that late sowing caused delayed flowering time, shortened flowering duration. Therefore, it can be said that NK Caravel responds more positively to the shorter vegetation period than the NK petrol in terms of crude oil. These results are in agreement with the comments made by Ginwal et al. (2005) and Turhan et al. (2011).



SDxC (df=1) 7.70** 56.67**

Rep. (df=3) 1.32 2.42

Error (df=6) 0.58 4.75

C.V. (%) 3.23 5.61

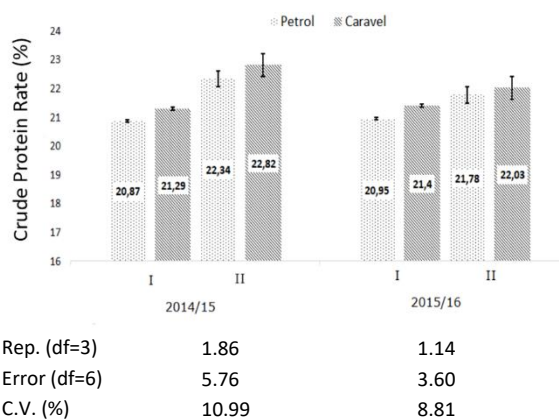
** : $p < 0.01$, SD: Sowing date, Rep.: Replications

Figure 2. Crude oil rate (%) of rapeseed by sowing dates (I; first sowing date and II; second sowing date) and cultivars in 014/15 and 2015/16. Vertical bars represent standard errors of means. Different letters at the top of the histogram indicate significant differences at the LSD test (0.05 probability level)

Protein Rate

The results of variance analysis (non-tabulated data) from the present study showed that interactive effects of sowing dates, seeding rate and cultivars for crude protein rate were non-significant in both cropping seasons. Protein content varied from 19.10% to 23.72% (Figure 3). By contrast, many researchers reported that the protein content of rapeseed is affected by environmental conditions and agriculture management such as temperature, location, year, seeding rate and sowing date

(Piljuk, 2006; Marinkovic et al., 2010; Laaniste et al., 2016; Ratajczak et al., 2019). However, our results in terms of protein content were similar to Turhan et al. (2011) and Balalic et al. (2017). It can be said that cultivar, sowing date and seeding rate are not able to change the protein content of rapeseed in Aydin ecological condition. Despite all this, NK Caravel cultivar produced the highest crude protein rate (23.23% - 23.72%) at the second sowing date in both years (Figure 3).



Rep. (df=3) 1.86 1.14

Error (df=6) 5.76 3.60

C.V. (%) 10.99 8.81

** : $p < 0.01$, SD: Sowing date, Rep.: Replications

Figure 3. Crude protein rate (%) of rapeseed by sowing dates (I; first sowing date and II; second sowing date) and cultivars in 2014/15 and 2015/16. Vertical bars represent standard errors of means

CONCLUSIONS

Non-significant differences indicated that oil and protein content were not seriously affected by the agro-ecological condition and cultural managements in Aydin. Whereas seed yield with low heritable was affected by optimal sowing date and seeding rate and performance of cultivar. The higher yields recorded from the early sowing date and 7 kg ha⁻¹ of seeding rate in both cultivars and years. The early planting of rapeseed depends on the harvest of the previous product such as cotton and maize and then the autumn precipitation. It may be concluded that increasing the seeding rate should be avoided especially in late planting.

ACKNOWLEDGEMENTS

This article is part of the doctoral thesis conducted by Sevgi DiNÇ in Aydin Adnan Menderes University, Institute of Natural Applied Science, Department of Field Crops and was supported by the Unit of Scientific Research Project, Aydin Adnan Menderes University (ZRF-14016).

REFERENCES

- Acikgoz N, Ilker E, Gokcol A (2004) Assessment of Biological Research on the Computer. ISBN: 973-483-607-8 Ege University Seed Technology Center, Publication No: 2 Bornova-Izmir, Turkey.

- Anonymous (2014) Variability of Quality Traits in Canola Seed, Oil and Meal - a Review. <http://www.dpi.nsw.gov.au> (Accessed February 25, 2020).
- Anonymous (2019) TUIK. Turkey Statistic Institute. Crop Production Statistics. <http://www.turkstat.gov.tr> (Accessed November 17, 2020).
- AOAC (1990) Official Methods of Analyses. Ed. K. Helrich, AOAC Inc. Arlington Virginia (USA).
- Balalic I, Marjanovic-Jeromela A, Crnobarac J, Terzic S, Radic V, Miklic V, Jovicic D (2017) Variability of Oil and Protein Content in Rapeseed Cultivars Affected By Seeding Date. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 29(6): 404-410.
- Brandt SA, Malhi S, Ulrich D, Lafond GP, Kutcher HR, Johnston AM (2007) Seeding Rate, Fertilizer Level and Disease Management Effects on Hybrid Versus Open Pollinated Canola (*Brassica napus* L.). *Canadian Journal of Plant Science* 87: 255–266.
- Celik H (2006) The Effect of Different Sowing Date on The Yield and Yield Components in Rapeseed Varieties. MSc Thesis, Natural Science Institute, Adnan Menderes University, Aydin (In Turkish).
- Dumas JBA (1831) Organic Analysis Methods. *Annals of Chemistry and of Physics*. 47:198-213.
- Epirturk B (2009) Research on The Effect of Different Sowing Dates on Yield and Quality Characteristics of Some Rapeseed (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) Cultivars. MSc Thesis, Natural Science Institute, Namik Kemal University, Tekirdag (In Turkish).
- FAOSTAT (2019) Available from <http://www.fao.org/faostat> (Accessed November 17, 2020).
- Ginwal HS, Phartyal SS, Rawat PS, Srivastava RL (2005) Seed Source Variation in Morphology, Germination and Seedling Growth of *Jatropha curcas* Linn. in Central India. *Silvae Genetica* 54: 76-79.
- Gunstone F (2004) Rapeseed and Canola Oil: Production, Processing, Properties and Uses. Blackwell Publishing Ltd. Oxford, UK.
- Hanson BK, Johnson BL, Henson RA, Riveland NR (2008) Seeding Rate, Seeding Depth, and Cultivar Influence on Spring Canola Performance in The Northern Great Plains. *Agronomy Journal* 100: 1339-1346.
- Harker KN, O'Donovan JT, Turkington TK, Blackshaw RE, Lupwayi NZ, Smith EG, KleinGebbinck H, Dosedall LM, Hall LM, Willenborg CJ, Kutcher HR, Malhi SS, Vera CL, Gan Y, Lafond GP, May WE, Grant CA, McLaren DL (2012) High Yield No-till Canola Production on The Canadian Prairies. *Canadian Journal of Plant Science* 92: 221-233.
- Harker KN, O'Donovan JT, Smith EG, Johnson EN, Peng G, Willenborg CJ, Gulden RH, Mohr R, Gill KS, Grenkow LA (2015) Seed Size and Seeding Rate Effects on Canola Emergence, Development, Yield and Seed Weight. *Canadian Journal of Plant Science* 95: 1-8.
- Hasm JJ and Mahmood BJ (2016) Effect of Sowing Dates, Rates and Their Interactions on Yield and Quality of Rapeseed (*Brassica napus* L.) Genotypes. 2nd Scientific Agricultural Conference /University of Duhok, Volume: Special Issue /JDU, vol, 19, No, 1, 2016.
- Johnson BL, Schneiter AA, McKay KR, Hanson BK, Schatz BG (1995) Influence of Planting Date on Canola and Crambe Production. *Journal of Production Agriculture* 8(4): 594-599.
- Kutcher HR, Turkington TK, Clayton GW, Harker KN (2013) Response of Herbicide-tolerant Canola (*Brassica napus* L.) Cultivars to Four Row Spacing's and Three Seeding Rates in a No-till Production System. *Canadian Journal of Plant Science* 93: 1229-1236.
- Lääniste P, Eremeev V, Mäeorg E, Jõudu J (2016) Effect of Sowing Date on Oil, Protein and Glucosinolate Concentration of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Agronomy Research* 14(2): 1384-1395.
- Langhof M. and Rühl G (2017). Coexistence in Oilseed Rape: Effect of Donor Variety Type and Discarding Field Edges. *Journal of Agricultural Science* 9: 33-44.
- Marinković R, Marjanović-Jeromela A, Mitrović P, Milovac Ž (2010) Rapeseed (*Brassica napus* L.) as a Protein Plant Species. *Field Veg. Crop Res.* 47: 157-161.
- Mc Gregor DI (1987). Effect of Plant Density on Development and Yield of Rapeseed and Its Significance to Recovery from Hail Damage. *Canadian Journal of Plant Science* 67: 43-51.
- Miralles DJ, Ferro BC, Slafer GA (2001) Developmental Responses to Sowing Data in Wheat, Barley and Rapeseed. *Field Crops Research* 71: 211-223.
- Molazem D, Azim IJ, Dideban T (2013). Measuring The Yield and Its Components, in The Canola in Different Planting Date and Plant Density of The West Guilan. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 6(12): 869-872.
- O'Donovan JT (1994) Canola (*Brassica rapa* L.) Plant Density Influences Tartary Buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) Interference, Biomass and Seed Yield. *Weed Science* 42: 385-389.
- Oz M (2002) The Effect of Different Sowing Time on The Yield and Yield Components in Winter Rapeseed Varieties under Bursa, Mustafakemalpaşa Conditions. *Journal of Agriculture Faculty of Bursa Uludag University* 16: 1-13 (In Turkish).
- Ozer H (2003) The Effect of Plant Population Densities on Growth, Yield and Yield Components of Two Spring Rapeseed Cultivars. *Plant, Soil and Environment* 49(9): 422-426.

- Piljuk EJ (2006) Raps-universal Olive Belkovaya Culture. Proceedings of The International Conference on Science and Practice: Problems of Plant Protein Deficiency and Its Overcoming. 13-15 July, 2006, Žodino, Belarus, pp. 162-168.
- Pritchard FM, Eagles HA, Norton RM, Salisbury PA, Nicolas M (2000) Environmental Effects on Seed Composition of Victorian Canola. Australian Journal of Experimental Agriculture 40(5): 679-685.
- Ratajczak K, Sulewska H, Szymanska G (2019) Effects of Growth Type, Sowing date, and Sowing Rate on The Canopy Architecture, Protein Yields, and Oil Yields of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). Journal of Botanical Research 1(1): 1-6.
- Sargin S (2012) Effect of Plant Density on Yield, Yield Components and Oil Rate in Winter Rapeseed Cultivars. MSc Thesis, Natural Sciences Institute, Ordu University, Ordu (In Turkish).
- Shahin Y and Valiollah R (2009) Effects of Row Spacing and Seeding Rates on Some Agronomical Traits of Spring Canola (*Brassica napus* L.) Cultivars. Journal of Central European Agriculture 10: 115- 122.
- Steel RGD, Torrie JA, Dickey DA (1997) Principles and Procedures of Statistics. A. Biometrical Approach 3rd Edi. Mc Graw Hill Book. INC.
- Turhan H, Gul MK, Egesel CO, Kahrman F (2011) Effect of Sowing Time on Grain Yield, Oil Content, and Fatty Acids in Rapeseed (*Brassica napus* subsp. *oleifera*). Turkish Journal of Agriculture and Forestry 35: 225-234.
- Uzun B, Zengin U, Furat S, Akdesir O. 2009. Sowing Date Effects on Growth, Flowering, Seed Yield and Oil Content of Canola Cultivars. Asian Journal of Chemistry 21: 1957-1965.
- Velasco L and Fernandez-Martinez JM (2002) Breeding Oilseed Crops for Improved Oil Quality. In: Basra, A.S., Randhawa, L.S. (Eds.), Quality Improvement in Field Crops. Food Products Press. The Haworth Press, Binghamton, NY, pp. 309–344.
- Wang S, Wang E, Wang F, Tang L (2012) Phenological Development and Grain Yield of Canola as Affected by Sowing Date and Climate Variation in the Yangtze River Basin of China. Crop and Pasture Science 63(5): 478-488.
- Yurtsever N (1984) Experimental Statistical Methods. T.C. Ministry of Agriculture and Forestry, Pub. No: 121 (In Turkish).

Bazı Tarımsal Girdilere Uygulanan Katma Değer Vergisi (KDV) İndiriminin Üreticiler Açısından Değerlendirilmesi

Ferit ÇOBANOĞLU¹, **Halil İbrahim YILMAZ^{*1}**, **Sıdıka BOZKIRAN¹**, **Yeşim ÖZTÜRK¹**

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Aydın

Öz: Bu çalışmada, tarımsal üretimin iki temel girdisi olan gübre ve yemde, 2016 yılında uygulanmaya başlanmış olan KDV istisnası uygulamasının, bu girdi fiyatlarının, 2015=100 bazlı endekse göre değişiminin belirlenmesi ve Aydın ilindeki üreticiler açısından değerlendirilmesini ortaya koymak amaçlanmıştır. Öncelikle, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından hazırlanıp, belirli dönemlerde kullanıma sunulan 2015=100 bazlı tarımsal girdi fiyat endeksi hesaplanmasında kullanılan gübre ve yem girdi kalemleri incelenmiştir. Projede kullanılan diğer veriler, anket çalışmasından elde edilmiştir. Aydın'ın tarımsal üretim potansiyeli oldukça yüksek olan Germencik, İncirliova ve Koçarlı ilçelerindeki üreticiler, araştırma popülasyonunu (evrenini) oluşturmuştur. Örneklemin belirlenmesinde rassal olmayan örnekleme yöntemlerinden, amaçlı (kasti) örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Buna yönelik olarak, yukarıda belirtilmiş olan ilçelerde, 50 adet üretici ile anket çalışması yapılmıştır. Gübre ve hayvan yemi fiyatlar genel düzeyinde, 2020 yılında, 2015 yılı baz dönemine göre %60-70'lere varan düzeyde önemli artışların olduğu belirlenmiştir. 2018 yılı ortasından itibaren, gübre fiyatları genel düzeyinde önemli artışların olduğu belirlenmiştir. Hayvan yemi fiyat seviyelerinde ise 2016 yılından itibaren, belirli düzeyde artışların olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple, KDV istisnasının hayvan yemi fiyat düzeylerinde önemli etkisinin olmadığı düşünülmektedir. Üreticilerin özellikle gübre, ilaç, motorin ve elektrikte uygulanmakta olan vergi, özellikle KDV oranları hakkında yeterince bilgi düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Hayvan yemi, gübre, vergi istisnası, girdi fiyatı, endeks

Evaluation of Value Added Tax (VAT) Reduction Applied to Some Agricultural Inputs from the Perspective of Producers

Abstract: In the present study, it was aimed to reveal the VAT exemption application, which started to be applied in 2016 in fertilizers and feed, which are two main inputs in agricultural production, the change of these input prices according to the index based on 2015 = 100 and the evaluation of the producers in Aydın province. First, Turkey Statistical Institute (TSI) prepared by, made available during a certain period 2015 = 100 base, agricultural input price index used to calculate fertilizer and feed inputs items were examined. Other data used in the project were obtained from the survey study. Producers in Germencik, İncirliova and Koçarlı districts, which have a very high agricultural production potential in Aydın, formed the research population (universe). Judgmental sampling method, one of the non-random sampling methods, was used in determining the sample. For this purpose, a survey was conducted with 50 producers in the districts mentioned above. In the general level of fertilizer and animal feed prices, it has been determined that there are significant increases up to 60-70% in 2020 compared to the base period of 2015. Since mid 2018, it has been determined that there have been significant increases in the overall level of fertilizer prices. It has been determined that there has been a certain increase in animal feed price levels since 2016. Therefore, it is considered that the VAT exemption does not have a significant effect on animal feed price levels. It has been determined that the producers have sufficient knowledge about the taxes, especially VAT rates, which are applied on fertilizers, agricultural pesticides, diesel and electricity.

Keywords: Animal feed, fertilizer, tax exemption, input price, index

GİRİŞ

Bitkisel üretim için gübre ve hayvansal üretim için yem en önemli girdi kalemlerini oluşturmaktadır. Ürünlere, yetiştirme koşullarına, ekolojiye, sahip olunan teknoloji ve üretici özelliklerine göre değişmekle birlikte, Türkiye'de toplam tarımsal girdiler içerisinde gübrenin %15-20 düzeyinde payı bulunmaktadır. Bununla birlikte, gübrenin bilinçli kullanımı ile bitkisel üretimin %50-75 oranında artış gösterebileceği bazı ürünlerde bu oranın %100'e çıkabileceği ifade edilmektedir (Gezgin, 2015).

Dünya genelinde 2015 yılında hektar başına ortalama 137.61 kg gübre kullanılırken, Türkiye'de aynı yılda hektar başına ortalama 106.67 kg gübre kullanılmaktadır. Bunun yanında aynı yıl Hollanda 258.15 kg, İsrail 240.24 kg, ABD 137.03 kg, Avrupa Birliği ortalaması 157.19 kg düzeyindedir

(Anonim, 2021). Yemlerin, hayvansal üretimde işletme girdi maliyetlerinin %50-70'ini oluşturduğu ve bu sebeple hayvancılık sektörünün gelişiminde önemli bir paya sahip olduğu ifade edilebilir (Şekerdil ve Engindeniz, 2020). Karma yem sanayii, hububatlar, yağlı tohumlar gibi bitkisel üretimden elde edilen, değirmencilik, nişastacılık, şeker yan ürünleri, yağlı tohum küspeleri gibi gıda sanayinden üretilen ürünleri, hayvan ihtiyaçlarına göre işleyip vitamin, mineral

***Sorumlu Yazar:** halil.yilmaz@adu.edu.tr. Bu çalışma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: ZRF-17050)

Geliş Tarihi: 4 Ocak 2021

Kabul Tarihi: 8 Haziran 2021

ve premiksler ile sentezleyerek en uygun formda ve maliyette hayvancılığın kullanımına sunan bir endüstridir (Akbay ve Ak, 2018).

Bitkisel üretimde gübre (Bayramoğlu ve ark., 2021) hayvansal üretimde ise yem girdilerinin (Sıkar ve Çimrin, 2020) en önemli maliyet kalemlerini oluşturduğu ifade edilebilir. Gübre ve yem fiyatlarının olabildiğince makul bir seviyede olmasının, üreticilerin tarımsal üretimde rekabet edebilirliğinin sağlanması ve sürdürülebilirlik açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir (Kara ve Eroğlu, 2018).

Harmanşah (2018) gübre sektöründeki gelişmeleri, özellikle gübre fiyatlarındaki Katma Değer Vergisi (KDV) oranının istisna tutulmasından sonraki süreçte analiz etmiştir. Gübrenin, bitkisel üretim maliyetlerindeki payının her ne kadar %15-20 düzeyinde olsa da, bilinçli kullanıldığında %50'den fazla verim artışı sağlayabildiği ifade edilmiştir. Tarımda kullanılan gübrelerin ana hatları ile doğal gübreler (ahır gübresi, kompost gübre, yeşil gübre, solucan gübresi) ve yapay gübreler (azotlu gübreler, potasyumlu gübreler, fosfatlı gübrele, özel formülasyonlar ve kompoze gübreler) olarak ikiye ayrılır (İlgar, 2020). Ülkemizde fiziki olarak yıllık ortalama 5-6 milyon ton dolayında kimyevi gübre kullanılmakta olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2018a). Türkiye'nin gerek kimyevi gübre, gerekse de kimyevi gübrelerin hammaddesi açısından dışa bağımlı olduğu ifade edilmektedir (Şahin, 2016).

Harmanşah (2019) tarafından, 2016 yılının, KDV'nin sıfırlanmasından dolayı, gübre tüketiminin en fazla olduğu dönem olarak belirtilmiştir. Hektar başına saf madde olarak gübre tüketiminin 138 kg olup, dünya ortalamaları düzeyinde olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada gübre fiyatını etkileyen faktörler de incelenmeye çalışılmıştır. Buna göre, dünya genelinde gübre ticaretinin, gerek hammadde, gerekse mamul gübre olsun, dolar üzerinden yapıldığı belirtilmektedir. Gübre fiyatlarını etkileyen faktörlerin başında dolar kurundaki değişmelerin geldiği ifade edilmiştir. Esas olarak dünya gübre piyasasındaki fiyatları; konjonktürel gelişmeler ve arz talep dengesi gibi faktörlerin etkilediği vurgulanmıştır. Ülkemizde de gübre sektöründe yoğun bir rekabetin yaşanmakta olduğu bildirilmektedir. Kimyevi gübre üretimi, tüketimi ve ithalatı arasındaki ilişkinin; gübre fiyatı, çiftçinin alım gücü ve devletin yaptığı destekleme miktarı ve ürün deseni ile açıklanabileceği belirtilmektedir.

Yem ve gübrede KDV'nin kaldırılmasını da kapsayan "*Gelir Vergisi Kanunu ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun Tasarısı*", Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM) Genel Kurulu'nda kabul edilerek yasalastığı belirtilmektedir. Tasarının, TBMM'ne sunulan genel gerekçesinde, tarım ve hayvancılığın desteklenmesine yönelik, yemde ve gübrede

KDV'nin kaldırılması gerektiği ifade edilmiştir. Bakanlar Kurulu tarafından 5 Ocak 2016 tarihinde TBMM Başkanlığına sunulan "*Gelir Vergisi Kanunu ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun Tasarısı*" ile 25/10/1984 tarihli ve 3065 sayılı KDV Kanununun 13. Maddesinde değişikliğe gidilmiştir. Bu değişiklik ile gübre ve yem teslimleri KDV istisnası kapsamında değerlendirilerek, oranın sıfırlanmış olduğu ifade edilmiştir (Anonim, 2018b). Gübre sektöründe hammadde maliyetinin, büyük oranda ithalata bağımlı olduğu vurgulanmıştır. Bu sebeple, fiyatlar genel düzeyinin yüksek olduğu ifade edilmiştir. Üretim maliyetlerinde hammaddenin payının %65-80' arasında değiştiği vurgulanmıştır. Bu hammaddelerin esas olarak doğalgaz, fosfat kayası, amonyak, sülfürik asit, nitrik asit ve fosforik asit olduğu belirtilmiştir. Tarımsal üretim ve dolayısıyla maliyetinde önemli bir payı oluşturan gübre girdisinin, toplam maliyet içindeki payının azaltılması amacıyla, gübrede 2016 yılında KDV oranının sıfırlanmış olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca dünyada yaşanan fiyat artışları ve oynaklıklarından çiftçiyi korumak amacıyla, 2003 yılının son çeyrek döneminden itibaren, alan bazlı ürün grubuna göre değişen miktarlarda, Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS)'ne kayıtlı olmak koşulu ile çiftçilere, tarımsal desteklemeler yapılmaya başlandığı belirtilmiştir (Anonim, 2018c).

Demir (2016) tarımsal üretimde en önemli girdi kalemlerinden olduğu kabul edilen gübre ve yem teslimlerinin, 2016 yılında istisna kapsamına alındığını belirtmiştir. Bu istisnanın başlıca amaçlarının şunlar olduğu ifade edilmiştir: (i) Bitkisel ve hayvansal üretim faaliyetinde bulunan üreticilerin ödemesi gereken vergi yükünün ve üretim maliyetlerinin düşürülmesi, (ii) Böylelikle üreticilerin teşvik edilerek, tarımsal üretimin artırılması, (iii) Tarımsal (bitkisel ve hayvansal) ürün ihracatının geliştirilip, ithalatının azaltılması. Bu amaçların gerçekleştirilebilmesi için "*6663 sayılı Gelir Vergisi ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile Katma Değer Vergisi (KDV) Kanunu'nun 13'üncü maddesine (1) bendi eklenmiş olup, söz konusu bent kapsamında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından tescil edilmiş gübrelerin ve bu gübrelerin hammaddelerinin gübre üreticilerine tesliminde ve yine aynı bentte sayılı yemlerin teslimlerine KDV istisnası getirildiği*" belirtilmiştir. Söz konusu KDV istisnasının tam istisna olduğu vurgulanmıştır. Bu istisnadan dolayı söz konusu olan KDV iadesinin, mükelleflerin tescil edilmiş gübreleri ile bu gübrelerin hammaddelerini ve yasal kapsam içerisinde yer alan yemleri, teslim aldığı tarihe göre, ya tam istisnanın sağladığı iade yaklaşımlarına göre, ya da indirimli oranın sağladığı iade usullerine göre, yükümlülere isteneceği ifadelerine değinilmiştir. KDV istisnası, tam istisna kapsamında yer aldığı için, yükümlülerin söz konusu

malların tesliminde KDV almayacağı vurgulanmıştır. Buna göre, mükellefler kendilerine yapılan mal veya hizmet teslimlerinde, söz konusu KDV tutarını, kendilerine ait mal veya hizmetlerden alınan KDV tutarından indirecekler, indirim yöntemi ile giderilemeyen KDV olması durumunda ise istisna kapsamında söz konusu olan KDV'yi nakden veya mahsuben iade alabilecekleri belirtilmiştir.

Gübre ve yemlerde söz konusu olan KDV istisnasının, tarımsal üretim ekosisteminde, üreticilerin rekabet edebilirliğini geliştirerek, sürdürülebilirliğin sağlanmasına yönelik olarak, önemli yapı taşlarından birini yerine getirdiğini vurgulamıştır. Böylelikle, kaliteli ve yeterli miktarda gübre ve yemin üreticiler tarafından daha kolay ulaşılabileceği belirtilmiştir (Anonim, 2016).

Yalçinkaya ve Aktaş (2019) yemde uygulanan KDV oran indiriminin, doğrudan yem fiyatlarına, dolaylı olarak da et ve süt fiyatlarına olan etkisini araştırmışlardır. KDV oran indirimlerinin etkisi, uzun dönemde Johansen Eşbütünleşme Analizi ve kısa dönemde Granger Nedensellik Analizi ile test edilmiştir. Analizler sonucunda, KDV oran indirimlerinin kısa ve uzun dönemde yem, et ve süt fiyatlarına etki etmediği tespit edilmiştir. Yapılan yorumlamada; ürün fiyatlarının oluşumunda en önemli sebebin, piyasa yapısının kendisi olduğu ve bu yapı içerisinde özellikle ürünlerin arz ve talep esnekliklerinin en önemli sebepler olduğu ifade edilmiştir. Sadece vergi politikalarının ise ürün fiyatlarının düşürülmesinde yeterli olmadığı, buna karşın vergi indirimlerine bağlı olarak devletin ihtiyaç duyduğu fonlarda da azalmaların görülebileceği vurgulanmıştır. Sonuç olarak, yem fiyatlarındaki KDV oranı indiriminin, beklenildiği gibi et ve süt fiyatlarına yansımadağı belirtilmiştir. Bu çıkarımlara bağlı olarak, et ve süt fiyatları üzerinde tahmin edilen olası indirimlerin meydana gelmesi için, piyasa şartlarında, özellikle arz ve talep cephesinde değişikliklerin olması gerektiği vurgulanmıştır.

Bu çalışmada, tarımsal üretimde oldukça önemli iki girdi olan gübre ve yemde, 2016 yılında uygulanmaya başlanmış olan KDV istisnası uygulamasının, söz konusu girdi fiyatlarının, 2015=100 bazlı tarımsal girdi fiyat endeksine göre değişimini ve Aydın ilindeki üreticiler açısından değerlendirilmesini ortaya koymak amaçlanmıştır. Yapılan literatür taramalarına göre, 2016 yılı ve sonrasında, bu girdi fiyatlarındaki değişimleri belirleyen ve özellikle söz konusu girdilerdeki KDV istisnasının üreticiler açısından değerlendirilmesini ortaya koyan detaylı bir çalışma yapılmadığı belirlenmiştir. Buna yönelik olarak yapılan proje çalışmasında, giriş bölümünden sonra, yürürlüğe girmiş olan KDV istisnası uygulaması özet olarak incelenmiştir.

Gübre ve yem teslimlerinde KDV iadesi

6663 sayılı Kanun ile gelen yeni düzenleme özet olarak şu konuları incelemektedir. *“Bu yasal düzenleme ile gübre ve yem ticaretinde, gübre üreticileri/ithalatçısı veya*

satıcılarının Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından tescil edilmiş gübrelerini satmaları durumunda, tam istisna kapsamında KDV tahsil etmeyeceklerdir. Türk Gümrük Tarife Cetvelinin 2303.10 tarife pozisyon numarasında sınıflandırılan nişastacılık artıkları ve benzeri artıklar ile 2303.30.00.00.00 gümrük tarife istatistik pozisyon numarasında sınıflandırılan biraçılık ve damıtık içki sanayinin posa ve artıkları hariç, tam yağlı soya (fullfat), kepek, razmol, balık unu, et unu, kemik unu, kan unu, tapyoka (manyok), sorgum ve her türlü fenni karma yemler (kedi-köpek mamaları hariç), saman, yem şalgamı, hayvan pancarı, kök yemler, kuru ot, yonca, fiğ, korunga, hasıl ve slajlık mısır, üçgül, yemlik lahana, yem bezelyesi ve benzeri hayvan yemleri (yeşil ve kuru kaba yemler ve bunların pellet şeklinde veya mevsimsel ihtiyaçlara göre bir bağlayıcı kullanılarak veya kullanılmadan işlem görmüş olanları dahil) indirimli orandan kaynaklanan KDV iadesi sağlanmaktadır” (Demir, 2016).

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Öncelikle, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından hazırlanıp, belirli dönemlerde kullanıma sunulan 2015=100 bazlı, tarımsal girdi fiyat endeksi hesaplanmasında kullanılan gübre ve yem girdi kalemleri incelenmiştir (TÜİK, 2020). Projede kullanılan diğer veriler, Aydın ilinde, gübre ve yemde uygulanan KDV indirimine ilişkin görece olarak yeterli bilgi sahibi olduğu öngörülen üreticiler ile yüz-yüze yapılan anket çalışmasından elde edilmiştir. Bunun için Aydın'ın tarımsal üretim potansiyeli oldukça yüksek olan Germencik, İncirliova ve Koçarlı ilçelerindeki üreticiler, araştırma popülasyonunu (evrenini) oluşturmuştur. Örneklemin belirlenmesinde rassal olmayan örnekleme yöntemlerinden, amaçlı (kasti) örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme yönteminde, örnekleme dahil edilecek birimleri, araştırmacı önceki bilgi, deneyim ve gözlemlerinden hareketle, araştırmacının amacına uygun olarak kendi yargısıyla belirler. Araştırmacı kendi yargı ve değerlendirmeleriyle hareket ettiği için evren hakkında fikir sahibi olmalıdır (Ural ve Kılıç, 2011). Bu proje çalışmasında ise, tarımsal üretimde kullanılmakta olan en önemli girdiler olan gübre ve yemde söz konusu olan KDV istisnası hakkında yeterli bilgi sahibi olduğu öngörülen üreticilerin seçimine özen gösterilmiştir. Aksi durumda, yapılacak anket çalışmalarından etkili ve amacına uygun cevaplar alınmayacağı öngörülmektedir. Buna yönelik olarak, yukarıda belirtilmiş olan ilçelerde, 50 adet üretici ile anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışmaları 2020 yılı Temmuz-Ağustos aylarında gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde yaşanmakta olan korona virüs (Covid-19) salgınından dolayı, arzu edilmiş olmasına rağmen, alınmış olan kısıtlama tedbirlerinden dolayı, daha fazla sayıda üretici ile anket yapma şansı elde edilememiştir.

Yöntem

TÜİK tarafından oluşturulan 2015=100 bazlı tarımsal girdi fiyat endeksine giren girdi kalemleri ve özellikle gübre ve yem fiyatlarındaki aylık gelişimler detaylı olarak incelenmiştir. KDV istisnası, 2016 yılında yürürlüğe girdiği için, bu istisnanın etkisini daha net ortaya koyabilmek amacıyla, 2016, 2017 ve 2018 yılları değerlendirilmemiştir. Yorumlamalar 2019 ve 2020 yılları için yapılmıştır. Gübre olarak; düz gübreler, bileşik gübreler ve bu ikisinin sentezinden oluşan gübre ve toprak geliştiriciler dikkate alınmıştır. Hayvan yemi olarak; kaba yemler, kesif yemler ve bu ikisinin sentezinden oluşan hayvan yemi fiyat endeksi değerleri esas alınmıştır. Üreticiler ile yapılan anket çalışmasında, üreticilerin KDV istisnasına yönelik algı ve düşüncelerinin olabildiğince objektif olarak belirlenebilmesine yönelik olarak sorular oluşturulmuştur. Anket çalışmasında, üreticiden olabildiğince doğru ve net cevaplar alabilmek için, çoktan seçmeli ve 5'li likert tipi sorular kullanılmıştır: 1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Fikrim yok, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum. Anket çalışmaları tamamlandıktan sonra, veriler Excel dosyasına aktarılmıştır. Verilerin analizinde esas olarak aritmetik ortalama, standart sapma, yüzde oranları vb. gibi basit tanımlayıcı istatistiklerden yararlanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Gübre ve toprak geliştiriciler, düz gübreler ve bileşik gübrelerde, fiyat endeksi 2019 yılında Ocak ayından Temmuz dönemine gelindiğinde yaklaşık olarak %7-8'lik bir artış olduğu, buna karşın Aralık ayında bu artışın tamamen ortadan kalktığı tespit edilmiştir. Hayvan yemi, kaba yemler ve kesif yemlerde ise Ocak ayından Aralık ayına kadar olan süreçte, fiyat endeksi değerlerinde yaklaşık olarak %10'luk bir artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). 2020 yılı, Ocak-Eylül döneminde, gübre ve toprak geliştiriciler, düz gübreler ve bileşik gübreler de, Ocak ayından Aralık ayına kadar olan süreçte, fiyat endeksi değerlerinde, önemli artışların olduğu (%10-12) belirlenmiştir. Aynı dönemde hayvan yemi, kaba yemler ve kesif yemlerde de aynı düzeyli artışların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Genel olarak değerlendirildiğinde; gübre ve hayvan yemlerinde KDV istisnası 2016 yılında uygulamaya konulmuştur. TÜİK tarafından hazırlanan 2015 yılı baz değerine sahip gübre ve hayvan yemi fiyat endeksi değerlerine göre; genel olarak gübre fiyatlarında 2018 yılı ortasına kadar önemli artışların olmadığı, buna karşın 2018 yılı ortasından sonra, oldukça önemli oranda artışların tahmin edilmektedir. Hayvan yemi fiyat seviyelerinde ise 2016 yılından itibaren 2020 yılına kadar, belirli düzeyde artışların olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple, KDV istisnasının hayvan yemi fiyat düzeylerinde önemli etkisinin olmadığı düşünülmektedir. Buna karşın, gübre ve hayvan

Çizelge 1. Gübre ve yem fiyatlarına ilişkin aylık endeks değerleri, 2019

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Gübre ve toprak geliştiriciler	152	151	152	155	159	160	159	156	155	152	150	151
Düz gübreler	150	149	150	152	156	157	156	155	156	154	153	153
Bileşik gübreler	154	153	154	158	162	163	162	157	153	150	148	148
Hayvan yemi	145	145	146	148	151	151	151	151	151	148	151	154
Kaba yemler	135	135	135	135	137	136	137	140	142	143	147	151
Kesif yemler	150	151	152	155	159	160	158	158	155	151	154	156

Çizelge 2. Gübre ve yem fiyatlarına ilişkin aylık endeks değerleri, 2020

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Gübre ve toprak geliştiriciler	148	148	152	158	157	155	155	159	164
Düz gübreler	149	149	155	163	162	159	158	161	165
Bileşik gübreler	147	147	149	152	152	150	151	156	162
Hayvan yemi	156	159	162	166	167	166	165	167	173
Kaba yemler	153	159	161	163	161	157	152	155	155
Kesif yemler	158	160	162	168	171	171	172	174	183

yemi fiyatlar genel düzeyinde, 2020 yılında, 2015 yılı baz olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlardan; 2018 yılı ortasına kadar, her ne kadar diğer faktörlerin de etkisi olduğu öngörülmeyle birlikte (gübre üretim durumu, ithalat ve ihracat miktarı, döviz kuru dalgalanmaları vb.), KDV istisnasının, fiyatları aşağı yönlü baskılamak, en azından artmamasını sağlamak açısından önemli faydalarının olduğu dönemine göre %60-70'lere varan düzeyde önemli artışların olduğu belirlenmiş olmaktadır. Ülkelerin gübre kullanımına yönelik olarak tarımsal desteklemelerin ve diğer birçok politik karar ve faktörün, talep seviyesini arttırdığı, bunun da dünyadaki fiyatlar genel düzeyini etkilediği ifade edilmektedir (Harmanşah, 2018). Dünya geneli gübre fiyatları incelendiğinde ise, bir önceki yıla göre bazı gübre çeşit fiyatlarında artış, bazılarında ise düşüş olduğu belirlenmiştir. 2015 yılındaki %20 düzeyindeki fiyat artışının, büyük çoğunlukla dolar kurundaki artıştan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar Harmanşah (2019) ile örtüşmekte, Yalçınkaya ve Aktaş'ın (2019) çalışmasındaki kısa dönemdeki yem fiyatlarının döviz kurundan etkilenmesi sonuçları ile uyumaktadır.

Üreticilerin yaşlarının 25 ile 80 arasında değiştiği, buna karşın 37-47 ve 48-58 yaş aralığında yoğunlaşmaların olduğu belirlenmiştir. Eğitim durumunda 10 üreticinin ilköğretim mezunu, 21 üreticinin ortaokul, 13 üreticinin lise ve 6 üreticinin de üniversite mezunu olduğu belirlenmiştir. Üretici yaşlarına göre, eğitim düzeyinin değişkenlik gösterdiği, her yaş seviyesinde, farklı eğitim seviyesine sahip üreticilerin olduğu tespit edilmiştir. 5 üreticinin bekar, geriye kalan 45 üreticinin ise evli olduğu belirlenmiştir. Tarımsal işletmelerde; ailedeki birey sayısı 3-4 arasında yoğunlaşma gösterirken, tarımsal üretime katılan birey sayısının ise 2-3 arasında en fazla olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın, öğrenci olan ailedeki birey sayısının ise 1-2 arasında değiştiği görülmüştür. Asıl mesleği çiftçilik olan üreticiler ile elde edilen tarımsal ürün brüt geliri analiz edilmiştir. Asıl mesleği çiftçilik olan üreticilerin elde etmiş oldukları yıllık tarımsal ürün gelirinin de görece olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir. 8 adet üreticinin tarım dışı geliri olduğu tespit edilmiştir. Tarım dışı gelire sahip olan üreticilerin elde etmiş oldukları tarım dışı gelirin de yıllık 18,000 TL ve 60,000 TL arasında değiştiği belirlenmiştir.

Üreticilere, tarımsal üretim faaliyetinde genel olarak kullanmakta oldukları tarımsal girdiler olan; gübre, yem, ilaç, sertifikalı tohumluk ve meyve fidanı, motorin ve elektrikte uygulanan KDV oranı başta olmak üzere diğer vergi oranları hakkında bilgi sahibi olup-olmadıkları sorulmuştur. Böylelikle, bu girdilerde uygulanmakta olan, başta KDV olmak üzere diğer vergiler hakkında da farkındalık düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Şu an gübre ve yemde uygulanan KDV istisnası (%0 KDV) (Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından tescil edilmek şartıyla), kimyasal zirai ilaç (%8), sertifikalı tohumluklar ve meyve fidanı (%1),

elektrik (%18) olarak belirlenmekte olup, Anonim (2020) tarafından belirtildiği üzere motorin türleri için, Hazine ve Maliye Bakanlığı tarafından belirlenen Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) 2.0559 TL/litre ve KDV oranı %18'dir. Üreticilerin özellikle gübre, ilaç, motorin ve elektrikte uygulanmakta olan vergi, özellikle KDV oranları hakkında yeterince bilgi düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Üreticilerin tarımsal üretimde kullanılan bazı girdilerde uygulanan KDV oranı hakkında bilgi sahibi olma durumu

Girdiler	Evet		Hayır	
	(n)	(%)	(n)	(%)
Gübre	47	94	3	6
Yem	10	20	40	80
İlaç	47	94	3	6
Sertifikalı tohumluk ve meyve fidanı	19	38	31	62
Motorin	40	80	10	20
Elektrik	40	80	10	20

Çalışmanın bu aşamasında ise üreticilerin bazı tarımsal girdilerdeki (gübre ve yem) KDV istisnasına ilişkin ifadelerle katılım düzeyleri likert ölçeği ile belirlenmiş olup, bu skorlara ait ortalama ve standart sapma değerleri belirtilmiştir (Çizelge 4).

Üreticilerin; "Küçük ölçekli işletmelerde, büyük ölçekli işletmelere göre kullanılan diğer tarımsal girdilerde de KDV istisnası uygulaması, kademeli olarak genişletilebilir.", "Kullanılan girdi miktarı ile elde edilen ürün kalitesi arasındaki ilişkiyi geliştirecek destek mekanizmaları oluşturulabilir.", ifadelerine katılım düzeyinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, "Girdi kullanımında, tavsiye aldığım birimler (ilaç-gübre bayileri, Tarım Kredi Kooperatifleri, Tarım İl-İlçe Müdürlükleri vb.) arasında işbirliği olanakları artmıştır.", "Diğer girdilerin kullanımında olumlu etki yapmıştır.", "Bu destek tutarları, üreticilerin kullandıkları girdi miktarlarına paralel olarak doğrudan üreticiye nakit destek olarak verilmesi daha uygun olabilir." ve "Tarım ve Orman Bakanlığı onaylı olmayan gübre ve yem girdilerine de destek verilmesi isabetli olabilir." ifadelerine katılım düzeyinin en düşük olduğu belirlenmiştir.

SONUÇ

Bu çalışma ile gübre ve yem fiyatlarındaki değişimleri belirleyen ve özellikle söz konusu girdilerdeki KDV istisnasının üreticiler açısından değerlendirilmesi ortaya konulmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde; 2018 yılı ortasından itibaren, gübre fiyatları genel düzeyinde önemli artışların olduğu belirlenmiştir. Hayvan yemi fiyat düzeylerinde ise 2016 yılından itibaren, belirli düzeyde artışların olduğu gözlenmiştir. Bu sebeple, KDV istisnasının hayvan yemi fiyat düzeylerinde önemli etkisinin olmadığı düşünülmektedir. Buna karşın, gübre ve hayvan yemi

Çizelge 4. Üreticilerin gübre ve yemde uygulanmakta olan KDV istisnasına ilişkin bazı ifadelere katılım düzeyi

İfadeler	Ortalama	Std Sapma
Maliyetlerin azaltılmasında olumlu etkisi var.	3.58	1.20
Girdi satın alma kararlarında kolaylık sağlamıştır.	3.22	1.07
Diğer girdilerin kullanımında olumlu etki yapmıştır.	2.94	1.08
Tarım ve Orman Bakanlığı onaylı gübre ve yem girdilerine destek verilmesi isabetli olmuştur.	3.56	1.43
Teknoloji kullanımına (damla sulama vb.) olumlu etki yapmıştır.	3.40	1.14
Girdi kullanımında, tavsiye aldığım birimler (ilaç-gübre bayileri, Tarım Kredi Kooperatifleri, Tarım İl-İlçe Müdürlükleri vb.) arasında işbirliği olanakları artmıştır.	2.90	1.52
Söz konusu desteği hiç fark etmedim.	3.24	1.32
Bu destek tutarları, üreticilerin kullandıkları girdi miktarlarına paralel olarak doğrudan üreticiye nakit destek olarak verilmesi daha uygun olabilir.	2.96	1.44
Tarım ve Orman Bakanlığı onaylı olmayan gübre ve yem girdilerine de destek verilmesi isabetli olabilir.	2.98	1.39
Kullanılan diğer tarımsal girdilerde de KDV istinası uygulaması genişletilebilir.	3.56	1.18
Küçük ölçekli işletmelerde, büyük ölçekli işletmelere göre kullanılan diğer tarımsal girdilerde de KDV istinası uygulaması, kademeli olarak genişletilebilir.	4.34	0.92
Kullanılan girdi miktarı ile elde edilen ürün kalitesi arasındaki ilişkiyi geliştirecek destek mekanizmaları oluşturulabilir.	4.10	0.95

fiyatlar genel düzeyinde, 2020 yılında, 2015 yılı baz dönemine göre %60-70'lere varan düzeyde önemli artışların olduğu belirlenmiştir. 2015 yılında, yılbaşından yılsonuna kadar olan süreçte dolar kurunda %24,4'lük bir artış olduğu tespit edilmiştir. Dünya geneli gübre fiyatları incelendiğinde ise, bir önceki yıla göre bazı gübre çeşit fiyatlarında artış, bazılarında ise düşüş olduğu belirlenmiştir. 2015 yılındaki %20 düzeyindeki fiyat artışının, büyük çoğunlukla dolar kurundaki artıştan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Üreticilerin özellikle gübre, ilaç, motorin ve elektrikte uygulanmakta olan vergi, özellikle KDV oranları hakkında yeterince bilgi düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir. Üreticiler üretim maliyetlerini düşürerek gıda enflasyonu ile mücadeleye yardımcı olabileceklerdir. Ancak enflasyon ile mücadelede üreticinin eline geçen fiyatlar yerine, üretim maliyetlerini düşürmeye yönelik önlemlerin alınması gerekmektedir. Tarımsal girdi fiyatlarının izlenmesi, değerlendirilmesi ve müdahalesi için Gıda ve Tarımsal Ürün Piyasaları İzleme ve Değerlendirme Komitesi'nin yetkilendirilmesi ve diğer ilgili kamu kurum ve kuruluşları (Tarım ve Orman Bakanlığı, Rekabet Kurumu vd.) ile gerekli protokollerin sağlanması gerekmektedir.

Enflasyonla mücadele için yapılmakta olan girdi desteklemelerinin etkilerinin; sürdürülebilirlik (ekonomik, çevresel ve sosyal) boyutunda araştırılması gerekmektedir.

Tarımsal girdileri kapsayan işletme kredilerinin finansmanında, üreticilere daha uzun vadeli ödeme planlarının oluşturulmasının, özellikle yaşanmakta olan

üretim döneminde (Covid-19 salgın dönemi) önemli olduğu düşünülmektedir.

Hayvancılıkla uğraşan üreticilerin kredi teminatı olarak hayvan varlığını göstermesi, başka teminat gösteremeyecek olan üreticilerin, sistem dışı kaynaklardan, yüksek oranlarla borçlanarak üretim maliyetlerini arttırmaktadır. Bankaların hayvan varlığını teminat olarak kabul etmesinin, Hazine ve Maliye Bakanlığı tarafından sağlanması gerektiği tavsiye edilmektedir. Özellikle söz konusu teminat kabul edilirse, girdi kullanım miktar ve etkinliğinin artabileceği öngörülmektedir.

Kooperatiflerin, tarımsal ürünlerin üretimi ve pazarlaması açısından önemli bir göreve ve avantaja sahiptir. Ülkemizde, tarım sektöründe faaliyet gösteren kooperatiflerin, özellikle çalışmanın konusu olan tarımsal girdi temini ve pazarlamasında görel olarak önemli çalışmalarının olduğu belirtilmelidir. Buna karşın, söz konusu potansiyel ve etkinliğin yetersiz olduğu ifade edilebilir. Buna yönelik olarak tüm paydaşlar arasında etkin bir işbirliğinin geliştirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Buna yönelik olarak Donat (2021) tarafından dramatik bir çözüm sunulmuştur. Bu amaçla, kooperatifçiliğin geliştirilmesine yönelik olarak Tarım Bakanlığı ve Ticaret Bakanlığı eşgüdümünde, ilgili sivil toplum kuruluşlarının da katılımı ile tarımsal kooperatiflerin kuruluş, yönetim ve faaliyetleri ile ilgili kanunu yeniden düzenleyerek, yöneticilerine mutlaka tüm şahsi varlıklarıyla sorumluluk getirilmesi önerilmiştir.

Türkiye’de Tarım Kredi Kooperatifleri, özellikle tarımsal girdilerin temininde, halen oldukça önemli bir paya sahiptir. Ancak girdi maliyetlerinin düşürülmesinde etkinliğinin biraz daha arttırılabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, en önemli tarımsal girdiler olan gübre ve yemde 2016 yılında yürürlüğe girmiş olan KDV istisnasının, özellikle fiyatların düşmesi yönünde belirli düzeyde etkisinin olduğu, ancak bu etkinin çok kısa sürede ortadan kalktığı düşünülmektedir. Üreticilerin de, söz konusu etkiyi, gübre ve yemlerin piyasa fiyatlarında çok düşük azalma olarak gözlemledikleri belirlenmiştir. Bunun da, gübre ve yem hammaddelerinin büyük oranda ithalat ile karşılanmasına dayandırılabilmesi sonucuna varılmaktadır. İthalat söz konusu olunca da, döviz kurundaki dalgalanmalar etkisini göstermektedir. Özellikle tüm dünya genelinde olduğu gibi, Türkiye’de de, 2018 yılı ortalarından itibaren döviz kurlarında önemli artışların olduğu ifade edilebilir. Bunun yansımaları olarak, tarımsal girdi fiyatlarında önemli artışların olduğu, bu artış oranlarının da KDV istisnasından kaynaklanan indirimin piyasalardaki etkisini baskıladığı ve/veya ortadan kaldırdığı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim (2016) Tarım Kredi, Ocak 2016, 33 (522): 12-13.
 Anonim (2018a) Uluslararası Gübre Sanayi Birliği (IFA), Fertilizer Consumption Reports. www.ifastat.org (Erişim Tarihi: 27/05/2021).
 Anonim (2018b) Tarımsal Araştırmalardan Görünüm. TAGEM Ar-Ge İnovasyon, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
 Anonim (2018c) Gübre Sektör Politika Belgesi 2018-2022. TAGEM, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
 Anonim (2020) Petrol ve LPG Piyasası Fiyatlandırma Raporu. Ağustos 2020. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu.
 Anonim (2021) Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org/faostat/en/?#data/RA (Erişim Tarihi: 26/05/2021).
 Akbay KC, Ak İ (2018) Karma Yem Teknolojisindeki Gelişmelerin Karma Yem Kalitesine ve Yem Değerine Etkileri. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32(2) : 175-188.

Bayramoğlu Z, Karakayacı Z, Ağızan K, Ağızan S, Bozdemir, M (2021). Başlıca Sebze Ürünlerinde Üretim Maliyetlerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 24(3) : 603-613.
 Demir F (2016) Son Düzenlemeler Çerçevesinde Tarım ve Hayvancılık Sektöründe KDV İadesi. Vergi Sorunları Dergisi, Haziran 2016, 333: 135-141.
 Donat İ (2021) Adana Çiftçiler Birliği bilgi notu. https://www.bloomberght.com/yorum/irfan-donat/2271849-25-maddede-ciftcinin-2021-beklentisi (Erişim Tarihi: 04/01/2021).
 Harmanşah F (2018) Gübre sektöründe neler oluyor? TÜRKTOB Dergisi 17: 42-45.
 Harmanşah F (2019) Tarımsal üretimin önemli bir girdisi: Gübre. TÜRKTOB Dergisi, 30: 20-29.
 Gezgin Ş (2015) Türkiye’de Gübre Üretim ve Tüketimi, Dengeli Gübreleme. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, 12-16 Ocak 2015, Ankara, 1011-1028.
 Ilgar R (2020) Gübreler ve Çanakkale’deki Kullanımı. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 7(12) : 1-16.
 Kara H, Eroğlu A (2018) Tam Sayılı Doğrusal Programlama Metodu İle Entansif Hayvancılık İşletmesinin Kapasite Planlaması: Konya (Ereğli) Örneği. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 33(2) : 31-46.
 Sikar B, Çimrin T (2020) Hatay İlinde Karma Yem ve Hammadde İşletmelerinin Sosyo-Demografik Yapısı. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 23(4) : 1096-1105.
 Şahin, G (2016) Türkiye’de Gübre Kullanım Durumu ve Gübreleme Konusunda Yaşanan Problemler. Tarım Ekonomisi Dergisi, 22(1) : 19-32.
 Şekerdil İ, Engindeniz S (2020) İnek Sütü Üretiminde Maliyet Analizi: İzmir’in Foça İlçesi Örneği. Hayvansal Üretim Dergisi, 61(1) : 41-48.
 TÜİK (2020) 2015=100 Bazlı Tarımsal Girdi Fiyat Endeksi. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
 Ural A, Kılıç İ (2011) Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi. Detay Yayıncılık, Ankara.
 Yalçınkaya HS, Aktaş MA (2019) Yem Üzerindeki KDV Oran İndirimlerinin Et ve Süt Fiyatlarına Etkisi. Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi 14(51): 38-60.

Determination of Effective Mutation Dose on Walnut (*Juglans regia* L. cv. Chandler) Budwoods

Sinem SANLI¹, **Zeynel DALKILIÇ^{*1}**

¹ *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Güney Yerleşke 09100 AYDIN*

Abstract: Walnut (*Juglans regia* L., $2n=2x=32$, Juglandaceae) is a deciduous temperate fruit species with an increasing economic importance and health benefits. The effective mutation dose (EMD) was not determined for 'Chandler' budwoods. The objective of this study was to determine the radiosensitivity of walnut budwoods to cobalt-60 gamma ray. One-year-old budwoods of 'Chandler' walnut cultivar carrying 4-5 buds in 20 cm in length were irradiated with cobalt-60. The gamma irradiation and chip budding were performed three different times. The budwoods were irradiated (1) with 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 Gy gamma doses on Apr 2017, (2) with 0, 20, 25, 30, 35, 40 Gy gamma doses on Sep 2017, and (3) with only 42 Gy gamma dose on Apr 2018. Then, gamma irradiated budwoods were chip budded on seedling rootstocks. Mutation 1 Vegetation 1 (M1V1) plants were obtained. The humidity content of the budwoods was determined after gamma irradiation. The bud take ratio, shoot length, and chlorophyll density of M1V1 plants were measured. From the shoot length of the plants, EMD was calculated as 42.1 Gy after the first irradiation on Apr, 2017, and that was calculated as 20.9 Gy in the second irradiation on Sep, 2017. The main plant population was obtained by previously calculated 42.1 Gy dose in the third irradiation on Apr, 2018. The survival rates of budded plants in three irradiation experiments were 21.6%, 54.8%, and 32.0%, respectively. According to the results, the most suitable gamma ray dose is 42.1 Gy.

Keywords: dormant budding, budwood, radiosensitivity, fruit breeding, physical mutagen, gamma irradiation

Ceviz (*Juglans regia* L. cv. Chandler) Aşı Gözleri Üzerine Etkili Mutasyon Dozunun Belirlenmesi

Öz: Ceviz (*Juglans regia* L., $2n=2x=32$, Juglandaceae), ekonomik önemi ve sağlık açısından faydaları artan, yaprak dökken ılıman iklim meyve türüdür. 'Chandler' aşı gözlerinin etkili mutasyon dozu (EMD) henüz belirlenmemiştir. Bu çalışmanın amacı, ceviz aşı gözlerinin kobalt-60 ışınlamasına hassasiyetini belirlemektir. Üzerinde 4-5 aşı gözü bulunan 20 cm uzunluğundaki 'Chandler' ceviz çeşidi aşı kalemleri kobalt-60 ışınlamasına maruz bırakılmıştır. Üç farklı dönemde gama ışınlaması ve yongalı göz aşısı yapılmıştır. Aşı kalemleri (1) Nisan 2017'de 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 Gy gama dozlarına, (2) Eylül 2017'de 0, 20, 25, 30, 35, 40 Gy gama dozlarına ve (3) Nisan 2018'de 42 Gy gama dozuna tabi tutulmuşlardır. Gama uygulaması yapılan aşı kalemleri çöğür anaçları üzerine yongalı göz aşısı ile aşılanmıştır. Mutasyon 1 Vegetasyon 1 (M1V1) bitkileri elde edilmiştir. Aşı kalemlerinin nem içeriği gama ışınlamasından sonra belirlenmiştir. M1V1 bitkilerinin aşı tutma oranı, sürgün boyu ve klorofil yoğunluğu ölçülmüştür. Aşılamadan elde edilen bitkilerin sürgün uzunluklarından, birinci ışınlamadaki EMD=42.1 Gy olarak ve ikinci ışınlamadaki EMD=20.9 Gy olarak belirlenmiştir. Üçüncü ışınlama döneminde sadece daha önce belirlenen 42.1 Gy dozu uygulanılarak ana populasyon bitkileri oluşturulmuştur. Üç ışınlama denemesinden elde edilen aşıli bitki yaşama oranları sırasıyla %21.6, %54.8 ve %32.0. Bu sonuçlara göre, 'Chandler' aşı kalemlerine yapılacak en uygun gama dozu 42.1 Gy'dir.

Anahtar Kelimeler: durgun yongalı göz aşısı, aşı gözü, radyasyon hassasiyeti, meyve ıslahı, fiziksel mutajen, gama ışınlaması

INTRODUCTION

Juglans regia ($2n=2x=32$) is one of the oldest species in the Juglandaceae family for commercial nut production in the world (Bernard et al., 2018; Karadeniz, 2005; Şen, 2011; Tekintaş et al., 2014). Walnut is preferred by consumers for its health benefits of the omega-3 fatty acid. The major scion breeding objectives in walnut are late leafing out, lateral fruitfulness, low pistillate flower abscission, high yield and kernel quality, precocity, range of harvest season, and low blight scores. 'Chandler' is one of the most desired walnut cultivar in the world, and this cultivar is highly fruitful on lateral buds. Since it has a very vigorous branching habit under environmental conditions, it needs some pruning, particularly to avoid shoots with a narrow crotch angle (Tulecke and McGranahan, 1994). Tolerance to abiotic and biotic stress factors are the most important rootstock breeding aims in walnuts (Karimi et al., 2018; McGranahan and Leslie, 2012; Vahdati and Lotfi, 2013;

Vahdati et al., 2009). Reducing plant height needs to be evaluated within *Juglans* spp. germplasm for the ease of cultural practices in high-density plantings (Vahdati et al., 2019).

When sufficient variation does not exist because of improvements in vegetative propagation of walnut (Ebrahimi and Vahdati, 2006; Rezaee et al., 2008), both natural and induced mutations can be used in plant

***Corresponding Author:** zdalkilic@adu.edu.tr. This study is produced from the M.Sc. thesis and financially supported by the Scientific Research Project of Aydın Adnan Menderes University (Project Number: ZRF-17023).

The submitted date: January 12, 2021

The accepted date: June 7, 2021

breeding to obtain higher and healthier agricultural products of variant genotypes one or few characteristics differ from their respective progenitors (Jankowicz-Cieslak et al., 2017). Induced mutations can be achieved by either chemical or physical mutagens. Protocols and general considerations for induced mutations in seed and vegetatively propagated plants using gamma rays and EMS (ethyl methane sulfonate), the chemical mutagen, have been previously discussed (Bado et al., 2015; Lamo et al., 2017; Maluszynski et al., 2009; Oladosu et al., 2016; Saito, 2016; Tosri et al., 2019; Ulukapi and Nasircilar, 2015; Yadav et al., 2019). Physical mutagens are comprised of non-ionizing (microwave, ultraviolet light, ultra-high hydrostatic pressure, hydrothermal treatment) and ionizing (X-rays, gamma rays, alpha and beta particles, protons and neutrons) radiations (Jain, 2010; Piri et al., 2011). The advantages of using physical as compared to chemical mutagens are the precise dose determination, allowing for a sufficient reproducibility, and a high and uniform penetration in plant tissues, particularly for gamma rays (Piri et al., 2011). While major mutations were C/G to T/A transitions type in the EMS mutants, mutations were C/G to T/A and A/T to G/C transitions, and A/T to T/A transversions in the gamma-ray mutants (Shirasawa et al., 2016). Gamma radiation have provided a high number of useful mutants and is still showing an elevated potential for improving vegetative propagated plants. Gamma rays, since the first report in 1949, are the most used ionizing radiation of the physical mutagens (Suprasanna and Jain, 2017) for plant improvement in the past 70 years (Çelik and Atak, 2017). Seeds, pollen grains, embryogenic calli, mature stem segments, and budwoods can be used for irradiation treatments (Ollitrault and Navarro, 2012; Roose and Williams, 2007a).

As of today, 3364 mutant varieties, approximately 80% of these obtained by gamma irradiation, have been registered in the mutant variety database (MVD) (Anonymous, 2019). A total of 58 mutant cultivars have been registered belonging to 33 fruit tree species such as apple ('Super Compact'), almond ('Supernova'), cherry ('Aldamla'), fig ('Bol (Abundant)'), grapefruit ('Star Ruby'), lemons ('Alata', 'Eylül', 'Gülşen', 'Uzun'), mandarins ('Mor', 'Moria', 'NIAB Kinnow', 'Orri', 'Tango'), olives ('Briscola'), oranges ('IAC 2014 Pera'), peaches ('Fuku-ekubo', 'Shimizu Hakutou RS'), pears ('Chaofu 1', 'James Grieve Double Red') and plum ('Spurdente-Ferco') (Anonymous, 2019), a putative *Fusarium* wilt-resistant banana clone (Jain, 2010). In addition, the lethal dose 50 (LD₅₀) level of radiosensitivity of budwoods in some fruit tree species was determined such as apple (Atay et al, 2018), apricot (Legave and Garcia, 1988), mulberry (Nguyen, 2001), sweet cherry (Saamin and

Thompson, 1998), grapefruit (Hearn, 1986), lemon (Spiegel-Roy et al., 2007; Uzun et al., 2008), mandarin (Roose and Williams, 2007a; Ballester, 2013; Bermejo et al, 2012; López-García et al., 2015; Roose and Williams, 2007b), and kumquat (Kara-Özbek and Dalkılıç, 2017). However, the radiosensitivity of different plant species and organs can show significant differences under different life-time and ecology (Caplin and Willey, 2018). During 16-h acute exposure to gamma rays, the predicted LD₅₀ values for Persian walnut (*J.regia*) and eastern black walnut (*J.nigra*) were found as 48.0 and 38.3 Gy, respectively. These predicted values were based on interphase chromosome volume (ICV) from vegetatively active growing plants. If they were irradiated during their dormant stage, the LD₅₀ values would be higher. In other words, the plants might be more resistant to gamma rays (Sparrow et al., 1971).

Radiosensitivity of white mulberry (*Morus alba*) was determined as 40 Gy (Nguyen, 2001) and that of apricot as 30 Gy (Legave and Garcia, 1988). Saamin and Thompson, (1998) suggested acute gamma irradiation for maximum mutation rate with adequate survival of accessory buds in air at dosages in 'Bing' sweet cherry was approximately LD₅₀=27.5-30.0 Gy. Also, recommended gamma ray exposure to *Citrus* spp. budwoods is between 30 and 50 Gy for seedlessness induction (Roose and Williams, 2007a). In budwoods of 'Foster' grapefruit were irradiated with 0-110 Gy cesium-137 gamma rays, the LD₅₀ of the bud survival was 50 Gy and 90 Gy grown in the greenhouse and in the nursery, respectively; however, shoot growth was not observed above 50 Gy in neither of the environment (Hearn, 1986). Budwoods of 'Villafranca' and 'Eureka' lemons were exposed to gamma rays (13.3 Gy/min), and seedless 'Ayelet' and Galya' mutants were obtained, respectively (Spiegel-Roy et al., 2007). Seedless mutants, namely 'Orri' from 'Orah' mandarin (Vardi et al., 2003a, 2003b) and 'Moria' from 'Murcott' mandarin, were obtained from budwoods irradiation of cobalt-60 gamma rays (3.5 kh). Budwoods of 'Murcott' mandarin were irradiated using with 50±10% Gy cobalt-60 source (Bermejo et al., 2012). Budwoods of 'Clemenules' mandarin was exposed to 50-75 Gy cobalt-60 gamma rays. Only 431(3.6%) plants gave fruit out of 12,000 buddings (Ballester, 2013). In *Ficus carica*, 0.0-67.0 Gy cobalt-60 doses were applied to budwoods in 'Sarilop' and 'Bursa Siyahı' in Aydin, Turkey. LD₅₀ was found 50.7 Gy and 25.3 Gy in 'Sarilop' and 'Bursa Siyahı', respectively (Özen et al., 2017).

From the literature search, no record could be found on the radiosensitivity of 'Chandler' walnut cultivar. Therefore, the objective of this study was to determine the radiosensitivity of 'Chandler' walnut budwoods using gamma ray. The scion breeding aim of this irradiation study was to expect a new

genotype to improve low fill of the kernel/shell ratio (49%) of 'Chandler' cultivar. In order to accomplish that the best gamma ray dose used in mutation breeding studies was investigated. This is the first report on radiosensitivity of 'Chandler' budwood to gamma irradiation.

MATERIALS AND METHODS

One-year-old 'Chandler' ('Pedro' × UC56-224) walnut budwoods were used in the study. 'Chandler' was obtained from a cross made by Serr and Forde in 1963 and was released by the University of California in 1979 (Tulecke and McGranahan, 1994). Irradiation experiments were carried out at three different dates in a cobalt-60 gamma ray cell (Ø250 × 220 mm, 10 L) (Izotop, Ob-Servo Sanguis Co-60 Research Irradiator, Budapest, Hungary) located at Turkish Atomic Energy Authority (TAEK), Sarayköy Nuclear Research and Education Center (SANAEM), Ankara, Turkey. In the first treatment, the dormant budwoods were collected on March 16, 2017 and stored at +4 °C until used. The dormant budwoods were irradiated with 0, 10, 20, 30, and 40 with 36 Gy/h speed, and 50, 60, 70, 80, 90, and 100 Gy with 403 Gy/h speed cobalt-60 gamma rays on April 27, 2017. In the second treatment, the budwoods were collected from the lignified branches of the same growing season on September 26, 2017. These active season's budwoods were irradiated with 0, 20, 25, 30, 35, and 40 Gy with 34 Gy/h speed on September 27, 2017. Because the bud-take ratio was too low at 50 Gy and higher gamma doses, 40 Gy and lower doses was used in the second treatment. In the third treatment, the dormant budwoods were collected during winter pruning period and stored at +4 °C until used. Because the calculated EMD was found as 42 Gy, the dormant budwoods were irradiated with only 42 Gy with 31 Gy/h speed on April 26, 2018. The budwoods were wrapped in moist towel contained in cryopreservation box while they were carried to and returned back to the gamma irradiation facility in Ankara. All irradiated budwoods were chip-budded on one-year-old *J.regia* seedling rootstocks in the field nursery one day after irradiation. The mean moisture ratio of the budwoods was recorded after cobalt-60 treatment. The budwoods which were not budded were used for the moisture ratio measurement. Five-cm-length pieces of budwoods were dried at 70 °C for 48 h in an incubator (JP Selecta, Digiheat, S. A., Spain) located at ADU-AgBioCenter for dry weight measurement. In the first treatment, the rootstocks were cut above the bud union 27 days (on May 25, 2017) after the treatment. The bud take was determined 42nd day on June 9, 2017. Then the number of bud taking was recorded every 10 days until September 15, 2017. In the second treatment, the bud take ratio and shoot length measurement were done eight months (on May 12, 2018) after the treatment. In the third treatment, the bud take ratio was recorded 75 days (on July

11, 2018) after the treatment. The M1V1 mutation screening was made by observing survival ratio (%) at the end of the first growing season in the juvenile nursery plants in 2017 and 2018. Shoot length (cm) was measured with a metal tape measure as a distance from the bud union to the tip of the shoot on September 15, 2017 in the first treatment, on August 25, 2018 in the second treatment, and on August 25, 2018 in the third treatment. Chlorophyll density was recorded as normalized difference vegetation index with PlantPen (NDVI 300, Photon System Instruments, Drasov, Czech Republic) instrument on the upper side of the leaves on August 14 and August 25, 2018 in three experiments. Effective mutation dose (EMD) was calculated using formula as follows: $y = a + bx$ formula where y is 50% of the shoot length in control (0 Gy), a is the constant from the regression graph, b is the constant for x-values, and x is EMD predicted. Mutation frequency (MF) was calculated using formula as follows (Kunter et al., 2012): $MF (\%) = (\text{abnormal plants} / \text{normal plants}) \times (100 / \text{EMD})$.

RESULTS

The first irradiation experiment: On April 27, 2017, the mean moisture ratio in budwoods was found 44.4% being lowest 42.9% (40 Gy) and highest 45.4% (10 Gy). In Table 1, the final surviving budded plants were presented in numbers and survival ratios. The bud taking ratio was drastically reduced to 64.6% (20 Gy) and 7.4% (50 Gy) on June 29, 2017 while the survival ratio obtained as 62.2% and 1.8%, respectively, at the end on the growing season. No plants survived above 60 Gy dose. The shoot length changed from 65.5 cm (0 Gy) to 26.0 cm (50 Gy) at the end of the growing season (Table 1). EMD was calculated as 42.1 Gy. MF values were 0.0% (0 and 10 Gy), 5.9% (20 Gy), 27.6% (30 Gy), 27.2% (40 Gy), and 50.0% (50 Gy). While chlorophyll density was 4268 in control (0 Gy), it changed from 3175 (50 Gy) to 4763 (10 Gy) in the upper side of the leaves. From this, while gamma dose was increased, chlorophyll density was decreased.

The second irradiation experiment: On Sep 27, 2017, the mean moisture ratio in budwoods was found 57.4% being lowest 55.0% (0 Gy) and highest 60.0% (40 Gy) (Table 1). The bud taking ratio changed from 37.7% (40 Gy) to 82.3% (20 Gy) on Aug 25, 2018. The shoot length changed from 31.6 cm (30 Gy) to 74.4 cm (25 Gy) at the end of the growing season. EMD was calculated as 20.9Gy. MF values were 0.0% (0 Gy), 4.7% (20 Gy), 7.5% (25 Gy), 20% (30 Gy), 25.0% (35 Gy), and 7.5% (40 Gy). While chlorophyll density was 3435 in control (0 Gy), it changed from 3097 (30 Gy) to 3756 (40 Gy) in the upper side of the leaves irradiated with gamma rays. From this, except 30 Gy gamma dose was increased chlorophyll density (Table 1).

Table 1. Effects of gamma ray irradiations in 'Chandler' walnut budwoods

Irradiation Application Time and Dose (Gy)	Chip Budding with Irradiated Budwoods (in numbers)	Moisture Ratio (%)	Survival of Budwoods (in numbers) (%) [*]	Shoot Length (cm)	Chlorophyll Density (upper side)
April 2017					
0	52	43.4	29 (55.8)	65.5	4268
10	85	45.4	40 (47.0)	54.1	4743
20	82	45.2	51 (62.2)	56.9	4640
30	103	45.1	47 (45.6)	37.6	4363
40	107	42.9	50 (51.4)	55.2	4195
50	108	45.3	2 (1.8)	26.0	3175
60	110	44.7	0 (0.0)	N.A.	N.A.
70	99	43.4	0 (0.0)	N.A.	N.A.
80	96	43.7	0 (0.0)	N.A.	N.A.
90	104	44.3	0 (0.0)	N.A.	N.A.
100	91	45.0	0 (0.0)	N.A.	N.A.
September 2017					
0	38	55.0	15 (39.5)	63.1	3435
20	51	55.9	42 (82.3)	60.4	3577
25	51	58.4	40 (78.4)	74.4	3727
30	50	57.4	20 (40.0)	31.6	3097
35	51	57.7	24 (47.0)	57.2	3726
40	53	60.0	20 (37.7)	48.1	3756
April 2018					
0	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
42	303	50.7	97 (32.0)	27.0	5041

^{*}Numbers in parenthesis present the ratios. MF: Mutation frequency. N.A.: not applicable

The third irradiation experiment: On Apr 26, 2018, EMD from the first experiment was used. The mean moisture ratio in budwoods was found 50.7% using only 42 Gy. The bud taking ratio was 32.0% (42 Gy). The survival ratio was 32.0% and the shoot length was 27.0 cm at the end of the growing season. MF value was 21.6. Chlorophyll density was 5041 in the upper side of the leaves (Table 1).

DISCUSSION

The radiosensitivity of different plant organs, namely buds, can show significant differences according to species and ecology (Caplin and Willey, 2018). In our experiments, the dormant 'Chandler' budwoods showed higher EMD values (42.1 Gy) than that in the active budwoods (20.9 Gy). These results could be related to the moisture content in the budwoods during the irradiation application (Kunter et al., 2012). The higher the moisture content of the plant materials is the higher the effectiveness of irradiation. The reason for that water is the most abundant molecule in living cells. Reactive oxygen species (ROS) are the primary radiation products. The indirect action of radiation is responsible for 99.9% of the protein damage. Gamma

irradiation induces stress in the surviving plants. Therefore, it significantly affects physiological and biochemical processes (Lagoda, 2012). Ionizing radiation can involve oxidative stress by producing primary ($\bullet\text{OH}$, $\text{H}\bullet$) and secondary (H_2O_2 , $\text{O}_2\bullet^-$) free radicals (Esnault et al., 2010). While minimum radiosensitivity was observed at intermediate moisture content, increased radiosensitivity was obtained at lower or higher moisture levels rice seeds (Bhattacharya and Joshi, 1977). It was observed that there was marked increase in mutation frequency as the moisture content decreases below 14% in barley seeds (Mba et al., 2010).

One of the first mutation studies was conducted in walnut seeds in Ukraine (Kudina, 1988), in that study 1-150 Gy (100-15000 R) of gamma rays applied to the walnut seeds. While fast-growing seedlings were obtained from gamma doses below 200 Gy, slow-growing (dwarf) seedlings were observed all, especially higher, doses.

Kudina (1988) reported when the irradiation dose increases, the bud take ratio decreases after a certain dose.

In our experiments, bud taking ratio was reduced after 40 Gy.

Haploid plants were obtained in 'Hartley', 'Pedro', Z₆₃, and Z₆₇ whose female flowers were pollinated using 300 and 600 Gy gamma ray-irradiated pollen of walnut selections Z₅₃ and Z₃₀ in Iran. Diploid plants were obtained from pollen irradiated at 50 and 150 Gy. The results from molecular data showed parthenogenetic origin of the obtained haploid plants (Sadat Hosseini et al., 2011). A previously predicted LD₅₀ gamma dose of 48.8 Gy for Persian walnut (Sparrow et al., 1971) is in very close proximity to our findings of 42.1 Gy with dormant budwoods. However, Sparrow et al. (1971) prediction was for actively growing trees. They expected the survival rate would be higher if irradiation was applied in the dormant stage.

Chlorophyll density was reduced on the upper side of the leaves irradiated with 50 Gy (3175) gamma rays in the first treatment. The reason for that might be the negative effect of irradiation doses (Kunter et al., 2012).

Our possible mutant plants will be observed in the field for any leaf or shoot growth aberrations. Leaf aberrations can be observed in natural plant populations (Babcock, 1915; Pennington and Beineke, 1977) or expected after exposure to irradiation (Opeke and Jacobs, 1973). Around 1900, some small-leaved-oak shape *J. californica* trees grown from seeds were appeared in California. The chromosome numbers ($2n=2x=34$) were not different than the normal seedlings (Babcock, 1915). In 1976, a leaf mutation was discovered in *J. nigra* in Indiana, and showed new form of leaf had a large round terminal leaflet (7 cm in diameter), indented apex, and small lateral leaflets (2.0-2.5 cm in diameter). It was speculated that a single recessive trait could be responsible for this mutation in both above observations (Pennington and Beineke, 1977).

In conclusion, recommended cobalt-60 doses for 'Chandler' budwoods are 42.1 Gy for dormant budwoods and 20.9 Gy for the same year's lignified budwoods. Above mentioned gamma rays in 'Chandler' budwood can be used in mutation breeding applications to obtain a new cultivar which has higher than 49% fill of the kernel/shell ratio. The results obtained from this first report on EMD of 'Chandler' budwood to gamma irradiation might open avenues to other chemical and physical mutation studies in walnut.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Dr. Burak Kunter and Prof. Dr. Kouros Vahdati for sharing their expertise during the course of the experiments. ADU-AgBioCenter was acknowledged for allowing us to conduct a part of this work.

REFERENCES

Anonymous (2019) FAO/IAEA Food and Agriculture Organisation/International Atomic Energy Agency, Vienna. [https://mvd.iaea.org/#!Search\(Erişimtarihi: 12/01/2021\)](https://mvd.iaea.org/#!Search(Erişimtarihi: 12/01/2021)).

- Atay AN, Kunter B, Atay E, Kantoğlu KY, Kaplan N (2018) Radiosensitivity and Preliminary Results in Mutation Breeding of 'Amasya' Apple Cultivar. In: IAEA (ed.), The International Symposium on Plant Mutation Breeding and Biotechnology of FAO, 27-31 August 2018, Vienna, IAEA-CN-263-3.
- Babcock EB (1915) Walnut Mutant Investigation. Proceedings of the National Academy of Sciences 1: 535-537.
- Bado S, Forster BP, Nielen S, Ali AM, Lagoda PJL, Till BJ, Laimer M (2015) Plant Mutation Breeding Current Progress and Future Assessment. Plant Breeding Reviews 39: 23-87.
- Ballester AM (2013) Evaluación y preselección de mutantes demaduración tardía obtenidos por irradiación de mandarina Clementina (*Citrus clementina* Hort. ex Tanaka). Máster Tesis, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Bermejo A, Pardo J, Cano A (2012) Murcott Seedless: Influence of Gamma Irradiation on Citrus Production and Fruit Quality. Spanish Journal of Agricultural Research 10: 768-777.
- Bernard A, Lheureux F, Dirlwanger E (2018) Walnut: Past and Future of Genetic Improvement. Tree Genetics Genomes 14:1-28.
- Bhattacharya S, Joshi RK (1977) Factors Modifying Radiation Induced Stimulation in Plants: Pre- irradiation Seed Moisture Content. Rad. Environ. Biophys. 14:47-51.
- Caplin N, Willey N (2018) Ionizing Radiation, Higher Plants, and Radioprotection: From Acute High Doses to Chronic Low Doses. Frontiers in Plant Science 9: 847.
- Çelik Ö, Atak Ç (2017) Applications of Ionizing Radiation in Mutation Breeding. In: Maghraby AM (ed.), New Insights on Gamma Rays, InTech Open, London, 111.
- Ebrahimi A, Vahdati K (2006) Improved success of Persian walnut grafting under environmentally controlled conditions. International Journal of Fruit Science. 6(4): 3-12.
- Esnault M-A, Legue F, Chenal C (2010) Ionizing Radiation: Advances in Plant Response. Environmental and Experimental Botany 68: 231-237.
- Gulsen O, Uzun A, Pala H, Canihos E, Kafa G (2007) Development of Seedless and *Mal Secco* Tolerant Mutant Lemons through Budwood Irradiation. Scientia Horticulturae 112: 184-190.
- Hearn CJ (1986) Development of Seedless Grapefruit Cultivars through Budwood Irradiation. Journal of the American Society for Horticultural Science 111: 304-306.
- Jain SM (2010) Mutagenesis in Crop Improvement under the Climate Change. Romanian Biotechnological Letters 15: 88-106.
- Jankowicz-Cieslak J, Mba C, Till BJ (2017) Mutagenesis for Crop Breeding and Functional Genomics. In: Jankowicz-Cieslak J, Tai TH, Kumlehn J, Till BJ (eds.), Biotechnologies for Plant Mutation Breeding, FAO/IAEA, Springer, Switzerland, 3-18.

- Karadeniz T (2005) Relationships Between Graft Success and Climatic Values in Walnut (*Juglans regia* L.). Journal of Central European Agriculture 6(4): 631-634.
- Kara-Özbek C, Dalkılıç Z (2017) Effects of Mycorrhiza and Vermicompost on the Growth of Trifoliate Orange Seedlings, and Determination of Tolerance of Nagami Kumquat Budwoods to Cobalt-60 Irradiation and Identification of Different Genotypes with RAPD Markers. ADU Journal of the Faculty of Agriculture 14:1-7.
- Karimi S, Karami H, Mokhtassi-Bidgoli A, Tavallali V, Vahdati K (2018) Inducing Drought Tolerance in Greenhouse Grown *Juglans regia* by Imposing Controlled Salt Stress: The Role of Osmotic Adjustment. Scientia Horticulturae 239: 181-192.
- Kudina GA (1988) Walnut Mutation Breeding. Mutation Breeding Newsletter 34:24.
- Kunter B, Bas M, Kantoglu Y, Burak M (2012) Mutation Breeding of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) var. 0900 Ziraat. In: Shu QY, Forster BP, Nakagawa H, (eds.), Plant Mutation Breeding and Biotechnology, CABI, Wallingford, 453-459.
- Lagoda PJJ (2012) Effects of Radiation on Living Cells and Plants. In: Shu QY, Forster BP, Nakagawa H, (eds.), Plant Mutation Breeding and Biotechnology, CABI, Wallingford, 123-134.
- Lamo K, Bhat DJ, Kour K, Singh Solanki SP (2017) Mutation Studies in Fruit Crops: A Review. International Journal of Current Microbiology and Applied Science 6: 3620-3633.
- Legave JM, Garcia G (1988) Radiosensibilité de Rameaux Greffons d'Abricotier Exposés à un Rayonnement Gamma Aigu et Observation en Pépinière d'une Deuxième Génération Végétative de Bourgeons Irradiés. Agronomie 8: 55-59.
- López-García A, Terol J, Tadeo FR, Herrero-Ortega A, Ibañez V, Talón M (2015) Three New Cultivars of Clementine: 'Clemenverd', 'Nero' and 'Neufina'. Acta Horticulturae 1065: 239-243.
- Maluszynski M, Szarejko I, Bhatia CR, Nichterlein K, Lagoda PJJ (2009) Methodologies for Generating Variability Part 4: Mutation Techniques. In: Ceccarelli S, Guimarães EP, Weltzien E (eds.), Plant Breeding and Farmer Participation, FAO, Rome, 159-194.
- Mba C, Afza R, Bado S, Jain SM (2010) Induced Mutagenesis in Plants Using Physical and Chemical Agents. In: Davey MR, Anthony P (eds.), Plant Cell Culture: Essential Methods, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, UK, 111-130.
- McGranahan G, Leslie C (2012) Walnut. In: Badenes ML, Byrne DH (eds.), Fruit Breeding, Springer, London, 827-846.
- Nguyen VV (2001) Induction of Mutation on Mulberry (*Morus alba* L.) by Using *In Vitro* Techniques in Combination with Gamma Irradiation. JAERI-Conference 3: 160-165.
- Oladosu Y, Rafii MY, Abdullah N, Hussin G, Ramli A, Rahim HA, Miah G, Usman M (2016) Principle and Application of Plant Mutagenesis in Crop Improvement: A Review. Biotechnology & Biotechnological Equipment 30: 1-16.
- Ollitrault P, Navarro L (2012) Citrus. In: Badenes ML, Byrne DH (eds.), Fruit Breeding, Springer, London, 623-662.
- Opeke LK, Jacobs VJ (1973) Mutation Breeding in Cacao (*Theobroma cacao* L.). In: FAO/IAEA (ed.), Panel on Mutation Breeding of Vegetatively Propagated Perennial Crops IAEA-PL-501/14, 11-15 September 1972, Vienna, 137.
- Özen M, Kocataş H, Çobanoğlu F, Ertan B, Kösoğlu İ, Tan N, Şahin B, Belge A, Konak R, Aksoy U, Gülşen O (2017) Mutation Breeding Studies of Fig. Acta Horticulturae 1173: 93-98.
- Pennington AG, Beineke WF (1977) A New Leaf Mutation in Black Walnut (*Juglans nigra* L.). Proceedings of Indiana Academy of Science 86: 409-412.
- Piri I, Babayan M, Tavassoli A, Javaheri M (2011) The use of Gamma Irradiation in Agriculture. African Journal of Microbiology Research 5: 5806-5811.
- Rezaee R, Vahdati K, Grigoorian W, Valizadeh M (2008) Walnut grafting success and bleeding rate as affected by different grafting methods and seedling vigor. The Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 83(1):94-99.
- Roose ML, Williams E (2007a) Mutation Breeding. In: Citrus Genetics, Breeding and Biotechnology, In: Khan IA, (ed.), CABI, Wallingford, 345-352.
- Roose ML, Williams E (2007b) Mandarin Tree Named 'Tango'. USPP17863P3.
- Saamin S, Thompson MM (1998) Radiation-Induced Mutations from Accessory Buds of Sweet Cherry, *Prunus avium* L. cv 'Bing'. Theoretical and Applied Genetics 96: 912-916.
- Sadat Hosseini GM, Vahdati K, Lotfi M, Hassani D, Pirvali Biranvand N (2011) Production of Haploids in Persian Walnut through Parthenogenesis Induced by Gamma-Irradiated Pollen. Journal of the American Society for Horticultural Science 136:198-204.
- Saito T (2016) Advances in Japanese Pear Breeding in Japan. Breeding Science 66: 46-59.
- Shirasawa K, Hirakawa H, Nunome T, Tabata S, Isobe S (2016) Genome-Wide Survey of Artificial Mutations Induced by Ethyl Methanesulfonate and Gamma Rays in Tomato. Plant Biotechnology Journal 14: 51-60.
- Sparrow AH, Schwemmer SS, Bottino PJ (1971) The Effects of External Gamma Radiation from Radioactive Fallout on Plants with Special Reference to Crop Production. Radiation Botany 11: 85-118.
- Spiegel-Roy P, Vardi A, Yaniv Y, Fanberstein L, Elhanati A, Carmi N (2007) 'Ayelet' and 'Galya': New Seedless Lemon Cultivars. HortScience 42: 1723-1724.
- Suprasanna P, Jain SM (2017) Mutant Resources and Mutagenesis in Crop Plants. Emirates Journal of Food and Agriculture 29: 651-657.

- Şen SM (2011) Ceviz: Yetiştiriciliği, Besin Değeri, Folklorü. 4. Baskı. ÜÇM Yayıncılık. Ankara.
- Tekintaş FE, Şen SM, Akça Y, Erdoğan V, Ertürk Ü, Sütyemez M, Dalkılıç Z (2014) Following Walnut Footprints in Turkey. In: Avanzato D (ed), Following Walnut Footprints (*Juglans regia* L.): Cultivation and Culture, Folklore and History, Traditions and Uses, Scripta Horticulturae, 17: 401-408.
- Tosri C, Chusreeaom K, Limtiyayotin M, Sukin N, Jompuk P (2019) Comparative Effect of High Energy Electron Beam and ¹³⁷Cs Gamma Ray on Survival, Growth and Chlorophyll Content in Curcuma Hybrid 'Laddawan' and Determine Proper Dose for Mutations Breeding. Emirates Journal of Food and Agriculture 31: 321-327.
- Tulecke W, McGranahan G (1994) The Walnut Germplasm Collection of the University of California, Davis: A Description of the Collection and A History of the Breeding Program of Eugene F. Serr and Harold I. Forde. Report No. 13. The University of California Genetic Resources Conservation Program, Davis, CA.
- Ulukapi K, Nasircilar AG (2015) Developments of Gamma Ray Application on Mutation Breeding Studies in Recent Years. In: AABES (ed.), The International Conference Advances in Agricultural, Biological and Environmental Sciences, 22-23 July, 2015, London, 31-34.
- Uzun A, Gulsen O, Kafa G, Seday U (2008) 'Alata', 'Gulsen', and 'Uzun' Seedless Lemons and 'Eylul' Early-Maturing Lemon. HortScience 43: 1920-1921.
- Vahdati K, Lotfi N (2013) Abiotic Stress Tolerance in Plants with Emphasizing on Drought and Salinity Stresses in Walnut. In: Vahdati K, Leslie CA (eds.), Abiotic Stress-Plant Responses and Applications in Agriculture, InTech Open, Rijeka, 307-365.
- Vahdati K, Lotfi N, Kholdebarin B, Hasani D, Amiri R (2009) Screening for Drought Tolerant Genotypes of Persian Walnuts (*Juglans regia* L.) during Seed Germination. HortScience 44: 1815-1819.
- Vahdati K, Arab MM, Sarikhani Khorami S, Sadat Hosseini M, Leslie CA, Brown PJ (2019) Advances in Walnut (*Juglans regia* L.) Breeding Strategies. In: Al-Khayri JM, Jain SM, Johnson DV (eds.), Advances in Plant Breeding Strategies, Vol 4: Nut and Beverage Crops, Springer, Switzerland, 401-472.
- Vardi A, Spiegel-Roy P, Frydman-Shani A, Elchanati A, Neumann H (2003a) Citrus Tree Named 'Orri'. USPP13616.
- Vardi A, Spiegel-Roy P, Frydman-Shani A, Elchanati A, Neumann H (2003b) Citrus Tree Named 'Moria'. USPP13460.
- Yadav A, Singh B, Singh SD (2019) Impact of Gamma Irradiation on Growth, Yield and Physiological Attributes of Maize. Indian Journal of Experimental Biology 57: 116-122.

Düzenleyici Ekosistem Hizmetlerinden Hava Kalitesinin Efeler -Aydın Örneğinde İncelenmesi

Ebru Ersoy TONYALOĞLU*¹ ID, Birsen KESGİN ATAK² ID, Muhammet YİĞİT¹ ID¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Güney Kampüs, Aydın, Türkiye² İzmir Demokrasi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İzmir, Türkiye

Öz: Bu çalışmanın amacı, Aydın ilinin en yoğun yapılaşmanın olduğu Efeler ilçesinde ağaç ve boylu çalılarının oluşturduğu bitki taç örtüsünün hava kalitesinin iyileştirilmesi açısından düzenleyici ekosistem hizmetlerine katkısı ve Efeler ilçesindeki bu katkıların ekonomik tahmininin değerlendirilmesidir. Çalışmada bu ölçümler için i-Tree canopy v7.0 uygulaması kullanılmıştır. Çalışmada, Aydın İli Efeler ilçesinin 6 merkez mahallesinde 7 arazi örtüsü tipi ve dağılımları belirlenerek, her bir sınıf için rastgele toplam 6,500 nokta atanmıştır. Çalışma sonucunda, çalışma alanının %14.22'sini kaplayan taç örtüsünün havadan toplam 2,851.98 kg kirlenici gaz ve partikül uzaklaştırdığı, yıllık olarak taç örtüsü tarafından yakalanan karbon miktarı 101.56 ton, taç örtüsünün depoladığı toplam karbon miktarı ise 2,550.49 ton olarak tahmin edilmiştir. Bitki örtüsü her ne kadar parçalı ve dağınık yapıya sahip olsa da her bir ağacın ve boylu çalının kirlenici gazların havadan uzaklaştırılması, havadaki partiküllerin tutulması ve havadan uzaklaştırılmasına büyük katkılar sunmaktadır. Bu bağlamda, gelecek yıllarda seçilen bölgede açık-yeşil alan miktarının ve kalitesinin artırılması, ağaç ve boylu çalılarının korunması ve çeşitliliğinin artırılması, bu alanlardan sağlanan ekosistem hizmetlerinin de artacağı ve bu bölgede yaşayan insanların bütçelerinin yanı sıra kent ekonomisine de katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Düzenleyici ekosistem hizmetleri, Efeler-Aydın, Hava kalitesi, i-Tree, Taç örtüsü

Assessment of Air Quality as a Regulating Ecosystem Services in the Case of Efeler-Aydın

Abstract: The aim of this study is to evaluate the contribution of the vegetation canopy formed by trees and tall shrubs to the regulating ecosystem services in terms of improving the air quality and the economic estimation of these contributions in Efeler, which is the most intense district of Aydın province. In this study, i-Tree canopy v7.0 tool was used for all the assessments. We identified 7 land cover types and their distributions in the 6 central neighbourhoods of Aydın Province-Efeler district, and afterwards a total of 6,500 points were randomly assigned for each class. As a result, we found that while vegetation canopy, covering 14.22% of the research area, remove a total of 2,851.98 kg of pollutant gas and particles from the air, the annual amount of carbon captured and the total amount of carbon stored by the canopy is 101.56 tons and 2,550.49 tons, respectively. Even though the vegetation canopy has a fragmented and scattered structure, each tree and tall bush make great contributions to the removal of pollutant gases from the air, the retention of airborne particles and their removal from the air. In this context, we believe that increasing the amount and quality of open-green areas in the study area, protecting trees and tall bushes, and increasing their diversity together would help to the provision of ecosystem services as well as contributing to the economy of the Efeler district and its citizens.

Keywords: Regulating ecosystem services, Efeler-Aydın, Air quality, i-Tree, Canopy cover

GİRİŞ

Kentsel ekosistemlerde bitki örtüsünün zarar görmesi, miktarı ve kalitesinde meydana gelen değişim ve azalmalar hava kirliliği gibi kent halkı sağlığı ve ekolojik işleyiş olumsuz yönde etkileyen çevre sorununun ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Hutyra ve ark., 2011). Temiz Hava Hakkı Platformu (THHP) ülkemiz genelinde en çok hastalığa ve ölüme sebep olan risk faktörleri içinde değerlendirilen hava kirliliğinin 2007 yılında yedinci sırada iken, 2017 yılında 6. sıraya yükseldiğini ifade etmektedir (THHP, 2020). Özellikle fosil yakıtların kullanımı sonucunda havada artış gösteren karbonmonoksit (CO), azot dioksit (NO₂), kükürt dioksit (SO₂) ve ozon (O₃) gazları insanlarda solunum yolu rahatsızlıkları, kalp ve damar hastalıklarına ve nörotoksik etkilere neden olduğu bilinmektedir (THHP, 2020). Ayrıca, bitki örtüsü ve tür kaybı, klorofil yapısının bozulması, vejetatif aksamaların gelişiminin / dölleme biyolojisinin / meyve tutumunun / verim ve kalitenin etkilenmesi gibi bitkilerde de çok çeşitli zararlara yol açmaktadır (Turalioğlu,

2011). Bunlarla birlikte karbon kaynaklı kirleniciler sera etkisi oluşturarak hava sıcaklığının yükselmesi, ısı adası etkisinin ortaya çıkması, asit yağmurları ve iklim değişikliğine sebep olmaktadır (Cui ve de Foy, 2012; Tursun ve ark., 2018). Benzer şekilde çoğunluğu ısınma, ulaşım, sanayi, elektrik üretimi gibi insan faaliyetleri sonucunda oluşan ve havada asılı katı ve sıvı parçacıkların karışımı olarak ifade edilen en önemli hava kirliliği bileşenlerinden olan PM_{2.5} ve PM₁₀ (sırasıyla büyüklüğü 2.5 µm ve 2.5-10 µm arasında değişen) gibi partiküler maddeler ise başta kanser olmak üzere solunum, kardiyovasküler ve sinir sistemi ile ilgili pek çok rahatsızlığa neden olmaktadır (Perez ve ark., 2015).

Diğer yandan kentsel alanlarda ağaçların varlığı sosyal, kültürel ve insan sağlığı ile ilgili faydalarla birlikte karbon

*Sorumlu Yazar: ebru.ersoy@adu.edu.tr

Geliş Tarihi: 24 Ocak 2021

Kabul Tarihi: 25 Nisan 2021

utma ve depolama, atmosferik kirliliğin giderilmesi, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması ve yağmur suyu yüzey akışının azaltılması gibi önemli konularda çeşitli ekosistem hizmetleri sunmaktadır (Nowak ve ark., 2013). Bu bağlamda, ekosistem hizmetlerinin haritalanması, ölçülmesi ve değerlendirilmesi doğal kaynak yönetiminin yanı sıra planlama kararları ile politikalarının oluşturulması ve ekonomik kaynak yönetimi açısından da büyük önem taşımaktadır (Burkhard ve Maes, 2017; Kesgin Atak ve Tonyaloğlu Ersoy, 2020; Tonyaloğlu Ersoy, 2020). Kentlerde ağaç ve boylu çalı örtüsünün, boyut ve yükseklik gibi ölçümlerinin yapılması, kent ağaçlarının potansiyel ekosistem hizmetlerinin en temel ölçütünü sağlamaktadır. Ancak arazi çalışmaları ile ağaç öznitelik verilerini toplama ve işlenmesi hem zaman alıcı hem de pahalıdır. Ayrıca bazı durumlarda kentsel bir ortamdaki her ağaca erişmek fiziksel olarak mümkün veya yasal olmayabilir. Dolayısıyla, uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemlerine (CBS) dayalı teknolojiler ağaçlara yönelik mekânsal ve sayısal verilerin toplanması konusunda sağladıkları avantajlar nedeniyle günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır (Kesgin ve Nurlu, 2009; Myeong ve ark., 2006; Atak ve ark., 2014; Blackman ve Yuan, 2020). Bu kapsamda, Birleşik Devletler Tarım Departmanı Orman Servisi (United States Department of Agriculture Forest Service-USDA) tarafından geliştirilen i-Tree araçlar topluluğu kentlerde bulunan ağaç ve boylu çalıların oluşturduğu taç örtüsünün hava kalitesine ilişkin olarak sağladığı birçok düzenleyici ekosistem hizmetinin hesaplanması ve tahmininde kullanılmaktadır (USDA, 2021). Düzenleyici ekosistem hizmetleri, insanların ekosistemlerden dolaylı olarak elde ettikleri faydaları ifade etmekte ve atmosferdeki farklı kimyasalların yoğunluğunun düzenlenmesi ile havanın insanlar için daha sağlıklı ve kaliteli bir hale getirilmesini de içeren hava kalitesinin iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır (MEA, 2005). i-Tree canopy uygulaması ile hava kirliliğine sebep olan gaz ve partikül formulu kirleticilerin ağaçlar tarafından atmosferden uzaklaştırılması, atmosferik karbonun yakalanması ve depolanmasına yönelik değerlerin elde edilmesi ile birlikte bu ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerlerine yönelik doğruluk oranı yüksek istatistik tahminlerin yapılmasına da olanak sağlamaktadır (Hilde ve Paterson, 2014; Tuğluer ve Gül, 2018; USDA, 2021).

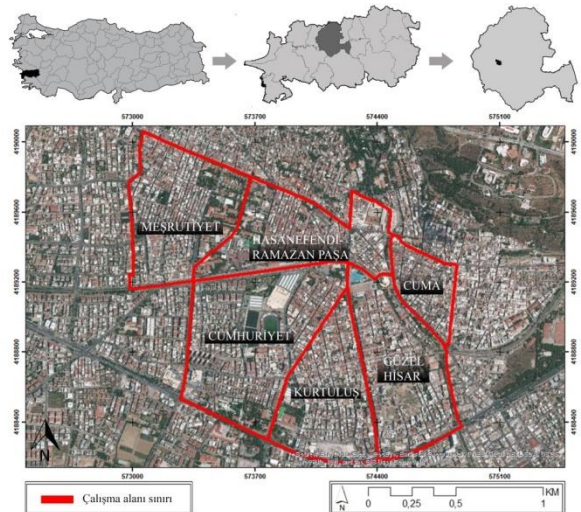
Temel ekonomisi tarımsal üretim ve işletmeye dayalı olan Aydın ilinde son yıllarda yaşanan nüfus artışı ve enerji üretimine yönelik faaliyetler hava kirliliği açısından önemli bir sorun olarak değerlendirilmektedir (THHP, 2020). Efeler merkez ilçesi de gerek yoğun yapılaşma, ulaşım ağı ve kentsel yayılma, gerekse bunlardan ve diğer insan faaliyetlerinden kaynaklanan hava kirleticilerinin yüksek

oranda bulunduğu bir bölge olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kapsamda, bu çalışmanın amacı sık yapılaşma ve yüksek nüfus yoğunluğuna sahip olan Aydın ili, Efeler ilçesinin 6 merkez mahallesinde mevcut ağaç ve boylu çalı bitki örtüsünün düzenleyici ekosistem hizmetlerinden hava kalitesi, karbon yakalama ve karbon depolama bakımından katkılarının değerlendirilmesidir. Bu çalışmanın amacı doğrultusunda i-Tree uygulaması kullanılarak, şu sorulara yanıt aranmaktadır: (1) Yoğun yapılaşma ve kentleşme sorunu ile yüz yüze olan Aydın ili Efeler ilçesinde yer alan temel arazi örtüsü tipleri nelerdir? (2) Aydın ili Efeler ilçesinde yer alan ağaç ve boylu çalıların oluşturduğu bitki taç örtüsünün hava kalitesinin iyileştirilmesi açısından düzenleyici ekosistem hizmetlerine katkısı ve bu katkılarının tahmini ekonomik değeri nedir?

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Hızlı nüfus artışı, göç ve sanayileşme aynı zamanda il içinde artan çevre sorunlarının da en önemli sebeplerinden birini oluşturmaktadır. Her ne kadar Aydın ilinin temel ekonomik faaliyetleri tarım ve tarımsal ürünlerin işlenmesine dayalı sanayiden oluşsa da, 2007 yılından itibaren işletilmeye başlayan jeotermal santraller başta hava, su ve toprak kirliliği olmak üzere bölge ekosistemi üzerinde oldukça olumsuz etkilere sebep olmaktadır (Semerci, 2019). Bu çalışmanın ana materyalini çalışma alanı olarak seçilen Aydın ili Efeler ilçesinin nüfus yoğunluğu bakımından en yüksek 6 mahallesi (Meşrutiyet, Hasanefendi-Ramazan Paşa, Cuma, Cumhuriyet, Kurtuluş ve Güzelhisar) oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı

Konutlar başta olmak üzere farklı alan kullanımlarını içeren çalışma alanı toplam 233.47 ha büyüklüğündedir. Çalışma alanı olarak belirlenen 6 mahalle Aydın il nüfusunun yaklaşık %30'unun (2019 yılında 52,365) yaşadığı Efeler ilçesinde yer almakta (TÜİK, 2021) ve sahip oldukları merkezi konum ile bölge yaşayanlarına sundukları çeşitli olanaklar nedeniyle nüfus artışı ve kentsel yayılmanın da yoğun olarak yaşandığı yerleşim alanlarından birini oluşturmaktadır.

Yöntem

Çalışma alanında ağaç taç örtüsü ve diğer arazi örtülerinin sınıflandırılması ile ağaç örtüsünün hava kalitesi bakımından sağladığı düzenleyici ekosistem hizmetlerinin hesaplanması ve analiz edilmesi amacıyla Birleşik Devletler Tarım Departmanı Orman Servisinin geliştirdiği i-Tree Canopy v7.0 uygulaması kullanılmıştır (USDA, 2021). i-Tree Canopy v7.0 rastgele nokta örnekleme yöntemini kullanan ve Google MapsTM uydu görüntüleri ile bağlantılı olarak çalışan ücretsiz bir web-tabanlı uygulama aracıdır (USDA, 2021). Önceki çalışmalarda da yaygın ve başarılı biçimde uygulanmış olan i-Tree canopy uygulaması; seçilen bir alanda kullanıcının belirleyeceği arazi örtüsü tiplerinin ve dağılımlarının belirlenmesi, hava kirliliğine sebep olan kirleticilerin (gaz ve partikül) ağaçlar tarafından atmosferden uzaklaştırılmasına, atmosferik karbonun yakalanması ve depolanmasına yönelik değerlerin elde edilmesinin yanı sıra bu düzenleyici ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerlerine yönelik doğruluk oranı yüksek istatistik tahminlerin yapılmasına olanak sağlayan hızlı ve kolay kullanılabilen bir araçtır. Çalışma alanı içinde farklı arazi örtüsü sınıflarının tanımlanması için ne kadar çok nokta tanımlanırsa, arazi örtüsü sınıflandırmalarının doğruluğu artmakta ve standart hata oranı düşmektedir (Hwang ve Wiseman, 2020).

i-Tree Canopy v7.0 uygulamasında analizler üç aşama takip edilerek gerçekleştirilmektedir. Bunlar çalışma alanı

sınırlarının belirlenmesi, arazi örtüsü tiplerinin belirlenmesi ve çalışma alanı içinde rastgele nokta örneklerinin sınıflandırılması olarak sıralanabilir. Çalışmamızda öncelikle mahalle ve çalışma alanı sınırları ArcMap 10.5.1 yazılımında belirlenerek, i-Tree Canopy v7.0 uygulamasında kullanılacak sayısal veri formatına dönüştürülmüştür. Çalışmada farklı arazi örtüsü tipleri 7 sınıf altında incelenmiştir (Çizelge1). i-Tree Canopy v7.0 uygulamasının kullanımı için en az 500-1000 rastgele nokta kullanılmasını tavsiye edilmekte ve ne kadar çok nokta kullanılırsa tahminlerin de daha iyi olacağını belirtmektedir (Marcus, 2015; USDA, 2021). Bu çalışma için 6,500 tane rastgele nokta i-Tree Canopy v7.0'de otomatik olarak atanarak, her bir noktanın uygulamaya entegre edilmiş olan 2021 tarihli Google MapsTM uydu görüntüsü üzerinde temsil ettiği arazi örtüsü tipleri belirlenmiştir. Çalışmada 6,500 nokta ile uygulamanın iyi sonuç vermesi için tüm arazi örtüsü sınıflarında tavsiye edilen 1 değerinin altındaki standart hata payı değerleri elde edilmiştir (Coşkun Hepcan ve Hepcan, 2017). Son olarak ise sonuçlar yine i-Tree Canopy v7.0 üzerinden rapor olarak temin edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma Alanında Belirlenen Arazi Örtüsü Tipleri

Çalışma alanında tespit edilen arazi örtüsü tipleri, her bir sınıf için rastgele nokta sayıları ve her bir arazi örtüsü sınıfının toplam çalışma alanı içinde kapladıkları alan (%) ile standart hata oranları Çizelge 1'de verilmiştir.

Beklenildiği gibi toplam çalışma alanının yarısından çoğu (124.57 ha) geçirimsiz yapı yüzeylerinden oluşmakta ve bunu %16'lık oran ve 37.36 ha'lık toplam alan ile yollar takip etmektedir. Çalışma alanında en az yaygın olan arazi örtüsü tipleri ise sırasıyla su yüzeyleri (0.32 ha) ve açık alanlardan (4.96 ha) oluşmaktadır. Diğer yandan, toplam 33.19 ha alan kaplayan ağaç ve boylu çalı vejetasyon örtüsü ise çalışma alanının yalnızca %14.22 sini kaplamaktadır.

Çizelge 1. i-Tree canopy uygulaması arazi örtüsü analiz sonuçları

Sınıf	Tanım	Nokta sayısı	Kapladığı alansal oran % ve ±SH
Ağaç ve çalı	Ağaç ve boylu çalı vejetasyonu ile kaplı alanlar	924	14.22 ± 0.43
Otsu bitkiler	Çim ve otsu bitki vejetasyonu ile kaplı alanlar	158	2.43 ± 0.19
Geçirimsiz yapı yüzeyleri	Binalar ve yapılar	3,468	53.35 ± 0.62
Yollar	Asfalt, beton veya sıkıştırılmış yollar	1,040	16.00 ± 0.45
Diğer geçirimsiz yüzeyler	Beton, kilit parke taş kaplama, vb yapay zemin malzemeleri ile örtülü alanlar	763	11.74 ± 0.40
Açık alanlar	Üzerinde bitki örtüsü bulunmayan toprak yüzey veya çıplak alanlar	138	2.12 ± 0.18
Su yüzeyleri	Üzerinde bitki örtüsü bulunmayan yapay ve doğal su yüzeyleri	9	0.14 ± 0.05
Toplam		6,500	100

Hava Kalitesi Bakımından Düzenleyici Ekosistem Hizmetleri

i-Tree uygulaması kullanılarak çalışma alanı için elde edilmiş olan düzenleyici ekosistem hizmetlerine ilişkin olarak taç örtüsü aracılığıyla bir yıl içinde atmosferden uzaklaştırılan kirleticiler ile karbon yakalama ve depolama miktarları Çizelge 2’de verilmiştir. Genel bir değerlendirme ile taç örtüsünün bir yıl içinde çalışma alanındaki havadan toplam 2,851.98 kg kirleticiler gaz ve partikül uzaklaştırdığı bulunmuştur. Bunlar içinde, yıllık olarak taç örtüsü tarafından yakalanan karbon miktarı 101.56 ton, taç örtüsünün depoladığı toplam karbon miktarı ise 2,550.49 ton olarak tahmin edilmiştir.

Genellikle araç trafiği, egzoz gazları ve ısınma amacıyla kullanılan fosil yakıtlar ile ilişkili olarak kentsel alanlarda kırsal alanlara göre daha yüksek konsantrasyonlarda bulunan karbonmonoksit (CO) ve azot dioksit (NO₂) gazlarının havadan uzaklaştırılan miktarları sırasıyla 33.54 kg ve 182.90 kg olarak tespit edilmiştir. Uzun dalga boylu radyasyonun atmosferde kalması ile küresel iklim değişikliğinde de önemli bir payı olan sera gazlarından ozon (O₃)’nun havadan uzaklaştırılan miktarının ise 1,821.60 kg olduğu bulunmuştur. Çoğunlukla fosil yakıt kullanımı ve endüstriyel kaynaklar sebebiyle kentsel alanlarda yoğun olarak rastlanılan hava kirleticiler gazlardan kükürt dioksit (SO₂)’in taç örtüsü yoluyla havadan uzaklaştırılma miktarı 610.17 kg olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanında bitki örtüsü tarafından atmosferden bir yılda uzaklaştırılan parçacık madde miktarı ise sırasıyla 115.26 kg PM_{2.5} ve 88.51kg PM₁₀ olarak hesaplanmıştır.

Literatür incelendiğinde birçok çalışmada kentsel alanlarda karbon salınımının azaltılması, karbon yakalama ve depolama kapsamında kent ağaçları, boylu çalılar ve kent ormanlarının rolünün vurgulandığını görmekteyiz (Goodale ve ark., 2002). Buna ek olarak başta boylu bitkiler olmak üzere, bitki varlığının kent ısısının yaz aylarında düşürülmesi, kış aylarında arttırılması, kent termal konforunun sağlanması, böylece ısıtma ve soğutmada kullanılan fosil yakıt miktarının azaltılması gibi kent iklimine

olumlu katkıları yaptığı da bilinmektedir (Tomlinson ve ark., 2011; Kesgin Atak, 2020). Ayrıca, bitki varlığı fiziksel ve psikolojik açıdan da kent halkı sağlığını olumlu yönde etkilemektedir (Frumkin ve McMichael, 2008). Bu kapsamda da kentlerde özellikle ağaç ve boylu çalı örtüsüne sahip olan açık-yeşil alanların varlığı büyük önem taşımaktadır (Tuğluer ve Gül, 2018). Bu çalışmada gerçekleştirilen analizler sonucunda, başta yol ağaçları, küçük yamalar halinde binalar arasında kalmış olan ağaçlar ve açık-yeşil alanlarda yer alan ağaç ve boylu çalı türlerinin çalışma alanında hava kalitesinin iyileştirilmesine büyük katkı sağladığı görülmektedir. Her ne kadar kent ormanı niteliğinde büyük yeşil alanlara sahip olunmasa da, her bir ağacın ve boylu çalının gerek kirleticiler gazların havadan uzaklaştırılması, gerekse havadaki partiküllerin tutulması ve havadan uzaklaştırılmasındaki katkısı yadsınamaz durumdadır.

Kentsel çevre bileşenlerinin boyutları ve yoğunluklarının sınıflandırılması, bu alanlardaki ekosistem dinamiklerinin ve sağladıkları hizmetlerin anlaşılması açısından önemlidir. Bu çalışmada, seçilen örnek alanın %14.22’sini kaplayan taç örtüsünden sağlanan ve hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik düzenleyici ekosistem hizmetlerinin yıllık olarak ekonomik değeri yaklaşık 4 milyon TL olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Bu katkı içinde en büyük oranın taç örtüsünün yıllık olarak yakaladığı ve toplam depoladığı karbona bağlı olarak elde edilebildiği görülmektedir. Farklı alanlarda yürütülen pek çok çalışmada taç örtüsünün hava kalitesinin iyileştirilmesi yönünden sağladığı ekonomik katkılar değerlendirilmiştir. Örneğin, Çakmak ve Can (2020) Ankara kenti Mamak ilçesinde aktif ve pasif rekreasyon alanlarında yer alan taç örtüsünün sağladığı ekonomik değeri yaklaşık olarak 10 milyon TL (yaklaşık 1,5 milyon \$), Coşkun Hepcan ve Hepcan (2017) ise Ege Üniversitesi lojmanlar yerleşkesinde sağlanan ekonomik değeri yaklaşık 830,110 TL (112,000 \$) olarak hesaplamışlardır. Yurt dışında gerçekleştirilen benzer çalışmalarda da çalışma alanının büyüklüğüne ve içerdiği ağaç ile boylu taç örtüsüne bağlı olarak düzenleyici ekosistem hizmetleri için yüksek oranlı

Çizelge 2. i-Tree canopy uygulaması ile elde edilen taç örtüsünün sağladığı yarar tahminleri

Atmosferden uzaklaştırılan kirleticiler	Miktar	±SH	Değer (TL)	±SH
Karbon monoksit - CO (yıllık)	33.54 kg	1.02	24	1
Nitrojen dioksit - NO ₂ (yıllık)	182.90 kg	5.57	41	1
Ozon - O ₃ (yıllık)	1,821.60 kg	55.50	2,112	64
Partikül madde - PM _{2.5} (yıllık)	115.26 kg	3.51	7	0
Kükürt dioksit - SO ₂ (yıllık)	610.17 kg	18.59	1,533	47
Partikül madde - PM ₁₀ (yıllık)	88.51kg	2.70	4,366	133
Odunsu bitkilerin yakaladığı karbon dioksit - CO ₂ seq (yıllık)	101.56 ton	3.09	142,979	4,357
Odunsu bitkilerin depoladığı karbon dioksit - CO ₂ stor	2,550.49 ton	77.71	3,590,729	109,409

Yıllık ekonomik değer girdisi olduğu tespit edilmiştir. Buna örnek olarak İspanya Barcelona kentinde açık-yeşil alanlardan sağlanan 1,245,900 \$ (Chaparro ve Terradas, 2009), Amerika Birleşik Devletleri Chicago kentinde açık-yeşil alanlardan 137 milyon \$ (Nowak ve ark., 2013) olarak hesaplanmıştır. Tüm bu ekonomik değer ve katkılar dikkate alındığında, kentsel alanlarda ağaçlar, boylu çalılar ve oluşturdukları taç örtüsünün çalışma alanında yer alan arazi örtüsü özelliklerine bağlı olarak, sağladıkları tüm ekosistem hizmetleri içinde sadece hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik olarak dahi kent ekonomisine büyük bir katkı sağladığını göstermektedir.

Aydın ili ve Efeler ilçesinde park ve bahçeler, yol ağaçları ve yapı arası gibi açık-yeşil alanlarda yaygın olarak görülen bazı bitki türleri; *Cedrus libani* (Lübnan sediri), *Celtis Australis* (Çitlembik ağacı), *Cercis siliquastrum* (Erguvan), *Citrus aurantium* (Turunç), *Citrus limon* (Limon), *Grevillea robusta* (İpeksi meşe), *Laurus nobilis* (Defne), *Magnolia grandiflora* (Manolya), *Morus nigra* (Karadut), *Myrtus communis* (Mersin), *Olea europaea* (Zeytin), *Pinus pinea* (Fistik çamı), *Pinus brutia* (Kızılçam), *Platanus orientalis* (Çınar), *Populus tremula* (Titrek kavak), *Salix alba* (Ak söğüt), *Tamarix parviflora* (Deli ılgın), *Tilia tomentosa* (Ihlamur), *Trachycarpus fortunei* (Çin palmyesi) ve *Washingtonia robusta* (Meksika yelpaze palmyesi)'nden oluşmaktadır (Aşıcı, 2013). Özellikle karbon hesaplamalarında farklı ağaç türlerinin gövde, dal, ibre ve kabuk gibi değişik bileşenlerinde tutulan / depolanan karbon miktarları hesaplanarak, tür bazlı değerlendirmeler yapılabilmektedir (Durkaya ve Durkaya, 2018). Ancak i-Tree aracı ile tüm ağaç ve boylu çalılara ait taç örtüsü dikkate alınmakta, tür ayrımı yapılmaksızın hava kalitesi ve bunun sağladığı ekonomik değere ilişkin istatistiki tahminlerde bulunulmaktadır (Hilde ve Paterson, 2014). Bu durum her ne kadar ekosistem hizmetleri ve ekonomik getirilerine ilişkin gerçek değerlerin saptanmasında bir eksiklik olarak değerlendirilse dahi, geniş alanlarda uygulanan büyük ölçekli çalışmalar için basit, kısa sürede ve düşük maliyetli değerlendirmelerin yapılması ve bunlara bağlı planlama kararlarının alınmasında i-Tree ve benzeri uygulamalar büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada kullanılan i-Tree uygulaması ile ilgili bir diğer eleştiri ise uygulamada altlık veri olarak kullanılan iklim, hava kirliliği, bitki örtüsü gibi bilgilerin Amerika Birleşik Devletleri'ne göre hesaplanarak istatistiki bakımdan standart hale getirilmiş olmasıdır (Tuğluer ve Gül, 2018; Çakmak ve Can, 2020). Buna karşın, günümüzde bu aracın Avustralya, Kanada, İngiltere, İsviçre ve ülkemiz gibi pek çok ülkede uygulanmaya başladığını görmekteyiz. Ancak, bu aracın kullanım ve erişim kolaylığı, hızlı sonuç alınabilmesi ve hava kalitesi bakımından düzenleyici ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesinde oldukça doğru sonuçlar sunabilmesi bakımından değerlendirildiğinde, aracın ülkemizde de yaygın kullanımı ile birlikte ülkemize ve çalışma alanlarına özgü katsayıların geliştirilmesi ve daha yüksek doğruluk ve hassasiyete sahip sonuçların elde edilebilmesine olanak sağlanacağı düşünülmektedir (Çakmak ve Can, 2020).

SONUÇ

Kentsel alanlarda yaşanan nüfus artışı kent dokusunda ve alan kullanım / arazi örtüsü karakterinde önemli değişimlere sebep olmakta, bu durum da kent ekosistemi, kent halkı ve diğer canlılar üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Zamansal ve mekansal ölçekte dinamik bir yapıya sahip olan kent ekosistemlerinde yaşanan çeşitli sorunlar arasında geçirimsiz yüzeylerin artışı ve bitki varlığının azalması, kentsel ısı adası oluşumu, karbon miktarının artışı, atmosfere salınan gaz ve partikül kirliliğinde artış yaşanması, iklim değişimi ve insanlar ile diğer canlıların sağlığının etkilenmesi sayılabilir (Hutyra ve ark., 2011; Ersoy, 2019). Kentlerde bitki örtüsü varlığı, tüm bu sorunların oluşturduğu etkilerin azaltılması ve/veya giderilmesi ile farklı ekosistem hizmetlerinin kentsel alanlarda sağlanabilmesine büyük katkı sağlamaktadır (Nowak ve ark., 2013).

Ekosistem hizmetleri yaklaşımı, peyzaj planlama ve yönetimi açısından kapsamlı bir çerçeve oluşturarak, kentsel alanlarda politika üretme ve karar alma süreçlerinde önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Peña ve ark., 2015; Tonyaloğlu, 2020). Bu kapsamda, sık yapılaşma ve yüksek nüfus yoğunluğuna sahip olan Aydın ili, Efeler ilçesinin 6 merkez mahallesinde Birleşik Devletler Tarım Departmanı Orman Servisi'nin geliştirmiş olduğu i-Tree uygulaması kullanılarak, mevcut ağaç ve boylu çalı bitki örtüsünün düzenleyici ekosistem hizmetlerinden hava kalitesi, karbon yakalama ve karbon depolama bakımından katkıları değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, yoğun yapılaşma ve kentleşme sorunu ile karşı karşıya olan 6 mahallede yaygın olan arazi örtüsü tipleri geçirimsiz yapı yüzeyleri ve yollardan oluşa da, mevcut taç örtüsünün hava kalitesinin iyileştirilmesine ve kent ekonomisine önemli katkılar sağladığı bulunmuştur. Çalışma alanında toplam çalışma alanının sadece %14.22'sini kaplayan mevcut taç örtüsünün bir yıl içinde havadan toplam 2,851.98 kg kirlenici gaz ve partikül uzaklaştırdığı ve hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik düzenleyici ekosistem hizmetlerinin yıllık olarak ekonomik değerinin ise yaklaşık 3,741,791 TL olduğu tahmin edilmiştir. Çalışma alanının büyük bölümü yapısal alanlardan oluşmaktadır ve genel anlamda ağaç / boylu çalı taç örtüsü yoğun ve geniş alanlarda yayılım göstermemektedir. Ancak, bitki örtüsü her ne kadar kent ormanı niteliği taşımayıp parçalı / dağınık bir yapıya sahip olsa dahi, her bir ağacın ve boylu çalının gerek kirlenici gazların havadan uzaklaştırılması, gerekse havadaki partiküllerin tutulması ve havadan uzaklaştırılmasındaki katkısı yadsınamaz durumdadır. Son olarak, gelecek yıllarda çalışma alanı olarak seçilen bölgede açık-yeşil alan miktarının ve kalitesinin artırılması, ağaç ve boylu çalılarının korunması ve çeşitliliğinin artırılması, bu alanlardan sağlanan ekosistem hizmetlerinin de artacağı ve bu bölgede yaşayan insanların bütçeleri ile kent ekonomisine (özellikle ısınma ve soğutma amacıyla kullanılan elektrik ve fosil yakıt ile hava kalitesinin artırılmasına yönelik önlemler kapsamında) katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, ekosistem hizmetlerini temel alan çalışmaların, ülkemizin diğer kentlerinde ve kırsal alanlarında yaygınlaştırılmasına, uluslararası standartları ve değerleri baz alan uygulamaların

ülkemiz için de uyumlaştırılmasına katkı sağlayacak ve yerel / bölgesel ölçeklerde bu çalışmaların uygulanıp, sonuçlarının planlama ve yönetim süreçlerine entegre edilmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Aşıcı O (2013) Aydın'ın şehir florası, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Atak BK, Erdogan N, Ersoy E, Nurlu E (2014) Analysing the Spatial Urban Growth Pattern by Using Logistic Regression in Didim District. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 15(4): 1866-1876.
- Blackman R, Yuan F (2020) Detecting Long-term Urban Forest Cover Change and Impacts of Natural Disasters Using High-resolution Aerial Images and LIDAR Data. *Remote Sensing* 12(11): 1820.
- Burkhard B, Maes J (2017) Mapping Ecosystem Services. *Advanced Books. Pensoft Publishers, Sofia* (2017): 374s.
- Chaparro L, Terradas J (2009) Ecological Services of Urban Forest in Barcelona. *Institut Municipal de Parcs i Jardins Ajuntament de Barcelona, Àrea de Medi Ambient.*
- Coşkun Hepcan Ç, Hepcan Ş (2017) Ege Üniversitesi Lojmanlar Yerleşkesinin Hava Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Düzenleyici Ekosistem Servislerinin Hesaplanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1): 113-120.
- Cui YY, de Foy B (2012) Seasonal Variations of the Urban Heat Island at the Surface and the Near Surface and Reductions Due to Urban Vegetation in Mexico City. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 51(5): 855-868.
- Çakmak MH, Can M (2020) Mamak İlçesinin (Ankara) Hava Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Düzenleyici Ekosistem Hizmetlerinin Hesaplanması. *Bilge International Journal of Science and Technology Research* 4(2): 141-149.
- Durkaya B, Durkaya A (2018) Orman Biokütlesinin Atmosfere Katkısı. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi* 6(1): 56-63.
- Ersoy E (2019) Landscape Pattern and Urban Cooling Islands. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(3): 1943-1951.
- Frumkin H, McMichael AJ (2008) Climate Change and Public Health: Thinking, Communicating, Acting. *American Journal of Preventive Medicine* 35(5): 403-410.
- Goodale CL, Apps MJ, Birdsey RA, Field CB, Heath LS, Houghton RA, Jenkins JC, Kohlmaier GH, Kurz W, Liu S, Nabuurs GJ (2002) Forest Carbon Sinks in the Northern Hemisphere. *Ecological Applications* 12(3): pp.891-899.
- Hilde T, Paterson R (2014) Integrating Ecosystem Services Analysis into Scenario Planning Practice: Accounting for Street Tree Benefits with i-Tree Valuation in Central Texas. *Journal of Environmental Management* 146: 524-534.
- Hutyra LR, Yoon B, Hepinstall-Cymerman J, Alberti M (2011) Carbon Consequences of Land Cover Change and Expansion of Urban Lands: A Case Study in the Seattle Metropolitan Region. *Landscape and Urban Planning* 103(1): 83-93.
- Hwang WH, Wiseman PE (2020) Geospatial Methods for Tree Canopy Assessment: A Case Study of an Urbanized College Campus. *Arboriculture and Urban Forestry* 46(1): 51-65.
- Kesgin Atak B, Tonyaloğlu Ersoy E (2020) Monitoring the Spatiotemporal Changes in Regional Ecosystem Health: a Case Study in Izmir, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment* 192: 1-14.
- Kesgin Atak, B (2020) Analysing the Relationships Between Land Use/Land Cover and Urban Land Surface Temperature Using Regression Tree In İzmir. *International Journal of Geography and Geography Education* 41: 280-291.
- Kesgin B, Nurlu E (2009) Land Cover Changes on the Coastal Zone of Candarli Bay, Turkey Using Remotely Sensed Data. *Environmental Monitoring and Assessment* 157(1-4): 89-96.
- Marcus C (2015) Tree Canopy Assessment City of Atlantic Beach Florida, Legacy Arborist Services Tallahassee, FL, p8.
- MEA (2005) Ecosystems and Human Well-Being - Biodiversity Synthesis, Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington DC.
- Myeong S, Nowak DJ, Duggin MJ (2006) A Temporal Analysis of Urban Forest Carbon Storage Using Remote Sensing. *Remote Sensing of Environment* 101(2): 277-282.
- Nowak DJ, Hoehn RE, Bodine AR, Crane DE, Dwyer JF, Bonnewell V, Watson G (2013) Urban Trees and Forests of the Chicago Region. *Resour. Bull. NRS-84. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station.* p106.
- Peña L, Casado-Arzuaga I, Onaindia M (2015) Mapping Recreation Supply and Demand Using an Ecological and a Social Evaluation Approach. *Ecosystem Services* 13: 108-118.
- Perez L, Grize L, Infanger D, Künzli N, Sommer H, Alt GM, Schindler C (2015) Associations of Daily Levels of PM10 and NO₂ with Emergency Hospital Admissions and Mortality in Switzerland: Trends and Missed Prevention Potential Over the last Decade. *Environmental Research* 140: 554-561.
- Semerci C (2019) Jeotermal Karşıtı Hareket: Aydın Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Temiz Hava Hakkı Platformu (THHP) (2020) Kara Rapor 2020 Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri., Printworld Matbaa San.ve Tic. A.Ş, İstanbul.
- Tomlinson CJ, Chapman L, Thornes JE, Baker CJ (2011) Including the Urban Heat Island in Spatial Heat Health Risk Assessment Strategies: a Case Study for

- Birmingham, UK. International Journal of Health Geographics 10(1): 42.
- Tonyaloğlu Ersoy, E (2020) Spatiotemporal Dynamics of Urban Ecosystem Services in Turkey: The Case of Bornova, Izmir. Urban Forestry and Urban Greening 49: 126631.
- Tuğluer M, Gul A (2018) Kent Ağağlarının evresel Etkileri ve Değerinin Belirlenmesinde UFORE Modelinin Kullanımı ve Isparta rneğinde İrdelenmesi. Turkish Journal of Forestry 19(3): 293- 307.
- Turalioğlu FS (2011) Bitkilere Zararlı Olan Ozon, Azot Dioksit ve Kükürt Dioksit'in Erzurum Atmosferindeki Değişimleri. GO Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1): 73-77.
- TONYALIOĞLU ERSOY E, KESGİN ATAK B, YİĞİT M**
- Tursun N, remiş İ, Bozdoğan O, Doğan MN (2018) Sıcaklık ve CO₂ Artışlarına Bazı nemli Yabancı Otların Verdikleri Tepkilerin Araştırılması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 34(3).
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2021) Nüfus ve Demografi, Veri tabanları Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> (Erişim Tarihi: 05/01/2021).
- USDA (2021) United States Department of Agriculture Forest Service, i-Tree Tools, i-Tree Canopy, <https://canopy.itreetools.org/> (Erişim Tarihi: 05/01/2021).

Response to Early Treatment of Chlormequat Chloride in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)Volkan Mehmet ÇINAR¹, Aydın ÜNAY²¹Aydın Adnan Menderes University, Institute of Natural and Applied Sciences, Aydın, Turkey²Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Aydın, Turkey

Abstract: Plant growth regulators such as mepiquat chloride (MC) and chlormequat chloride (CCC) are used to establish the balance between the vegetative and generative growth in cotton. This study was conducted to compare the different doses and application time of CCC with MC and un-treatment (control). The seven treatments including control (non-treatment), T1 (three sprays of chlormequat chloride), T2 (two sprays of mepiquat chloride), T3 (0.4 L ha⁻¹ CCC), T4 (0.5 L ha⁻¹ CCC), T5 (0.6 L ha⁻¹ CCC) and T6 (0.7 L ha⁻¹ CCC) were laid out in Randomized Complete Block Design with four replications. The differences among treatments were found to be significant for seed cotton yield (SCY), the number of bolls per plant (N/B), boll weight (BW), plant height (PH), earliness, ginning out-turn (GOT), fiber fineness (FF), specific seed weight (SWT/S), the number seeds per boll (S/B), single seed volume (V/S) and lint yield per boll (LY/B). Finally, a single application of CCC @ 0.7 L ha⁻¹ at the stage of DAS 90-110 days recorded optimum yield, earliness and fiber characteristics. The effects of early CCC on seed were more important than fiber characteristics.

Keywords: plant growth regulator, lint quality, within-boll, mepiquat chloride, yield

Pamuçun (*Gossypium hirsutum* L.) Erken Uygulanan Chlormequat Chloride'e Tepkisi

Öz: Pamukta mepiquat chloride (MC) ve chlormequat chloride (CCC) gibi bitki büyüme düzenleyicileri vejetatif ve generative büyüme arasındaki dengeyi oluşturmak için kullanılmaktadır. Bu çalışmada chlormequat chloride (CCC)'in farklı uygulama zamanları ve dozlarının mepiquat chloride (MC) ve kontrol ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. T1 (CCC'nin 3 uygulaması), T2 (MC'nin 2 uygulaması), T3 (40 ml da⁻¹ CCC), T4 (50 ml da⁻¹ CCC), T5 (60 ml da⁻¹ CCC), T6 (70 ml da⁻¹ CCC) ve kontrol ile birlikte 7 uygulama 4 tekerrürlü Tesadüf Blokları Deneme Deseninde karşılaştırılmıştır. Kütlü pamuk verimi, bitkide koza sayısı, koza ağırlığı, bitki boyu, erkencilik, çırçır randımanı, lif inceliği, tohum özgül ağırlığı, kozada tohum sayısı, tohum hacmi ve koza lif verimi yönünden uygulamalar arası farklılıklar önemli bulunmuştur. Sonuçta, ekimden sonraki 90. ve 110. günler arasında CCC'nin 70 ml da⁻¹ dozunun verim, erkencilik ve lif kalite özellikleri yönünden en üstün değerler taşıdığı saptanmıştır. Erken dönemde uygulanan CCC uygulamasının verimin lif bileşenlerinden daha çok tohum bileşenlerini etkilediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: bitki büyüme düzenleyicisi, lif kalite özellikleri, koza içi verim bileşenleri, mepiquat chloride, verim

INTRODUCTION

Overgrowth in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) is a common situation, resulting in tall, more leafy plants, which blocks the solar radiation to the lower parts of the plant, with adversely effects on seed cotton yield and harvest machine performance (Lamas, 2001). Moreover, the balance between biomass production and harvest index negatively affected especially in excessive irrigation and nitrogen fertilizer use (Mondino et al., 1999). Plant growth regulators (PGR) are applied to eliminate negative effects and manipulate cotton plant architecture (Echer and Rosolem, 2012) and improve lint yield and fiber quality (Zhao and Oosterhuis, 2000).

The plant growth regulators such as mepiquat chloride (MC) and chlormequat chloride (CCC) extensively used to control the overgrowth of the plant in cotton production areas of Turkey. Mepiquat chloride defined as a synthetic inhibitor into endogenous hormone, whereas chlormequat chloride chemically acts as a gibberellin inhibitor. The important difference between the two plant growth hormones is chlormequat chloride irreversible, whereas plants can grow normally with heavy irrigation, gibberellin

application or increasing fertility after overuse of Mepiquat chloride (Chia, 2018).

The short, more compact and open canopy plants and a higher ratio of reproductive to the vegetative dry matter could be provided by the application of PGR (Reddy et al., 1990; Sawan, 2017). Many studies have focused on the differences in application time and doses of PGR to best control vegetative growth and increase seed cotton yield in cotton. Zur et al. (1972) and Karthikeyan and Jayakumar (2001) revealed that seed cotton yield was increased due to the spraying of chlormequat chloride at lower concentrations sprayed during the flowering stage. Similarly, the higher seed cotton yield was recorded in spraying of chlormequat twice compared to control and de-topping by Keith (2000), Joseph and Johnson (2006) and Shekar et al. (2013). The increased boll number and boll weight on account of more number of sympodia the boll bearing branches of the cotton plant and the reduced boll shedding per cent in chlormequat chloride sprayed at lower

* Corresponding Author: aunay@adu.edu.tr

The submitted date: 04 Şubat 2021

The accepted date: 23 Mayıs 2021

concentrations were finally reflected in the productivity of seed cotton. A considerable number of studies comparing mepiquat chloride (MC) and chlormequat chloride (CCC) have been widely reported in cotton, but little study has been carried out with lower and multiple doses of chlormequat chloride at the early growth stage. This study was arranged to evaluate the effects of MC and CCC on cotton yield, within-boll yield components and fiber quality characters to fill inadequate information and confirm the applicability of earlier researches.

MATERIAL AND METHODS

The field study was conducted at farmer condition in Germencik/Aydın (37.87 N, 27.60 E) during 2019. The field soil was sandy-loam having strongly alkaline (8.42), very low organic matter (0.73%), low potassium, moderate phosphorus and sodium, higher calcium and boron. Average air temperature (°C) and total precipitation (mm) from May to October during 2019 and the long-term were presented in Table 1. The months with the higher average temperature for 2019 were August and July, respectively. Besides, July and August had minimum monthly precipitation. Maximum temperature values of June, July and August during the cotton growing season in the experimental year were above 40 °C. Also, it was seen that the minimum temperature of August, September and October tend to increase against optimum temperature requirements for cotton. Seedbed preparation was operated with conventional tillage, plough and harrow in early spring. Weeds were controlled by both pre-emergence and post-emergence herbicides. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replications and seven treatments including control (non-treatment), T1 (three sprays of Chlormequat chloride), T2 (two sprays of mepiquat chloride), T3, T4, T5 and T6 (different doses of chlormequat chloride). Each sub-subplot has a 25 m length, 8 rows and 140 m². Sowing was done on April 27 at 150 thousand plants ha⁻¹ (0.7 m x 0.08 m) using Gloria cotton cultivar (*Gossypium hirsutum* L.). For all parcels, the recommended fertilizer rate of 180:60:60 of NPK was applied using a compound fertilizer (NPK 15:15:15) before sowing as basal application and urea (46% N) to supply the remaining dose of nitrogen before the first irrigation. Chlormequat chloride

(CCC) for T1 treatments applied at 30% squaring stage (0.1 L ha⁻¹), beginning of flowering stage (0.2 L ha⁻¹) and 90-110 days after sowing (0.5 L ha⁻¹). Other CCC treatments (T3, T4, T5 and T6) were four concentrations (0.4, 0.5, 0.6 and 0.7 L ha⁻¹) of CCC with single spray at 90-100 days after sowing.

Mepiquat chloride (MC) with two sprays (T2) was applied during the flowering stage (0.9 L ha⁻¹) and 3-4 weeks after this stage (0.6 L ha⁻¹) as recommended. CCC and MC treatments were applied with a portable hand-held field plot sprayer at 250 kPa pressure using a water carrier volume of 400 L ha⁻¹. The crop was irrigated four times. The spider mite, empoasca, aphid and whitefly (3 times) and bollworm (1 time) were controlled by insecticides. Before harvest, the harvest aid chemicals, boll openers (ethephon + cyclanilide) and defoliant (Thidiazuron + Diuron) were applied. Seed cotton yield (kg ha⁻¹) was recorded from the central four rows of each plot (70 m²) leaving the outside rows as borders. Fifteen successive and uniform plants of each replicate were tagged and plant height (cm) and boll number per plant were recorded. The boll weight, ginning out-turn and fiber characteristics (fiber fineness, fiber length and fiber strength) were observed in fifteen randomly selected bolls. Earliness was determined according to the ratio of the opened bolls to the total number of bolls in the other parcel when all bolls of the T2 treatment parcel opened.

Within-boll yield components were calculated by the ontogenetic yield model of Worley et al. (1976). The seeds obtained by ginning from boll samples were delinted with concentrated sulfuric acid. The seed volume was observed by the volumetric displacement of 100 delinted seeds in 13 mL of ethyl alcohol. The specific seed weight (Wt/V; mg mm⁻³) was determined by single seed weight (mg) / single seed volume (V/S; mm³). Firstly, seed cotton per seed (SC/S) was calculated from boll weight (BW) / seed number per boll (S/B). Lint cotton/seed (LC/S) was SC/S x ginning out-turn (GO) / 100. The number of fibers per seed (F/S) was calculated with the (LC/S)/(FL x FF) equation.

Results were statistically analyzed using TARIST statistical Package Program (Acikgoz et al. 1994) as a randomized complete block design. The differences between the means were compared by the least significant difference (LSD) at the 5% level (Steel et al., 1997).

Table 1. The meteorological data for the cotton growing season during 2019 and long-term

Months	Max. temp. (°C)		Min. temp. (°C)		Ave. temp. (°C)		Precipitation (mm)	
	2019	Long-term	2019	Long-term	2019	Long-term	2019	Long-term
May	37.7	35.3	9.0	9.5	21.6	21.0	11.9	38.5
June	40.4	39.8	14.9	14.2	26.9	26.0	26.9	12.9
July	40.5	41.3	17.4	17.8	28.4	28.6	1.2	3.7
August	41.7	40.5	19.0	17.9	29.3	28.1	0.0	4.0
September	35.9	37.5	13.9	12.9	24.4	23.9	16.6	13.4
October	35.1	32.6	11.5	7.5	21.4	18.8	29.4	40.3

RESULTS AND DISCUSSIONS

The results of the variance analysis of yield and yield components and fiber quality characters presented in Table 2 and 3, respectively. The differences among treatments were significant for seed cotton yield (SCY), the number of bolls per plant (N/B), boll weight (BW), plant height (PH), earliness, ginning out-turn (GOT) and fiber fineness (FF). Similarly, Shekar et al. (2013) revealed that the differences among control, de-trapping, single and two sprays of CCC for NB and SCY were significant but the effects of CCC on FL, FF and FS were found as non-significant.

Karthikeyan and Jayakumar (2001) had also shown that early spraying of CCC produced an insignificant effect on yield due to low bolls per plant but intermediate spraying (beginning of flowering) was found to yield better. Sawan (2017) emphasized that ginning out-turn, earliness and fiber characteristics were not affected by CCC and daminozide. When the results of our study and the results of previous studies were evaluated together, it was clearly seen that the effect of CCC is not stable.

The mean data and statistically groups of SCY, NB, BW, PH and earliness were given in Table 4. The control together with T6 and T1 were in the same statistically group and these applications recorded the highest seed cotton yield, respectively. Compared to two and three-piece applications as the T1 and T2, respectively, the yield performance of T6 appears superior and economic. When two important efficiency components such as NB and BW were examined, T1 with statistically the lowest NB and the highest BW was remarkable. A similar situation was also valid for plant height and earliness.

As a result of the multiply applications of CCC (T1), the shortest and very early natured plant were formed. Wang

et al. (1985), More et al. (1993), Mahmoud et al. (1994) and Sawan (2017) found that the recommended doses and flowering or post-flowering applications of CCC reduced plant height. Also, CCC enhanced earliness in cotton (Pipolo et al., 1993). Although the SCY, NB, BW and PH of the control parcel were highest, earliness was the lowest. It can be said that all applications, whether in multiple and single, had better earliness than control. In terms of all the characteristics studied in Table 4, the T6 stands out with its high performance. GOT values changed from 40.22% (T1) to 43.99% (control) in our study. This situation showed the negative effect plant growth inhibitors such as MC and CCC on ginning out-turn. Especially when the data regarding T1 applications were evaluated, it was seen that while GOT decreases, fibers become coarse (5.24 mic). The FL was between 29.56 mm (T6) and 31.39 mm (T1), while FS values varied from 33.63 (T6) to 35.45 (control). SCI is a function of FF, FL and FS, the coarse fibers of T1 caused the SCI to be high for this application. Although it is not statistically significant, it can be said that inhibiting plant growth very early with T1 application may positively affect FL and FS, and this is reflected in SCI (Table 5). The fact that plant growth inhibitors such as MC and CCC decrease the ginning out-turn led us to examine the within-boll yield. The differences among the treatments were found to be significant for SWt/S, S/B, V/S and LY/B (Table 6). As expected, seed weight/seed (SWt/S) and volume/seed (V/S) of T1 was superior to control and other treatments (Table 7), whereas S/B was significantly decreased by T1. When SWt/S and V/S were considered together, it was seen that all treatments except T1 had similar effects.

Table 2. Rapeseed yields by sowing dates, cultivars and seeding rates in 2014/15 and 2015/16 seasons

SOV	df	SCY	NB	BW	PH	Earliness
Replication	3	1601.33	0.42	0.17	51.42	1.29
Treatment	6	12023.39**	11.96**	0.20*	400.59**	390.98**
Error	18	531.95	0.49	0.07	26.80	8.01
Total	27					
CV(%)		5.1	6.84	4.57	5.67	3.21

*, **; significant at 5% and 1% probability level, respectively. SCY; seed cotton yield, NB; the number of bolls per plant, BW; boll weight, PH; plant height

Table 3. Results of variance analysis of ginning out-turn and fiber quality

SOV	df	GOT	SCI	FF	FL	FS
Replication	3	0.06	68.04	0.02	1.39	1.61
Treatment	6	5.19**	47.20	0.09*	1.55	6.36
Error	18	0.24	45.65	0.03	0.69	3.37
Total	27					
CV (%)		1.16	4.43	3.39	2.75	5.27

*, **; significant at 5% and 1% probability level, respectively. GOT; ginning-out turn, SCI; the spinning consistency index, FF; fiber fineness, FL; fiber length, FS; fiber strength

Table 4. Mean of yield, yield components and earliness

Treat.	SCY (kg ha ⁻¹)	NB (number plant ⁻¹)	BW (g)	PH (cm)	Earliness (%)
Control	5056.1 a	11.20 a	5.75 ab	95.30 a	75.00 d
T1	4884.7 ab	6.50 c	5.82 a	68.80 b	100.00 a
T2	4766.1 b	10.10 b	5.34 c	95.50 a	95.30 b
T3	4250.7 c	11.60 a	5.73 ab	95.50 a	86.30 c
T4	4375.7 c	10.75 ab	5.31 c	94.90 a	85.50 c
T5	4746.1 b	10.70 ab	5.39 bc	92.90 a	83.30 c
T6	4947.9 ab	11.08 ab	5.75 ab	96.60 a	98.30 ab
LSD _(0.05)	282.8	1.04	0.38	7.69	4.21

Means followed by the same letter in each column are not significantly different at $P < 0.05$. SCY; seed cotton yield, NB; the number of bolls per plant, BW; boll weight, PH; plant height

Table 5. Mean of ginning out-turn, seed index and fiber characteristics

Treat.	GOT (%)	SCI	FF (mic.)	FL (mm)	FS (g tex ⁻¹)
Control	43.99 a	148.75	5.00 abc	29.80	35.45
T1	40.22 d	152.25	5.24 a	31.39	35.38
T2	42.40 bc	146.75	4.97 bc	30.58	34.45
T3	42.31 c	146.25	4.76 c	30.56	34.00
T4	42.15 c	146.75	4.91 bc	30.04	34.55
T5	43.05 b	142.00	5.03 ab	29.91	34.28
T6	42.54 bc	143.00	4.91 c	29.56	33.63
LSD _(0.05)	0.73	ns	0.26	ns	ns

Means followed by the same letter in each column are not significantly different at $P < 0.05$. GOT; ginning-out turn, SCI; the spinning consistency index, FF; fiber fineness, FL; fiber length, FS; fiber strength

Table 6. Results of variance analysis of within-bolls components

SOV	df	SWt/S	S/B	V/S	Wt/V	LY/B	LY/S	F/S
Block	3	0.00	7.92	0.000	0.006	0.058	0.000	1.229
Application	6	0.00*	9.46*	0.001**	0.004	0.061*	0.000	0.555
Error	18	0.00	3.51	0.000	0.007	0.022	0.000	0.684
General	27							
CV (%)		6.21	6.27	7.37	8.47	6.31	5.16	6.21

*, **; significant at 5% and 1% probability level, respectively. SWt/S; seed weight/seed, S/B; the number seeds per boll, V/S; volume/seed, Wt/V; seed-specific weight, LY/B; lint yield per boll, LY/S; lint yield per seed, F/S; fibers in the seed

Table 7. Mean of within-bolls components

Treat.	SWt/S (mg)	S/B	V/S (mm ³)	Wt/V	LY/B (g)	LY/S (mg)	F/S
Control	98.1 b	31.1 abc	103.4 b	97.0	2.53 a	80.7	13.908
T1	125.6 a	28.0 d	128.2 a	99.3	2.34 abc	85.2	12.928
T2	98.2 b	29.1 bcd	103.7 b	94.8	2.27 bc	80.6	13.038
T3	95.5 b	31.2 ab	100.1 b	97.0	2.42 ab	80.2	13.640
T4	95.6 b	28.0 d	95.6 b	99.3	2.16 c	80.4	13.298
T5	98.3 b	30.2 abcd	95.8 b	102.3	2.32 abc	78.7	12.975
T6	95.7 b	31.7 a	95.0 b	104.0	2.44 ab	78.2	13.500
LSD _(0.05)	9.2	2.4	11.5	ns	0.22	ns	ns

Means followed by the same letter in each column are not significantly different at $P < 0.05$. SWt/S; seed weight/seed, S/B; the number seeds per boll, V/S; volume/seed, Wt/V; seed-specific weight, LY/B; lint yield per boll, LY/S; lint yield per seed, F/S; fibers in the seed

Early sprays as 0.1 and 0.2 L ha⁻¹ at squaring and flowering stage in T1 treatment increased seed size and seed volume, but this increase was not reflected in the seed-specific weight (Wt/V). On the other hand, it was remarkable that the lint yield per seed (LY/S) increased and the number of fibers in the seed (F/S) was the least in T1 application. It can be said that the moderate LY/B values of the T1 application resulted from the fiber coarseness compared to the others.

CONCLUSIONS

Based on the results of the present study, the application of CCC @ 0.7 L ha⁻¹ (T6) performed optimum yield, yield components and fiber characteristics. Hence, 0.7 L ha⁻¹ dose with a single spray of CCC between 90. and 110. days after sowing could be recommended to be a suitable plant growth inhibitor for the cotton growing. Besides, the early application of CCC such as 0.1 L ha⁻¹ at the stage of square initiation increases seed size and volume rather than fiber properties.

REFERENCES

- Açıkgoz N, Akkaş ME, Moghaddam AF, Özcan K (1994) A Database Based Turkish Statistical Analyses Programme For PC: TARIST. In Field Crop Congress, 25-29 April Plant Breeding Section, İzmir, 2: 264 - 267.
- Chia L (2018) What Are The Differences between Mepiquat Chloride and Chlormequat Chloride. Plant Hormones. <https://www.plantgrowthhormones.com/info/>. Date of access: 24.11.2020
- Echer FR, Rosolem CA (2012) Plant Growth Regulator Losses in Cotton as Affected by Adjuvants and Rain. *Ciência Rural* 42(12): 2138 - 2144.
- Joseph TJ, Johnson TP (2006) Effect of Mepiquat Pentaborate on Cotton Cultivars with Different Maturities. *The Journal of Cotton Science* 10: 128 - 135.
- Karthikeyan PK, Jayakumar, R (2001) Nitrogen and Chlormequat Chloride on Cotton Cultivar. In *Plant Nutrition* (pp. 806-807). Springer, Dordrecht.
- Keith LE (2000) Suggestion For Growth Regulator Use. *Crop Science Extension*. <https://content.ces.ncsu.edu/cotton-information/suggestions-for-growth-regulator-use>. Date of access: 24.11.2020
- Lamas FM (2001) Estudo Comparativo Entre Cloreto De Mepiquat E Cloreto De Chlormequat Aplicados No Algodoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36(2): 265 - 272.
- Mahmoud MM, Bondok MA, Abdel Halim MA (1994) The Control of Flowering in Cotton Plants in Relation to Induced Growth Correlations. 1- The Use of Some Growth Regulators and N Levels on Vegetative and Reproductive Growth. *Annals of Agricultural Science* 39: 1 - 19.
- Mondino MH, Peterlin O, Garay F (1999) Optimization of Yield of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) by Means of Management of Growth Control with Different Combinations of Densities and Regulation. In *Anais II Congresso Brasileiro de Algodao: O algodao no seculo XX, perspectivas para o seculo XXI* (pp. 100 – 103). Ribeirao Preto, SP, Brasil, 5-10 Setembro, Campina Grande: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaia, Embrapa Algodao.
- More PR, Waykar SK, Choulwar SB (1993) Effect of Cycocel (CCC) on Morphological and Yield Contributing Characters of Cotton. *Journal Maharashtra Agricultural Universities* 18: 294 - 295.
- Pipolo AE, Athayde ML, Pipolo VC, Parducci S (1993) Comparison of Different Rates of Chloro Choline Chloride Applied to Herbaceous Cotton. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 28: 915 - 923.
- Reddy VR, Baker DN, Hodges HF (1990) Temperature and Mepiquat Chloride Effects on Cotton Canopy Architecture. *Agronomy Journal* 82(2): 190 - 195.
- Sawan ZM (2017) Plant Density; Plant Growth Retardants: Its Direct and Residual Effects on Cotton Yield and Fiber Properties. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources* 5(3): 555 - 663.
- Shekar K, Venkataramana M, Devi SS (2013) Effect of Chlormequat Chloride Spray on Bt Cotton Yield with Different Spacings. *Madras Agricultural Journal* 100(4/6): 429 - 431.
- Steel RGD, Torrie JA, Dickey DA (1997) Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach 3rd Edi. Mc Graw Hill Book. INC.
- Wang JX, Chem WH, Yu YL (1985) The Yield Increasing Effect of Growth Regulators on Cotton and Their Application. *China Cottons* 3: 32 - 33.
- Worley Jr S, Ramey Jr HH, Harrell DC, Culp TW (1976) Ontogenetic Model of Cotton Yield. *Crop Science* 16(1): 30 - 34.
- Zhao D, Oosterhuis DM (2000) Pix Plus and Mepiquat Chloride Effects on Physiology, Growth, and Yield of Field-Grown Cotton. *Journal of Plant Growth Regulation* 19(4): 415 – 422.
- Zur M, Marani A, Kara David B (1972) Effect of Growth Retardants CCC and CMH on Cotton. *Cotton Grow Review* 49: 250–257.

Üretici Koşullarında Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Yaprak Döktürücü Uygulamasının Bazı Morfolojik Özellikler Üzerine Etkisi

Rıfki KABAK¹ , Mustafa Ali KAYNAK^{*2} 

¹Burunköy, Söke, Aydın

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Aydın

Öz: Bu çalışma, üretici koşullarında yaprak döktürücü (defoliant) uygulamalarının pamuğun bazı morfolojik özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla, Aydın ili Efeler, Koçarlı, Söke, Didim ve Germencik ilçelerinin köylerinde on üretici tarlasında, 2019 üretim yılında yapılmıştır. Çalışmada Gloria pamuk çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Çalışmada, defoliant uygulama öncesi toplam koza sayısı, açmış koza oranı ve toplam yaprak sayısı ile defoliant uygulama sonrası açmış koza sayısı ve açmış koza oranı, yeşil yaprak sayısı, bitki üzerinde kalan kuru yaprak sayısı, yaprak döküm oranı, pamuk nem içeriği ve çırçır randımanı özellikleri incelenmiştir. Denemede defoliant uygulama sonrası açmış koza oranı, pamuk nem içeriği özellikleri yönünden üretici uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Denemede defoliant uygulama öncesi toplam koza sayısı, defoliant uygulama öncesi ve sonrası açmış koza sayısı, defoliant uygulama öncesi yaprak sayısı, defoliant uygulama sonrası bitki üzerinde asılı kalan yeşil yaprak ve kuru yaprak sayısı, defoliant uygulama sonrası yaprak döküm oranı ve çırçır randımanı, özellikleri yönünden üretici uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, bazı üreticilerin defoliant uygulama işlemini gerektiği gibi yapmadığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Pamuk, yaprak döktürücü, koza, yaprak

The Effect of Grower Defoliant Application on Some Morphological Properties of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

Abstract: This study was carried out in ten grower fields in Aydın, Efeler, Koçarlı, Söke, Didim and Germencik districts in 2019 production year to determine the effect of grower defoliant applications on some morphological properties of cotton. In the study, Gloria cotton variety was used as material. Randomized parcels were conducted according to the trial pattern. In the study, the total number of boll, the number of opened boll and the total number of leaves before the defoliant application; the number of opened bolls after the defoliant application, the rate of opened boll after the defoliant application, the number of green leaves after the defoliant application and the number of dry leaves remaining on the plant, the leaf fall rate, the ginning out-turn, the cotton moisture rate properties were investigated. In the experiment, it has been determined that there is no statistically significant difference between growers' applications in terms of opened boll ratio, cotton moisture rate characteristics after defoliant application. It has been determined that there are statistically significant differences between the applications of the growers in terms of total number of bolls before defoliant application, number of opened bolls before and after defoliant application, number of leaves before defoliant application, number of green leaves and dry leaves remaining on the plant after defoliant application, leaf fall rate after defoliant application, ginning percentage. In the study, it was found that some grower did not perform defoliant application as required.

Keywords: Cotton, defoliant, boll, leaf

GİRİŞ

Pamuk, dünya tarım ve ticaretinde önemli yere sahip bir endüstri bitkisidir. Tekstil endüstrisi yanında, yağ, yem sanayi ve benzeri birçok alanda önemli bir stratejik konuma sahip olan pamuk gerek insanoğlunun değişen gereksinimleri gerekse sanayide görülen hızlı gelişmeye bağlı olarak, üzerinde çalışmalar yapılan ve her açıdan ele alınarak incelenen bir endüstri bitkisi konumundadır. Pamuk bitkisinin zorunlu ve geniş bir kullanım yelpazesi ile üretiminde istihdam ve devlet hazinesine kattığı değer ile ülke ekonomisinde önemli bir yeri bulunmaktadır. Sınırlı sayıdaki ülkenin ekolojisine elverişliliği de pamuğu önemli bir ticaret ürünü konumuna getirmektedir. Dünya nüfusunun artması ve yaşam standartlarının yükselmesi pamuğa rağbeti yükseltmiştir. Türkiye'de pamuk lifi üretimi, tüketim karşılayamamaktadır. Bu yüzden tekstil sektörü

ihtiyacı olan hammadde pamuk lifinin büyük miktarını ithalat ile elde edebilmektedir. Pamuk lifi ithalatında da Dünya'da altıncı ülke konumunda bulunmaktayız (Anonim, 2018). Son yıllarda ülkemizdeki pamuk üretimi artmakta olup, 2018/2019 sezonunda üretimin tüketimi karşılama oranı %60 seviyesine ulaşmıştır. Ülkemizdeki pamuk fiyatlarının artış göstermesi ve destekleme politikaları sayesinde pamuk üretimi son 3 sezondur artmaktadır. Pamuk üretimi 2018/2019 sezonunda en yüksek üretim

***Sorumlu Yazar:** mkaynak@adu.edu.tr Bu çalışma yüksek lisans tez ürünüdür ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: ZRF-19010).

Geliş Tarihi: 12 Şubat 2021

Kabul Tarihi: 06 Nisan 2021

seviyesine ulaşmış, tüketim de son 30 yılın en yüksek seviyesine ulaşmıştır.

Türkiye’de pamuk üretimi Ege, Antalya, Çukurova ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yoğunluk gösterir. 2018 yılında ülkemizde üretilen pamuğun %85’ini karşılayan iller sırasıyla Şanlıurfa (%40), Aydın (%11), Hatay (%10), Diyarbakır (%9.5), Adana (%8) ve İzmir (%6) olmuştur (Anonim, 2018).

Ülkemizde, pamuk hasadında makine kullanımı yaygınlaşmaya başlamasıyla hasada yardımcı kimyasalların kullanımı da artmıştır. Bu kimyasallar yaprak döktürücüler (defoliant), koza açtırıcılar, bitki kurutucular ve büyüme durdurucular olarak farklı şekillerde bulunmaktadır. Bu kimyasallar içerdikleri etken maddeler, uygulama dozları ve uygulama zamanı yönünden farklılık göstermekte ve bununla birlikte iklim koşulları (sıcaklık ve yağış) büyük önem arz etmektedir. Günümüzde bu kimyasalların kullanımında bu faktörler dikkate alınmadan yapıldığından istenen sonuçlar elde edilememekte, hasatta verim ve kalite kayıpları yaşanmakta, hasat edilen ürünün işlenmesi sırasında da birçok problemle karşılaşmaktadır.

Yaprak döktürme uygulaması yağışlı periyota girmeden önce hasadın yapılabilmesi için uygulanmaktadır. Amaç, daha hızlı koza açılmasını teşvik etme ve yaprakların dökülmesini sağlamaktır. Ülkemizde kullanılan defoliantların verimli çalışabilmesi için sıcaklık değerleri 15 °C ve üzeri olması gerekmektedir, düşük sıcaklıklarda uygulanan defoliantların etkisi yavaşlamakta ya da durmaktadır. Yağış beklenen günde defoliant uygulaması yapılmaz, en az bir gün önce yapılmalıdır. Defoliantın yüksek dozda uygulanması yaprakların bitki üzerinde kuruyarak asılı kalmasını ve kütlü pamukta daha fazla yabancı madde (yaprak kalıntısı, çenet, sap parçası vb.) miktarı ile karşılaşılmasını mümkün kılmaktadır. Defoliantın düşük dozlarda kullanılması da yaprakların bitki üzerinde kurumadan, yeşil kalmasına sebep olur ve bu da yabancı madde oranını artırarak, pamukta kaliteyi düşürmektedir. Makineli hasat ile birlikte defoliant uygulamasının da gereklilik olduğu dönemlerde, üreticilerin defoliant kullanım alışkanlıklarını ve uygulama farklılıkları arasında oluşabilecek sonuçların etkisini görmek için deneme Aydın ilinin farklı ilçelerinde kurulmuştur. Çalışma, aynı pamuk çeşidinin farklı üretim uygulamaları, farklı defoliant uygulamaları ve farklı bölgelerde verdiği tepkileri incelemek için yürütülmüştür. Daha önce yapılan defoliant çalışmaları bir deneme alanında yapılırken, bu çalışma doğrudan üretici koşullarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, üretici koşullarında yaprak döktürücü uygulamalarının pamuğun bazı morfolojik özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, *Gossypium hirsutum* L. türüne ait ve bölgemizde en fazla üretilen standart pamuk çeşitlerinden biri olan Gloria pamuk çeşidi bitki materyali olarak kullanılmıştır.

Çalışma, 2019 yılı üretim yılında, Aydın ili, Efeler, Söke, Koçarlı, Germencik ve Didim ilçelerinde bulunan on üretici arazisinde yürütülmüştür. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre tek faktörlü olarak yürütülmüştür. Arazilerde yapılan kültürel işlemler ile birlikte defoliant uygulamasından en fazla 1-2 gün öncesi koza ve yaprak sayımları yapılmış, hasat günü bütün denemelerde tekrar sayım yapılmış ve kütlü pamuk numuneleri alınmış, diğer hasat bilgileri de kayıt altına alınmıştır.

Çalışmada, 1.Üretici, taban gübresi kullanmamıştır. Üst gübrelemede 30 kg/da üre (%46 N) ve 25 kg/da amonyum sülfat (%21 N) kullanmıştır. 2.Üretici, taban gübresi kullanmamıştır. 27 kg/da üre (%46 N), ardından 25 kg/da amonyum sülfat (%21 N) vermiştir. 3.Üretici, taban gübresi olarak 10 kg Diamonyum fosfat (18.46.0) gübresi ile birlikte 15 kg üre (% 46 N) vermiştir. Üst gübrelemede 25 kg üre (%46 N) uygulamıştır. 4.Üretici, taban gübresi kullanmamış, ilk gübrelemede 28 kg/da üre (%46 N), ikinci gübrelemede 27 kg/da amonyum nitrat (%33 N) vermiştir. 5.Üretici, taban gübresi kullanmamış olup çıkıştan sonra 25 kg üre (%46 N) ve 45 kg Amonyum sülfat (%21 N) kullanmıştır. Yaprak gübresi olarak %5 Çinko (Zn) içerikli sıvı gübre 200 g/da kullanmıştır. 6.Üretici, taban gübresi kullanmamış, ilk gübrelemede 30 kg/da Üre (%46 N), ikinci gübrelemede 28 kg Amonyum sülfat (%21 N) kullanmıştır. 7.Üretici, taban gübresi kullanmamış, ilk toprak gübrelemesinde 30 kg/da üre (%46 N), daha sonra yaprak gübresi olarak deniz yosunu, (0.15.13 + ME) içerikli yaprak gübresi kullanmıştır. 8.Üretici, taban gübresi olarak hexaferm organik gübresi (8.21.0) 30 kg/da, ilk gübrelemede 30 kg/da üre (%46 N) ve ikinci gübrelemede amonyum nitrat (%33 N) vermiştir. Ayrıca, 200 g/da yaprak gübresi (10.52.10) de vermiştir. 9.Üretici, taban gübresi olarak kompoze gübre (15.15.15) kullanmıştır. İlk gübrelemede 22 kg/da üre (%46 N), ikinci gübrelemede 25 kg/da Amonyum sülfat (%21 N) vermiştir. Ayrıca, dekara 100 ml atılan bitki besleme ürünü (%22 organik madde, %6 azot, %4 fosfor, %4 potasyum ve mikro elementlerden) de verilmiştir. 10.Üretici, taban gübresi olarak 20-20-0 kompoze gübresini 25 kg/da olarak uygulamıştır. Üst gübrelemede önce 28 kg üre (%46 N) daha sonra 40 kg/da amonyum sülfat (%21 N) uygulamıştır. Ayrıca, yaprak gübresi olarak 150 g/da Potasyum oksit (K₂O): % 42, 400 g/da Bor (B): % 3, Çinko (Zn): %10 içerikli yaprak gübresi ve fülvik asit uygulaması yapmıştır. Çalışmada, üreticilerin uyguladığı defoliant ve koza açtırıcı kimyasallar ise aşağıdaki gibidir.

1. Üretici: 250 ml Sonfinal (480 + 60 g/l Ethepon + Cyclanilide) ile 65 ml Baystar (119.75+59.88 g/l Thidiazuron+Diuron), 2.üretici: 250 ml Sonfinal (480 + 60 g/l Ethepon + Cyclanilide) ile 30 ml Baystar (119.75+59.88 g/l Thidiazuron+Diuron), 3.Üretici: 230 ml Sonfinal (480 + 60 g/l Ethepon + Cyclanilide) ile 45 ml Baystar (119.75+59.88 g/l Thidiazuron+Diuron), 4. Üretici: 240 ml/da Derim Extra (720 g/l Ethepon) ile 60 ml/da Doruk Ultra (120 g/l Thidiazuron + 60 g/l Diuron), 5.Üretici: 250 ml/da Ultio PRO SC765 (720 g/l Ethepon + 45 g/l Cyclanilide) ile 50 ml/da Figura Ultra (120 g/l Thidiazuron + 60 g/l Diuron), 6.Üretici: 220 ml/da Finish Pro (720 g/l Ethepon, 45 g/l Cyclanilide) ile 20 ml/da Finish Dropp Ultra (120 g/l Thidiazuron + 60 g/l Diuron), 7.Üretici: 250 ml/da Son-Final (480 Ethepon + 60 g/L Cyclanilide) + 50 ml/da Baystar (119.75 Thidiazuron + 59.88 g/l Diuron), 8.Üretici: 200 ml/da Finish Pro (720 g/l Ethepon, 45 g/l Cyclanilide) ile 50 ml/da Finish Dropp Ultra (120 g/l Thidiazuron + 60 g/l Diuron), 9.Üretici: 230 ml/da Extralin Pro SC 765 (720 g/l Ethepon + 45 g/l Cyclanilide) ile defoliant olarak 60 ml/da

Fraction Ultra (119.75 g/l Thidiazuron+ 59.88 g/l Diuron), 10.Üretici: 250 ml/da Finish Pro (720 g/l Ethepon, 45 g/l Cyclanilide) ile 60 ml/da Finish Dropp Ultra (120 g/l Thidiazuron + 60 g/l Diuron) kimyasallarını uygulamıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü ilçe/köy ve diğer kültürel uygulamalar Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1’de, üreticilerin kültürel uygulamaları farklı zaman ve sayıda yaptıkları, ekim işleminin 22 Nisan ile 5 Haziran tarihleri arasında gerçekleştirildiği, dekada bitki sayısının 13,698 ile 20,004 adet arasında olduğu, çapalama sayısının 1 ile 3 arasında, sulama sayısının 2 ile 3 arasında, zirai ilaçlama sayısının ise 5 ile 8 arasında değiştiği, defoliant uygulamasının 1 Eylül ile 20 Ekim tarihleri arasında %69 ile %86 arasında değişen koza açımında gerçekleştirildiği, hasat işleminin ise 14 Eylül ile 31 Ekim tarihleri arasında %95 ile %100 arasında değişen koza açımında yapıldığı görülmektedir. Çalışmada, her bir üretici tarlasında, defoliant uygulamasından hemen önce dört farklı alanda ardışık 5’er bitkide tüm yapraklar sayılmıştır. Hasattan önce ise bitkilerde kalan yeşil yapraklar sayılarak

Çizelge 1. Çalışmanın yürütüldüğü ilçe/köy ve diğer kültürel uygulamalar

Üreticiler İlçe/Köy	Ekim Zamanı	Bitki Say./da	Çap. Say.	Sul. Say.	İlaç. Say.	Defoliant Uyg. Zamanı	Hasat Zamanı
1. Üretici Efeler/Kurtuluş	5 Mayıs	15.715	1	3	7	28 Eylül, %74 koza açımı	16 Ekim, %97 koza açımı
2. Üretici Söke/Burunköy	5 Haziran	17.633	3	2	7	20 Ekim, %69 koza açımı	31 Ekim, %97 koza açımı
3. Üretici Söke/Özbaşı	28 Nisan	17.809	1	3	5	28 Eylül, %76 koza açımı	6 Ekim, %95 koza açımı
4. Üretici Koçarlı/Kasaplar	8 Mayıs	20.004	3	3	8	3 Ekim, %69 koza açımı	16 Ekim, %99 koza açımı
5. Üretici Söke/Güllübahçe	15 Mayıs	19.452	2	3	6	5 Ekim %86 koza açımı	19 Ekim, %97 koza açımı
6. Üretici Söke/Akçakaya	6 Mayıs	16.053	3	3	7	1 Eylül, %84 koza açımı	14 Eylül, %99 koza açımı
7. Üretici Didim/Akyeniköy	22 Nisan	14.604	2	3	7	19 Eylül, %76 koza açımı	2 Ekim, %95 koza açımı
8. Üretici Söke/Sarıkemir	2 Mayıs	13.698	1	3	7	20 Eylül, %74 koza açımı	5 Ekim, %97 koza açımı
9. Üretici Söke/Yenicami	27 Nisan	14.909	2	3	6	30 Eylül, %83 koza açımı	12 Ekim, %100 koza açımı
10. Üretici Germencik/Uzunkum	24 Nisan	19.180	2	3	8	3 Ekim, %85 koza açımı	17 Ekim, %97 koza açımı

ve toplam yapraktan çıkarılarak dökülen yaprak sayısı saptanmıştır. Kuruyan fakat dökülmeyip bitki üzerinde asılı kalan yapraklar da kayıt altına alınmıştır. Uygulama zamanının belirlenmesi için % koza açma oranları, yaprak sayımı yapılan 5’er bitkide yapılarak ve uygulamadan hemen önce ve hasattan hemen önce olmak üzere 2 defa koza açma oranı tespit edilmiş olup, bulunan değerler % olarak ifade edilerek, uygulamadan sonraki sayımlar ile makinalı hasada yardımcı kimyasalların koza açımına etkisi belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her bir üretici

tarlasında, hasat sonrası makinenin deposundan dört adet kütlü pamuk örneği alınmıştır. Örnek alımı sırasında kütlü pamuk örneklerinin nem oranları nem ölçer yardımı ile tespit edilmiştir. Hasat sonrası elde edilen kütlü pamuk örnekleri, rollergin tipi çırçır makinasında çırçırlandırılmıştır. Çırçırılama sonrası kütlü pamuk, lif ve çiğit olarak ikiye ayrılmış ve bunların ayrı ayrı tartımı hassas terazide yapılmıştır. Çırçır randımanı da aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır;

$$\text{Çırçır Randımanı} = [\text{Lif Ağırlığı (g)}/\text{Kütlü Ağırlığı(g)}] \times 100$$

Çalışmada, her bir özellik için elde edilen değerler, "TARİST" istatistik analiz hazır paket programı kullanılarak tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur (Açıkgöz ve ark., 1994). Veri ortalamalarının karşılaştırılmasında "LSD (%5) Testi" kullanılmıştır (Steel ve Torrie, 1980).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada, defoliant uygulama öncesi toplam koza sayısı, açmış koza sayısı, açık koza oranı, defoliant uygulama sonrası açık koza sayısı, açık koza oranı özelliklerine ilişkin varyans analizi kareler ortalaması Çizelge 2'de, defoliant uygulama öncesi toplam yaprak sayısı, defoliant uygulama sonrası bitki üzerinde kalan yeşil yaprak sayısı, bitki üzerinde kalan kuru yaprak sayısı, yaprak döküm oranı, çırçır randımanı ve pamuk nem içeriği özelliklerine ilişkin

varyans analizi kareler ortalaması ise Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 2' ve Çizelge 3'de, defoliant uygulama öncesi toplam koza sayısı, açmış koza sayısı, açık koza oranı, defoliant uygulama sonrası açık koza sayısı, defoliant uygulama öncesi toplam yaprak sayısı, defoliant uygulama sonrası bitki üzerinde kalan yeşil yaprak sayısı, bitki üzerinde kalan kuru yaprak sayısı, yaprak döküm oranı ve çırçır randımanı yönünden üretici defoliant uygulamaları arasında önemli farklılıkların olduğu, defoliant uygulama sonrası açık koza oranı ve nem içeriği özellikleri yönünden ise üretici defoliant uygulamaları arasında önemsiz farklılıkların olduğu görülmektedir. Defoliant uygulama öncesi toplam koza sayısı, açmış koza sayısı, açık koza oranı, defoliant uygulama sonrası açık koza sayısı, açık koza oranı özelliklerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 2. Defoliant uygulama öncesi toplam koza sayısı (DÖTKS), açmış koza sayısı (DÖAKS), açık koza oranı (DÖAKO), defoliant uygulama sonrası açık koza sayısı (DSAKS), açık koza oranı (DSAKO) özelliklerine ilişkin varyans analizi kareler ortalaması

VK	SD	DÖTKS	DÖAKS	DÖAKO	DSAKS	DSAKO
Üretici	9	1073.26**	592.08**	179.63*	958.87**	14.09
Hata	30	123.75	119.60	75.55	129.26	13.05
Genel	39	342.86	228.64	99.57	320.71	13.29

*: %5 seviyesinde önemli, **: %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Kaynağı, SD: Serbestlik Derecesi

Çizelge 3. Defoliant uygulama öncesi toplam yaprak sayısı (DÖTYS), defoliant uygulama sonrası bitki üzerinde kalan yeşil yaprak sayısı (DSYYS), bitki üzerinde kalan kuru yaprak sayısı (DSKYS), yaprak döküm oranı (DSYDO), çırçır randımanı (ÇR) ve pamuk nem içeriği (Nem) özelliklerine ilişkin varyans analizi kareler ortalaması

VK	SD	DÖTYS	DSYYS	DSKYS	DSYDO	ÇR	Nem
Üretici	9	11164.13**	681.26*	2859.94**	1028.89**	5.56**	0.10
Hata	30	1511.09	224.74	140.17	109.55	0.49	0.04
Genel	39	3738.71	332.86	767.81	321.71	1.66	0.06

*: %5 seviyesinde önemli, **: %1 seviyesinde önemli, VK: Varyasyon Kaynağı, SD: Serbestlik Derecesi

Çizelge 4. Defoliant uygulama öncesi toplam koza sayısı (DÖTKS), açmış koza sayısı (DÖAKS), açık koza oranı (DÖAKO), defoliant uygulama sonrası açık koza sayısı (DSAKS), açık koza oranı (DSAKO) özelliklerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Üreticiler	DÖTKS (adet/bitki)	DÖAKS (adet/bitki)	DÖAKO (%)	DSAKS (adet/bitki)	DSAKO (%)
1. Üretici	18.60 a*	14.05 a	75.10 ab	18.05 a	96.77
2. Üretici	15.85 ab	10.95 abcd	69.32 b	15.40 ab	97.03
7. Üretici	15.85 ab	12.00 abc	75.83 ab	15.10 abc	95.50
10. Üretici	15.40 ab	13.15 ab	86.24 a	14.95 abc	96.75
8. Üretici	14.15 bc	10.55 bcd	74.45 ab	13.50 bcd	94.50
9. Üretici	12.00 cd	10.00 bcde	83.43 a	11.85 cde	98.50
3. Üretici	11.45 cde	8.75 def	75.92 ab	10.80 def	94.10
5. Üretici	10.80 de	9.35 cdef	86.28 a	10.55 def	97.00
4. Üretici	9.35 de	6.50 f	69.14 b	9.30 ef	99.50
6. Üretici	8.45 e	7.15 ef	85.38 a	8.40 f	99.50
LSD (%5)	3.21	3.16	12.56	3.28	

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında, 0.05 olasılık sınırına göre önemli farklılık yoktur.

Çizelge 4’de, defoliant uygulaması öncesi, toplam koza sayısının en yüksek 1. üreticide 18.60 adet/bitki, en düşük koza sayısının ise 6. üreticide 8.45 adet/bitki olduğu, defoliant uygulama öncesi açık koza sayısı değerinin en yüksek 1. üreticide 14.05 adet/bitki, en düşük 4. üreticide 6.50 adet/bitki olduğu, defoliant uygulama öncesi açmış koza oranının en yüksek 5. üreticide %86.28, en düşük koza açım oranının ise 4. ve 2. üreticide %69.14 olduğu, defoliant uygulama sonrası açık koza sayısının en fazla 18.05 adet/bitki ile 1. üreticide, en az ise 8.40 adet/bitki ile 6. üreticide olduğu, defoliant uygulama sonrası açık koza oranlarında en yüksek değer %99.50 ile 4. ve 6. üreticide, en düşük koza açma oranının ise 3. üreticide %94.10 olduğu görülmektedir. Çalışmada, defoliant uygulama öncesi toplam koza sayısı değerleri ortalama olarak 8.45-18.60 adet/bitki, defoliant sonrası açmış koza sayısı değerleri ise 8.40-18.05 olarak bulunmuştur. Her iki dönemde de üreticiler arasında koza sayısı yönünden önemli farklılıklar vardır.

Genel olarak Aydın ilinde defoliant uygulamasının koza açım oranı %65 seviyesinden sonra yapıldığı söylenebilir. Üreticilerde saptanan defoliant uygulamasındaki koza açım oranı değerleri %69.14 - %86.26 arasında değişim göstermektedir. Uygulama öncesi koza açım oranı yönünden üreticiler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Defoliant uygulama öncesi ve sonrası koza sayısı ve defoliant uygulama öncesi koza açım oranlarında üreticiler arasında farklılıkların; üreticilerin birbirinden bağımsız olarak uygulamış oldukları kültürel işlemlerden, hastalık ve zararlılardan, toprak özelliklerinden, ekim ile hasat tarihleri arasındaki değişimlerden ve bitki sıklığından kaynaklanabilmektedir. Defoliant sonrası koza açım oranları arasında da istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir. Koza açım oranları üreticiler arasında %99.50 - %94.10 arasında değişim göstermiştir. Aydın ilinde 10 üreticiden; 4’ü Son Final (480 Ethephon + 60 g/l Cyclanilide), 3’ü Finish Pro (720 g/l Ethephon, 45 g/l Cyclanilide), 1’i Derim Extra (720 g/l Ethephon), 1’i Extralin Pro SC765 (720 g/l Ethephon + 45 g/l Cyclanilide), 1’i Ultio Pro (720 g/l Ethephon, 45 g/l Cyclanilide)’yu tercih ettiği kayıt altına alınmıştır. Kimyasalın uygulanması ile hasat arası süresi genel olarak 7-10 gün arasında olan defoliant ve koza açtırıcılar için Aydın ilinde ortalama bekleme süresi 13.1 gün olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada, defoliant sonrası açmış koza sayısı değerleri diğer bir deyişle toplanan koza sayısı 8.40-18.05 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu bulgu; aşağıda verilen daha önce yapılmış birçok çalışma ile benzerlik göstermektedir. Çopur ve ark. (2010), yapmış olduğu çalışmada 15.53 - 20.92 adet/bitki de koza olduğunu, çiçeklenmeden sonraki 90. günde uygulanan defoliant ile daha fazla koza sayısına ulaşıldığını belirtmiştir. Baran ve Kaynak (2015), ikinci ürün

farklı pamuk çeşitlerinde toplam koza sayısını ortalama 6.15-11.56 olarak tespit etmiş, ekim zamanı geciktikçe koza sayısının azaldığını belirtmiştir. Karademir ve ark. (2007), koza sayısını 13.33-15.80 olduğunu bildirmiştir.

Kaynak ve ark. (1999), 60cc/da Dropp Ultra uygulamasını 5 farklı koza açım oranında (%40, %50, %60, %70, %80) uygulamış ve Nazilli 84 çeşidi etkilenmezken, Deltapine 5690 çeşidinde koza sayısında önemli farklılıklar olduğunu (20.33-10.37) tespit etmişlerdir. Qamar ve ark. (2016), koza sayısının bitki başına 31.0-18.5 olduğunu ve ekim tarihinin istatistiksel olarak koza sayısı üzerinde önemli etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Görmüş ve ark. (2017), hasata yardımcı kimyasalların uygulama zamanının koza sayısına etkisi olduğunu ve yıllara göre koza sayısında da önemli farklılıklar olduğunu belirtmiştir. 2013-2014 yıllarında yapılan sayımlarda kontrolde 22.8-23.0 koza bulunurken, %80 koza açımından sonraki uygulamada %19.3-20.2 koza olduğu saptanmıştır.

Haliloğlu ve ark. (2020), 10 Mayıs’ta ekilen pamuklarda 19.93-19.35 koza/bitki ve 10 Haziran’da ekilen pamuklarda da 13.52-13.90 koza/bitki olduğunu belirtmiştir. Açılmış koza sayısı 10 Mayıs’ta ekilen pamuklarda 16.88-16.20 adet/bitki ve 10 Haziran’da ekilen pamuklarda ise 12.97-12.41 adet/bitki olarak tespit etmişlerdir. Açmamış koza sayısı da 1.97 ile 2.97 adet/bitki arasında tespit edilmiştir.

Defoliant uygulama öncesi toplam yaprak sayısı, defoliant uygulama sonrası bitki üzerinde kalan yeşil yaprak sayısı, bitki üzerinde kalan kuru yaprak sayısı, yaprak döküm oranı, çırçır randımanı ve pamuk nem içeriği özelliklerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5’de, en fazla toplam yaprak sayısının 56.15 adet/bitki ile 7. üreticide, en az yaprak sayısının ise 24.15 adet/bitki ile 6. üreticide olduğu, defoliant uygulama sonrası bitki üzerinde asılı kalan yeşil yaprak sayısının en fazla 7. üreticide (8.95 adet/bitki) en düşük yeşil yaprak sayısının ise 4. üretici (1.20 adet/bitki) de olduğu, defoliant uygulama sonrası bitkide asılı kalan kuru yaprak sayısı değerlerine göre en çok kuru yaprağın 4. üreticide (18.90 adet/bitki), en düşük kuru yaprak sayısının ise 6. üreticide (1.60 adet/bitki) olduğu, en yüksek yaprak döküm oranının 6. üreticide (%86.85), en düşük yaprak döküm oranının ise 4. üreticide (%29.25) olduğu görülmektedir. Defoliant doz uygulaması gerektiği şekilde yapılmalıdır. Defoliant dozuna bütün üreticiler aynı önemi vermiş olsaydı yeşil yaprak, kuru yaprak ve yaprak döküm oranları arasında önemli farklılıkların olmaması gerekirdi, farklılıklar üreticilerden bazılarının defoliant uygulama işlemini istenildiği şekilde yapmadıklarını göstermektedir.

Defoliant uygulama öncesinde ortalama bitki başına yaprak sayısının 24.15 ile 56.15 adet arasında değiştiği saptanmıştır.

Çizelge 5. Defoliant uygulama öncesi toplam yaprak sayısı, defoliant uygulama sonrası bitki üzerinde kalan yeşil yaprak sayısı, bitki üzerinde kalan kuru yaprak sayısı, yaprak döküm oranı, çırçır randımanı ve pamuk nem içeriği özelliklerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Üreticiler	DÖTYS (adet/bitki)	DSYYS (adet/bitki)	DSKYS (adet/bitki)	DSYDO (%)	Çırçır Randımanı (%)	Nem İçeriği (%)
7. Üretici	56.15 a*	8.95 a	3.30 cd	78.75 ab	39.35 de	7.50
1. Üretici	50.40 ab	8.10 a	1.75 d	80.25 ab	40.45 bc	7.50
10. Üretici	48.70 ab	5.20 ab	5.90 bc	76.00 ab	38.37 ef	7.75
8. Üretici	43.55 bc	5.05 ab	5.80 c	75.25 ab	40.62 bc	7.50
3. Üretici	37.05 cd	5.00 ab	1.65 d	81.50 ab	39.77 cd	7.57
9. Üretici	35.40 cd	1.35 b	9.30 b	70.00 b	41.05 ab	7.42
2. Üretici	31.95 de	3.65 b	2.70 cd	78.07 ab	41.25 ab	7.52
5. Üretici	30.90 de	4.65 ab	2.95 cd	74.50 ab	38.22 f	7.95
4. Üretici	28.30 de	1.20 b	18.90 a	29.25 c	39.77 cd	7.55
6. Üretici	24.15 e	1.55 b	1.60 d	86.85 a	41.72 a	7.45
LSD (%5)	11.23	4.33	3.42	15.12	1.01	

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında, 0.05 olasılık sınırına göre önemli farklılık yoktur. DÖTYS: Defoliant uygulama öncesi toplam yaprak sayısı, DSYYS: Defoliant uygulama sonrası yeşil yaprak sayısı, DSKYS: Defoliant uygulama sonrası kuru yaprak sayısı, DSYDO: Defoliant uygulama sonrası yaprak döküm oranı

Yaprak sayısı yönünden üreticiler arasında farklılığın olmasına, uygulanan kültürel işlemler ile çevresel faktörler etkili olduğu düşünülmektedir. Çalışmada, elde edilen yaprak sayısı değerleri, Sokat ve Gürel (2010)'un yaprak sayısı (45.2 – 60.2) değerleri ile benzerlik göstermektedir.

Yaprak döküm oranları yönünden de üreticiler arasında önemli farklılık meydana gelmiştir. Yaprak döküm oranları arasında tek bir üretici haricinde %86.85 ile %70.00' lik yaprak döküm oranlarına ulaşılmıştır. 4. üreticide ise defoliant içeriği, kullanılan doz miktarı veya bitki sıklığından kaynaklı olarak en fazla kuruyarak bitki üzerinde asılı kalan yaprak sayısı değerine ulaşmıştır. Yaprak döküm oranı da %29.25 olarak tespit edilmiştir. 4.Üretici'nin yaprak döküm oranının diğerlerine göre düşük olması, defoliantın verimli çalışmadığını göstermektedir. Üreticiler arasında da bitkilerin en sık olduğu tarlada (20,004 bitki/dekar), defoliant dozu olarak 240 g/l Derim Extra (720 g/l Ethephon) ile 60 g/l Doruk Ultra (120 g/l Thidiazuron + 60 g/l Diuron) uygulanmıştır. 4.üretici tarlasında, yaprak döküm oranının düşük olmasına, defoliant uygulamasından 1 gün sonraki yağışın da etkili olduğu düşünülmektedir (Anonim, 2019).

Çalışmada elde edilen, %29.5-%86.85 arasında değişen yaprak döküm oranı bulgularıyla; Nelson ve Hart (1994)'ın defoliant uygulamalarında yaprak döküm oranlarının %92-95 seviyelerine ulaştığını belirten çalışması, Tülemen ve Kaynak (2016)'nın defolianttan sonraki 21.Günde yaprakların %94-97'sinin döküldüğünü belirten çalışmasıyla kısmen benzerlik, Nelson ve Hart (1995)'in Upland pamukların dadefolizasyondan sonraki 7. Günde yaprak döküm oranının %35-78 arasında ve 14. Günde %47-93

arasında olduğunu belirten çalışmasıyla ise benzerlik göstermektedir. Görmüş ve ark. (2017), %40 koza açımından sonra uygulanan defoliantın daha fazla yaprak dökütüğünü ve uygulamadan sonra 28. Günde en düşük yaprak sayılarına ulaşıldığı belirtilmektedir. 2013 ve 2014 verilerine göre 14. Günde kontrolde 93.0-92.3 yeşil yaprak bulunurken, %80 koza açımından sonraki sayımlarda 59.8-58.9 yeşil yaprak kaldığı belirtilmiştir.

Çopur ve ark. (2010), en uygun defoliant uygulama zamanının çiçeklenmeden sonraki 75. gün olduğu sonucuna varmıştır. Erken uygulamaların koza kayıplarına neden olduğunu ve geç uygulamaların da hava sıcaklığının optimum (12.7-15.6 °C) değerden aşağı düştüğünden dolayı yaprak dökülmesine ve koza açımına olumsuz etki yaptığını belirtmiştir. Çiçeklenmeden sonraki 60,75 ve 90. günlerde yaptığı defoliant uygulamaları ile bitki üzerine kalan yaprak sayılarını 2001 yılında 3, 7, 25 ve 2002 yılında 2, 10, 35 olarak tespit etmiştir. Yaprak sayımı ile elde edilen bulguların diğer araştırmacıların bulgularından farklı olmasına; materyal, uygulanan kültürel işlemler, bitki sıklığı, defoliant uygulama şekli, zamanı ve dozunun etkili olduğu düşünülmektedir. Çizelge 5'de, en yüksek çırçır randımanının 6.üreticide (%41.72), en düşük çırçır randımanının ise 5. üreticide (%38.22) olduğu görülmektedir. Haliloğlu ve ark. (2020)'nin, %41.43-44.33 olan randıman verileri, bulduğumuz verilerden kısmen yüksektir. Çopur ve Yuka (2016), çırçır randımanının çeşide göre değişebildiğini fakat yıllara göre değişmediğini belirtmişlerdir. Üretici defoliant uygulamalarının çırçır randımanı üzerine oluşturduğu etkinin önemli olduğu tespit edilmiştir.

Mert ve ark. (1999), Ataş (2008), Larson ve ark. (2005), Beyyavaş (2019), Qamar ve ark. (2016)'nın defoliant uygulamanın çırcır randımanına etkisi olduğunu belirten çalışmaları ile elde edilen bulgular uyum içerisindedir. Kaynak ve ark. (1999), Tülemen ve Kaynak (2016), Sokat ve Gürel (2010), Karaman (2019), Sadık ve Kaynak (2017)'in defoliant uygulamasının çırcır randımanına etkisinin olmadığını belirten çalışmalar ise bulgularımızdan farklılık göstermektedir. Çizelge 5'de, farklı lokasyonlardan alınmış olan pamuk örneklerinin nem içerikleri en yüksek 5. Üretici (%7.9) ve ardından 10. Üretici (%7.75) gelmektedir. Nem içeriği en düşük olarak da 9. Üretici (%7.42) ile 6. Üretici (%7.45) gelmektedir. Örneklerin hepsi depolama için uygun neme sahiptir. %5-15 arası değişen nem oranlarının pamukta lif kalitesi üzerine etkisini belirlemek için yapılan çalışmada, parlaklık (Rd) ve sarılık (+b) değerlerinin diğer özelliklere göre daha çok etkilendiği belirtilmiştir. En uygun pamuk balya depolama neminin ise %7.5 olduğu belirtilmiştir (Anthony, 2003). Çalışmada, defoliant uygulamasının kütlü pamuk nem içeriğine etkisinin olmadığı saptanmıştır. El edilen bu bulgu, Sokat ve Gürel (2010)'nun, ikinci ürün pamuk üretiminde kullanılan defoliantın lif nemine istatistiksel olarak etkisi olduğunu ve lif nem değerlerinin %8.0-9.7 arasında olduğu belirten çalışmasıyla benzerlik göstermemektedir. Araştırmalar arasındaki farklılıkların, materyal, uygulanan kültürel işlemler ve çevresel faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Çalışma alanı gerek iklim gerekse toprak özellikleri yönünden oldukça homojen bir yapıdadır. Buna karşın, çeşit aynı olmasına karşın, defoliant uygulama öncesi koza sayısı ve yaprak sayısı özellikleri yönünden üreticiler arasında önemli farklılıkların olması, üreticilerin üretim tekniklerini ve ekim sıklığını aynı düzeyde uygulamadıklarını göstermektedir. Aynı şekilde defoliant uygulama sonrası yeşil yaprak sayısı, bitki üzerinde kalan kuru yaprak sayısı ve yaprak döküm oranında üreticiler arasında önemli farklılık olması, üreticilerin defoliant uygulama şekline, uygulama zamanına ve özellikle uygulama dozuna aynı düzeyde önem vermemelerinden kaynaklanmaktadır. Çalışmada, bazı üreticilerin defoliant uygulama işlemini gerektiği şekilde yapmadığı saptanmıştır. Sonuç olarak, makinalı pamuk hasadında gerek hasat kayıplarının gerekse kalitenin düşmemesi için defoliant uygulama işlemi hakkında pamuk üreticilerinin eğitilmesinin, üreticilerimiz ve ülkemiz ekonomisi yönünden yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

Açıkgöz N, Akaş ME, Moghaddam AF, Özcan K (1994) TARİST. PC'ler için bir Agro-İstatistik Programı. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan, İzmir, s. 264-267
Anonim (2018) TUİK verileri [www.tuik.gov.tr], Erişim Tarihi: 19.04.2020

Anonim (2019). Aydın ili iklim Değerleri. Devlet Meteoroloji İşleri Aydın Bölge İstasyonu Kayıtları, Aydın.
Anthony WS (2003) Impact of Moisture on Baled Cotton. ASAE Paperno. 031167, 39 pp. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.
Ataş E (2008) Farklı Zamanlarda Ekilen Pamukta Değişik Defoliant Uygulama Zamanlarının Verim ve Kaliteye Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Adana.
Baran FO, Kaynak MA (2015) İkinci Ürün Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) Bazı Koza ve Lif Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(1): 1-8.
Beyyavaş V (2019) The Effect of Different Harvest Aiding Chemicals on Yield and Yield Components of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Applied Ecology and Environmental Research, 17(2): 2733-2743.
Çopur O, Demirel U, Polat R, Gür MA (2010) Effect of Different Defoliants and Application Times on the Yield and Quality Components of Cotton in Semi-Arid Conditions. African Journal of Biotechnology, 9(14): 2095-2100.
Çopur O, Yuka A (2016) Buğday Sonrası İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşitlerinde Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(2): 245-253.
Görmüş O, Kurt F, Sabagh AE (2017) Impact of Defoliation Timings and Leaf Pubescence on Yield and Fiber Quality of Cotton. Journal of Agricultural Science and Technology, 19(5): 903-915.
Haliloglu H, Cevheri Cİ, Beyyavaş V (2020) The Effect of Defoliant Application on Yield and Yield Components of Some Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Cultivars at Timely and Late Sowing. International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences, 4(2): 157-164.
Karademir E, Karademir C, Basbağ S (2007) Determination The Effect of Defoliation Timing on Cotton Yield And Quality. Journal of Central European Agriculture, 8(3): 357-362.
Karaman MŞ (2019) Farklı Zaman ve Dozda Uygulanan Yaprak Döktürücülerin Pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
Kaynak MA, Ünay A, Başal H, Serter E (1999) Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Yaprak Döktürücü Uygulama Zamanının Önemli Tarımsal Ve Lif Kalite Özelliklerine Etkisinin Saptanması. Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana, 15 Kasım

- Larson J, Gwathmey O, Hayes RM (2005) Effects of Defoliation Timing and Desiccation on Net Revenues from Ultra-Narrow-Row Cotton. The Journal of Cotton Science, (9): 204-224.
- Mert M, Çalışkan ME, Günel E (1999) Yaprak Döktürücü Uygulamasının Pamuğun (*G. hirsutum* L.) Verim ve Lif Özelliklerine Etkisi. MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1-2-1999): 1-12.
- Nelson JM, Hart GL (1994) Defoliation Research on Upland and Pima Cotton at the Maricopa Agricultural Center in 1994. College of Agriculture, University of Arizona, Cotton: A College of Agriculture Report.
- Nelson JM, Hart GL (1995) Effect of Combinations of Accelerate and other Defoliant on Defoliation and Yield of Pima and Upland Cotton. College of Agriculture, University of Arizona, Cotton: A College of Agriculture Report.
- Qamar R, Atique-ur-Rehman Javeed HMR, Saqib M, Shoaib M, Ali A, Ali M (2016) Influence Of Sowing Time On Cotton Growth, Yield And Fiber Quality. International Journal of Biology and Biotechnology, 13(1): 59-67.
- Sadık FG, Kaynak MA (2017) İkinci Ürün Koşullarında Ekim Sıklığının Pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) Verim, Verim Unsurları Ve Lif Özellikleri Üzerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(1): 39-44.
- Sokat Y, Gürel A (2010) Researches on Effects of Defoliant Applications on Yield, Fiber And Seed Quality in Second Crop Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 20(1): 91-110.
- Steel R, Torrie J (1980) Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd Ed. McGraw Hill, USA.
- Tülemen AS, Kaynak MA (2016) İkinci Ürün Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Yaprak Döktürücü Kimyasalların Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(1):115-120.

Sıcaklığın *Puccinia menthae* Ürediosporlarının Çimlenmesi Üzerine EtkisiBirsen GEÇİOĞLU ERİNCİK*¹ ¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Koçarlı Meslek Yüksekokulu, Aydın

Öz: *Puccinia menthae*'nin neden olduğu pas hastalığı nane yetiştiriciliğinde verimi ve nane yağı kalitesini olumsuz etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Hastalıklı bitkilerde yaprakların üst kısmında açık sarı lekeler, yaprakların altında ve gövdede turuncu-kahverengi veya siyah püstüller oluşmaktadır. Hastalığın çok şiddetli olduğu bitkilerde yaprak dökülmeleri yaygın olarak görülmektedir. Aydın ilinde yapılan gözlemlerde nane pası hastalık şiddetinin sezon içerisinde önemli bir değişim gösterdiği belirlenmiş ve bunda Aydın ili iklim koşullarının önemli olabileceği düşünülmüştür. Ancak hastalığın gelişiminde çevresel faktörlerin etkisini ortaya koyan sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma; Aydın ilinde nane pası hastalığının sezon döneminde gelişiminin daha iyi anlaşılabilmesi için sıcaklığın *P. menthae* ürediosporlarının çim tüpü gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla ele alınmıştır. Bunun için, doğal olarak enfekte olmuş bitkilerden elde edilmiş ürediosporlar su agar ortamı ile kaplı lam üzerinde farklı sıcaklıklarda çimlenmeleri yönünden gözlemlenmişlerdir. Her bir inokule edilmiş lam steril petri kabı içerisine yerleştirildikten sonra karanlıkta 5, 10, 15, 20, 25, 30 ve 35 °C sıcaklık koşullarına ayarlanmış inkübatörlerde 16 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda her bir lamelde çimlenen 45 ürediosporun çim tüpü uzunluğu bir bilgisayar programı aracılığıyla ölçülmüştür. İnkübasyon süresinin sonunda 5, 30 ve 35 °C sıcaklıklarda çimlenme olmaz iken, 10, 15, 20, 25 °C sıcaklıklarda hemen hemen tüm ürediosporlar çimlenmiştir. En uzun çim tüpü oluşumu ortalama 661.8 µm ile 20 °C'de gözlenmiştir. Ortalama çim tüp uzunluğu 15 °C'de 602,5 µm, 10 °C'de 489,3 µm, 25 °C'de 245,5 µm'dir. Sonuç olarak; bu çalışmada elde edilen bulgular, *P. menthae*'nin sporlarının serin koşullarda daha iyi çimlenen bir patojen olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Pas, yaprak, nane, çim tüpü**Effect of Temperature on Urediospores Germination of *Puccinia menthae***

Abstract: Rust disease, caused by *Puccinia menthae*, is one of the main factors that reduces the yield of peppermint and affects the overall quality of peppermint oils. On the infected plants, light yellow spots on the upper surface of the leaves and orange-brown or dark pustules the under side of the leaves and on the stems are formed. Falling out of leaves on the severely infected plants is very common. During the observations conducted in Aydın Province, it was determined that the severity of the disease has changed significantly throughout the growing season and it was considered that the climatic conditions of Aydın province may be the effect on this. There are limited number of studies demonstrating the effect of climatic factors in the development of the disease. For better understanding of the seasonal development of peppermint rust in Aydın province, this study aimed to determine the effect of temperature on the germ tube development from *P. menthae* urediospores. For this purpose, urediospores collected from naturally infected plants were tested on water agar layered-glass slides for germination and germ tube development under different temperature conditions. After each inoculated slide was placed in a sterile petri dish, it was placed to incubate for 16 hours in incubators adjusted to 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 °C temperature conditions in the dark. At the end of incubation, germ tube length of 45 urediospores germinated in each glass slide was measured by using a computer software. At the end of the incubation period, no germination was observed at 5, 30 and 35 °C, while almost all spores germinated at the temperature of 10, 15, 20, 25 °C. The longest germ tube formation was observed at 20 °C with an average of 661.8 µm. Average of the germ tube length was 602.5 µm at 15 °C, 489.3 µm at 10 °C and 245.5 µm at 25 °C. When all data were analysed according to regression analysis, the optimum temperature for germination of urediospore was determined as 18.13 °C. As a result, the findings obtained in this study indicated that *P. menthae* is a pathogen that grows better in cool weather.

Keywords: Rust, leaf, peppermint, germ tube**GİRİŞ**

Nane, Lamiaceae familyasına ait çok yıllık aromatik bir bitki olup dünyanın birçok ülkesinde gıda, ilaç, kozmetik ve parfümeri sanayisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. (Özgül ve Kırıcı,1999). Anavatanının, Orta Avrupa ve Asya olduğu belirtilen nane, dünyada geniş bir yayılış alanına sahiptir. Çoğunlukla Avrupa ve Asya'da yayılan 90 kadar türü bulunmaktadır. Bunlar arasında tarımı yapılan başlıca türler; *Mentha arvensis*, *M. pulegium*, *M. aquatica*, *M. piperita*, *M. longifolia*, *M. suaveolens*, *M. spicata*'dır (Gobert ve ark., 2002; Tucker ve Naczi, 2007). Nane yetiştiriciliğinin önemli sebeplerinden biri olan nane yağı,

aromatik yağ olarak dünyada narenciye yağından sonra ikinci sırada gelmektedir (Özgül ve Kırıcı,1999). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre dünyada yıllık 30 bin tonun üzerinde nane üretimi yapılmaktadır. Ekonomik

***Sorumlu Yazar:** bgerincik@adu.edu.tr. Bu çalışma 4. Uluslararası Mardin Artuklu Bilimsel Araştırmalar Kongresinde Sunulmuştur ve özeti bildiri kitapçığında yayınlanmıştır.

Geliş Tarihi: 19 Mart 2021**Kabul Tarihi:** 8 Haziran 2021

değeri yüksek tarımsal bir ürün olmasının yanı sıra nane, hobi bahçeciliğinde saksı ve dış mekan (arka bahçe) bitkisi olarak da sıklıkla tercih edilmektedir (Anonim, 2018).

Puccinia menthae Pers.'in neden olduğu pas hastalığı nane yetiştiriciliğini olumsuz etkileyen faktörlerin başında gelmektedir (Harvey, 1979; Edwards ve ark., 1998). Başta yapraklar olmak üzere yeşil aksamı enfekte eden etmen, oluşturduğu lezyonlar ile nane bitkilerinde gelişimi olumsuz etkilerken ürünün görüntü, aromatik yağ ve besin içeriği gibi kaliteye yönelik özelliklerinin azalmasına da sebep olmaktadır. Etkilenen bitkilerin karakteristik belirtisi olarak yaprakların üst kısmında açık sarı lekeler görülürken, yaprakların altında ve genç sürgünlerde turuncu-kahverengi püstüller oluşmaktadır. Sezon içerisinde leke sayısı yoğun bir şekilde artarak yaprağın tüm yüzeyini kaplayacak hale gelebilmektedir. Hastalığın şiddetli olarak ortaya çıktığı durumlarda, pas belirtilerinin daha fazla görüldüğü alt ve orta yapraklar dökülmekte ve bitkide sadece tepe yapraklar kalmaktadır (Meyer ve ark., 2010).

P. menthae, birçok pas fungusu gibi, konukçu üzerinde sırayla oluşan beş farklı spor (basidiospor, spermati, aeciospor, ürediospor, teliospor) dönemlerini içeren karmaşık bir yaşam döngüsüne sahip monoik bir pas fungusudur (Horner, 1954). Bu spordan basidiospor, aeciospor ve ürediospor konukçuda belli dönemlerde enfeksiyonlara sebep olmaktadır. Basidiosporlar ve aeciosporlar sezon içerisinde bir kez enfeksiyondan sorumlu olurken, ürediosporlar çevre ve konukçu koşulları uygun olduğu durumlarda sezon boyunca tekrarlayan döngüler halinde çok sayıda enfeksiyon meydana getirirler. Rüzgar ile taşınarak uzak mesafelere dağılma özelliğine sahip bu sporlar, sezon boyunca hastalık yaygınlığının ve şiddetinin artmasından sorumlu olmaktadır (Beresford ve Mulholland, 1987). Bitkilerde leke sayısının yaprak yüzeyinin tamamını kaplayabilecek şekilde artması ve yoğun yaprak dökümleri ürediospor enfeksiyonları sırasında meydana gelmektedir (Meyer ve ark., 2010).

Nane pası ile mücadelede çoğunlukla kültürel önlemler ve dayanıklı çeşit kullanımı ön plana çıksa da bunların yeterli olmadığı durumlarda fungusit kullanımına başvurulabilmektedir (Edwards ve ark., 1999). Fungisit uygulamaları ile hastalığın şiddetli hale gelmesinde sorumlu olan ürediospor kaynaklı enfeksiyonlar hedef alınarak hastalık şiddeti engellenebilmektedir. Ancak yoğun fungusit kullanımı, özellikle nanenin taze olarak tüketimi söz konusu ise, insan sağlığına zararlı olan kalıntı sorununa yol açabilecek olması sebebiyle sakıncalı bir durumdur. Kimyasal mücadelede başarı, kullanılan fungusitin etki mekanizmasının yanı sıra fungusit uygulama zamanına göre de değişebilmektedir. Bitki hastalıklarında çeşitli çevresel faktörlere bağlı olarak enfeksiyonların etkinliği azalmakta

veya artmaktadır (Edwards, 1999). Enfeksiyon etkinliğinin az olduğu çevre koşullarında gereksiz olabilecek fungusit uygulamalarından kaçınmak nanede pestisit kalıntı probleminin azalmasını ve daha etkin bir kontrolün yapılmasını sağlayabilir. Ancak nane pası hastalığının gelişmesine etki eden çevresel faktörler üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Sıcaklık faktörü bunlardan en çok çalışılan olmuş ve elde edilen sonuçlara göre sıcaklığın *P. menthae* üzerine etkisi izolata ve ülkeye göre farklılıklar göstermiştir. 1945 yılında ABD'de yayınlanan çalışmada *P. menthae* ürediosporlarının 9-27 °C arasında çimlendiği ve 18 °C'de en ideal çimlenme ve gelişme gösterdiği bildirilmiştir (Neiderhauser, 1945). Ancak yine ABD'de yapılan başka bir çalışmada ise farklı nane türlerinden elde edilen izolatların sıcaklık koşullarına farklı tepkiler verdikleri belirtilmiştir (Johnson ve Cummings, 2013). Avustralya'da yapılan bir çalışmada da *P. menthae* sporlarının 5 ile 30 °C dereceleri arasında çimlendiği ve en iyi çimlenmenin 20 °C'de meydana geldiği bildirilmiştir (Edwards ve ark., 1998). Ülkemiz koşullarında yerel nanelerde pasa sebep olan *P. menthae'* nın sıcaklık istekleri üzerine henüz bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma; *in vitro*'da farklı sıcaklık koşullarının nane pası hastalığı etmeni *P. menthae* ürediosporlarının çim tüpü gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Ürediosporların Elde Edilmesi

Sıcaklık denemelerinde kullanılmak amacıyla, Aydın ilinde bir nane üretim alanından nane pası belirtileri gösteren bitkilerden yaprak örnekleri toplanmıştır. Alınan örneklerde *P. menthae* ürediosporlarının varlığı mikroskopik inceleme ile teyit edilmiştir. Ürediosporlu yaprak örnekleri üzerinde bulunan üredium püstüllerine steril kıl fırça ile sürtülerek ürediosporlar steril bir kurutma kağıdı üzerinde toplanmıştır. Daha sonra ürediosporlar içerisinde steril su bulunan tüplere transfer edilerek spor süspansiyonu elde edilmiştir. Elde edilen süspansiyonda spor sayımı hemisitometre ile yapılmış ve seyreltme işlemi ile konsantrasyonu 1×10^3 ürediospor/ml olacak şekilde ayarlanmıştır.

Sıcaklığın Çim Tüpü Gelişimine Etkisi

Ürediosporların çimlenme ve çim tüpü gelişimini mikroskop altında ölçme imkanı verecek bir tarafı su agar ile kaplı lamdan oluşan besi ortamı kullanılmıştır. Bu amaçla 2.5x8 cm boyutlarında mikroskop lamaları ilk olarak kuru sıcaklıkta steril edilmiştir. Her bir steril lam 9 cm çapı olan bir steril petri kabına yerleştirilmiştir. Ardından lamin üst yüzeyine eriyik halde bulunan %2'lik su agar ortamından 2 ml damlatılmıştır. Bir bağıet yardımı ile su agarı lamin üzerine homojen bir şekilde yayılmış ve katılaşmaya bırakılmıştır.

Daha önce hazırlanmış spor süspansiyondan 500 µl alınarak üzerinde katı su agarı bulunan lam yüzeyine damlatılmış ve bir baget yardımı ile süspansiyonun ortam üzerine homojen olarak dağılması sağlanmıştır. Lamlar petri kapları içerisinde 5, 10, 15, 20, 25, 30 ve 35 °C sıcaklık koşullarında 16 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Deneme beş tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve iki farklı zamanda tekrar edilmiştir. İnkübasyonun hemen sonrasında tüm lamlara %95'lik acid fuchsin damlatılmış ve tüm petri ler ölçüm yapılmaya kadar 5 °C'de bekletilmiştir. Her bir lam üzerinde çimlenen 45 ürediosporun çim tüpü uzunluğu «Olympus labSens» bilgisayar programı kullanılarak ölçülmüştür.

İstatiksel Analiz

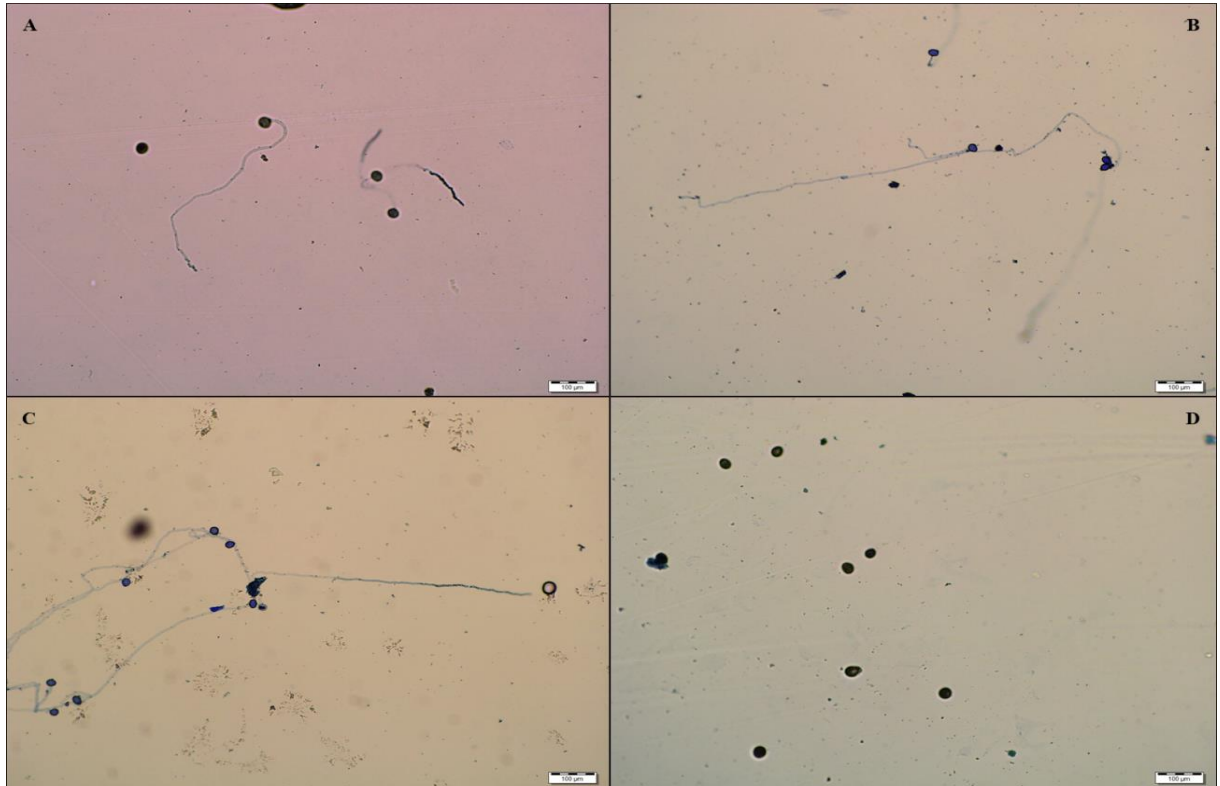
Her bir tekerrür için ölçülen 45 sporun çim tüpü uzunluğunun ortalaması alınarak istatistiksel analizde bu değerler kullanılmıştır. İlk olarak çok yönlü ANOVA ile iki deneme tekrarı arasında istatistiksel bir farkın olup olmadığına bakılmıştır. Aralarında fark olmaması sebebiyle 2 deneme tekrarının verileri birleştirilerek regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizinde veriye en iyi uyum sağlayan model seçilmiştir. Optimum Gelişme Sıcaklık hesaplamasında regresyon analizinde en iyi model olan quadratic model ($y=ax^2+bx+c$) parametreleri kullanılmıştır. Buna göre; Optimum Gelişme Sıcaklığı (°C) = $b/2a$ formülü üzerinden hesaplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Her iki denemede de 16 saat süren inkübasyon süresi sonunda 5, 30 ve 35 °C'de ürediospor çimlenmesi olmamıştır. Birinci deneme ve ikinci deneme arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmaması nedeniyle iki denemenin verileri birleştirilmiştir. En uzun çim tüpü oluşumu Çizelge 1 ve Şekil 1' de de görüldüğü üzere ortalama 661.75 µm ile 20 °C'de gözlemlenmiştir. Çim tüpü uzunluğu 15 °C'de 602.42 µm, 10 °C'de 490.93 µm ve 25 °C'de 245.54 µm olmuştur. Bu sonuçlara göre etmenin dar bir sıcaklık aralığında geliştiği görülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı sıcaklık koşullarında 16 saat inkübasyon sonunda *Puccinia menthae*'nin ürediosporlarında çim tüpü uzunluğu

Sıcaklık (°C)	Çim tüpü uzunluğu (µm)		
	I. Deneme	II. Deneme	Ortalama
5	0.0	0.0	0.0
10	497.50	484.36	490.93
15	612.72	592.11	602.42
20	673.76	649.74	661.75
25	266.53	224.56	245.54
30	0.0	0.0	0.0
35	0.0	0.0	0.0

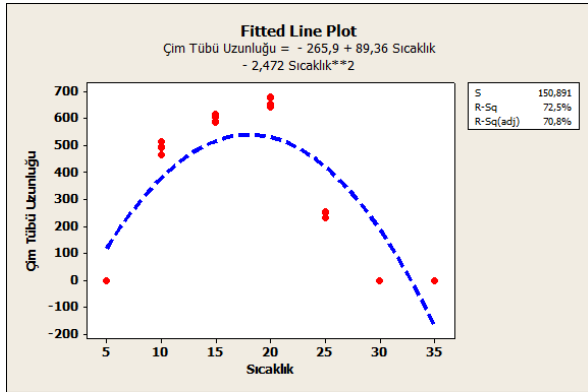


Şekil 1. 16 saat inkübasyon sonunda 10 °C (A), 15 °C (B), 20 °C (C), 30 °C (D) sıcaklıkta *Puccinia menthae*'nin ürediosporlarında çim tüpü oluşumu

Tüm veriler regresyon analizine göre değerlendirildiğinde regresyon eğrisinin sola daha fazla yatık olduğu görülmektedir. Buradan serin havaların etmen için daha uygun koşullar olduğu söylenebilir. Eğrinin en iyi ifade edildiği regresyon modeli quadratic model olmuştur. Quadratic model:

$$Y = -265.9 + 89.36X - 2.472X^2$$

Formülde; Y, çim tüpü uzunluğunu ve X, sıcaklığı ifade etmektedir. R² değeri ile modelin geçerliliği % 72.5 olarak bulunmuştur (Şekil 2). Sözü edilen parametreler kullanılarak yapılan hesaplamalarda *P. menthae* ürediosporlarının çimlenmesi için optimum sıcaklık 18.13 °C olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. *Puccinia menthae*'nin ürediosporlarının sıcaklık ve çim tüpü uzunluğu arasındaki ilişki

Çalışmamızda elde edilen bulgular ile diğer ülkelerden elde edilen bulguların genel olarak örtüştüğü görülmektedir. Japonya'da Japon nanesinden (*M. arvensis* var. *piperascens*) alınan *P. menthae* izolatu için optimum sıcaklık 18 °C, maksimum sıcaklık ise 30 °C olarak bulunmuştur (Ikata, 1929). 1945 yılında ABD'de yapılan bir çalışmada *P. menthae* ürediosporlarının 9-27 °C arasında çimlendiği ve 18 °C'de en ideal çimlenme ve gelişmeyi gösterdiği bildirilmiştir (Neiderhauser, 1945). ABD'de yapılan bir başka çalışmada farklı nane türlerinden elde edilen izolatların sıcaklık koşullarına farklı tepkiler verdikleri belirtilmiştir. Spearmint mızraklı nane (*M. spicata*) çeşidinden elde edilen *P. menthae* izolatlarının peppermint hibrit nane çeşitinden (*Mentha x piperita*) elde edilen izolatlara göre 28 °C'de latent periyodun daha kısa olduğu ve hızlı geliştiği belirlenmiştir. Spearmint izolatlarının ılık havalarda hastalık oluştururken, peppermint izolatlarının serin havaları tercih ettiği bildirilmiştir (Johnson ve Cummings, 2013). Avustralya'da yapılan bir çalışmada ise etmen için optimum sıcaklık 20 °C, maksimum sıcaklık 30 °C olarak saptanmıştır. Maksimum çimlenmenin 20 °C'de meydana geldiği ve 10, 15 ve 25 °C ile arasında çok az fark olduğu 5 °C'de çimlenmenin çok düşük olduğu, 30 °C'de ise 600 sporun sadece üçünün çimlendiğini, 35 °C'de hiç çimlenmenin olmadığını bildirmişlerdir (Edwards ve ark., 1998).

SONUÇ

Bu çalışmada elde edilen bulgular, *P. menthae*'nin serin iklim koşullarını seven bir patojen olduğunu göstermektedir. Daha düşük sıcaklıkların ise enfeksiyon ve sporulasyon süreçlerini yavaşlattığı ve pas fungusunun koşullar uygun hale gelene kadar beklemesine olanak sağladığı söylenebilir. Ayrıca, bu koşullar özellikle serin havanın hakim olduğu ilkbahar ve sonbahar aylarında nane pas salgınlarının olabileceğini desteklemektedir. Yaz aylarında günlük ortalama sıcaklıklar genellikle 30-40 °C arasında olduğunu göz önünde bulundurursak hastalığın yaz aylarında tehlike arz etmeyeceğini düşünebiliriz. Ancak üretim sırasında nane üretim alanlarında yoğun sulamanın yapılması ve bitkilerin ekiminin sık olması gölgeli, serin, nemli alanlar oluşturacağından bu durumun pas hastalığı için ideal bir ortam olabileceğini unutmamak gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvenliği Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Anonim (2018) Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/>. Erişim Tarihi:01.12.2020.
- Beresford RM, Mulholland RI (1987) Mint rust on cultivated peppermint in Canterbury: Disease cycle and control by flaming. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 15(2), 229-233.
- Edwards J, Parbery DG, Halloran GM, Taylor PA (1998) Assessment of infection and sporulation processes of mint rust on peppermint in controlled conditions. *Australian Journal of Agricultural Research*, 49: 1125-1132.
- Edwards J (1999) Control of Mint Rust of Peppermint. *Epidemiology and Chemical Control*, Publication No: 99/122
- Edwards J, Halloran GM, Parbery DG, Taylor PA (1999) Physiologic specialisation in *Puccinia menthae* on peppermint and other hosts in Victoria, Australia. *Australasian Plant Pathology*, 28: 205-211.
- Gobert V, Moja S, Colson M, Taberlet P (2002) Hybridization in the section *Mentha* (Lamiaceae) inferred from AFLP markers. *American Journal of Botany*, 89(12), 2017-2023.
- Harvey IC (1979) The impact of rust on peppermint crops in Canterbury 1978/79. *Australasian Plant Pathology*, 8: 44-45.
- Horner CE (1954) Pathogenicity of *Verticillium* isolates to peppermint. *Phytopathology*, 44:239-242.
- Ikata S (1929). Studien uber die Rostkrankheit japanischer Minze. *Review of Applied Mycology*, 9, 558.
- Johnson DA, Cummings TF (2013) Effects of temperature on rust development on mint infected with strains of *Puccinia menthae*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 35.4: 469-475.

Meyer U, Blum H, Garber U, Hommes M, Pude R, Gabler J (2010) Praxisleitfaden Krankheiten und Schädlinge im Arznei-und Gewürzpflanzenanbau. Spectrum Phytome dizin. Selbst Verlag.183 p.

Neiderhaauser JS (1945) The rust of green house grown mint and its control. Nemers Cornell Agricultural Research Station, 263:30.

Özgüven M, Kırıcı S (1999) Farklı Ekolojilerde Nane Türlerinin Verim ile Uçucu Yağ Oran ve Bileşenlerinin

Araştırılması. T. J. of. Agr. and Forestry, 23(5): 465-472.

Tucker AO, Naczi RFC (2007) Mentha: an overview of its classification and relationships in Mint: the genus Mentha, Chapter 1. Ed. Lawrence, B. (Boco Raton, FL.: CRC Press), 1–40. ed.

Aydın İli İkinci Ürün Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Farklı Azot Dozlarının Verim, Verim Komponentleri ve Lif Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi

Sergül ÇOPUL^{*1}, **İbrahim GENÇSOYLU²**

¹ Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Nazilli, Aydın

² Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Korumu Bölümü, Aydın

DÜZELTME

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisinin 17. Cilt 2. Sayısında yer alan 'Çopul, S, Gençsoylu, İ. (2020). Aydın İli İkinci Ürün Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Farklı Azot Dozlarının Verim, Verim Komponentleri ve Lif Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17 (2), 271-279. DOI: 10.25308/aduziraat.770934' künyeli makalede, makalenin 276. sayfasında yer alan Çizelge 9 sehven yanlış verilmiş olup aşağıda verildiği şekilde düzeltilmiştir.

ERRATUM

Table 9 was inadvertently given incorrectly in the article was titled "The Effects of Different Doses of Nitrogen Fertilizer on Yield, Yield Components and Fiber Quality Properties in Second Crop Cotton in Aydın Province, TURKEY" was published in "Vol. 17 Issue 2 of the Journal of Adnan Menderes University Agricultural Faculty on page 276". It has been corrected as given below.

Çizelge 9. Farklı azot dozları ve pamuk çeşitlerinde ortalama lif inceliği değerleri *

Azot Dozları (kg N/ha)	Çeşitler				Azot Dozları Ort.
	Özbek105	Gloria	Julia	Lydia	
0	5.21 Aa	5.18 Aa	5.13 Aa	5.31 Aa	5.21 a
70	5.29 Aa	5.03 ABab	4.92 Bab	5.20ABab	5.11 a
140	4.97 Aa	4.75 Ab	4.64 Ab	4.90 Ac	4.82 b
210	5.17 Aa	4.84 Aab	4.78 Aab	4.92 Abc	4.93 b
Çeşit Ort.	5.16 A	4.95 B	4.87 B	5.08 A	
LSD _(0,05)	0.27				

*İki yılın ortalama değerleri alınmıştır. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında, LSD testine göre (p<0.05) istatistiksel olarak fark yoktur.

Küçük harfler, aynı sütundaki ortalamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0.05).

Büyük harfler, aynı satırdaki ortalamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0.05).

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Yazım Kuralları

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisinin yayın dili Türkçedir. Yazımda Türk Dil Kurumu'nun yayınladığı imlâ kılavuzu ve Türkçe sözlük esas alınır. Uygun görülen İngilizce yazılmış makaleler de dergide basılabilir.

Makale metni, **Times New Roman** yazı karakterinde **12 punto**, tüm kenarlarda **3 cm boşluk** olacak şekilde, **iki yana yaslı, çift satır aralıklı** olarak hazırlanmalı ve **sayfa ile satır numarası** verilmelidir. Gönderilen makale gerekli şekilsel düzenlemenin ardından, çizelge ve şekiller dahil **20 sayfayı** aşmamalıdır (Kapak sayfası hariç).

Makale bir kapak sayfası içermelidir (Lütfen DERGİPARK sisteminde yer alan Makale Kapak Sayfası (Şablon dosya) isimli şablon dosyayı kullanınız). Kapak sayfasında makalenin yazım dilindeki başlığı, yazarları (Makalede yer alacak sıra ile, ünvanlı, kısaltma içermeyecek şekilde açık ve isimlerin baş harfi büyük diğer harfleri küçük), soyadların tümü büyük olacak şekilde), her yazarın kurum adresi (her yazar için belli olacak şekilde), her yazarın mail adresi, kurum adresi ve ORCID'lerini ve sorumlu yazar bilgilerini içermelidir. Ayrıca makalenin lisansüstü tez ürünü olup olmadığı, yayınlanmamış kongre bildirisi ve/veya destekleyen kuruluş hakkında kısa bilgi satırı içermelidir. Kapak sayfasındaki bilgiler sola yaslı, her biri yeni bir satırdan başlamak üzere normal yazı düzeninde yazılmalıdır. Makale metni yeni bir sayfadan tekrar başlık ile başlamalıdır ve kapak sayfasındaki diğer bilgileri içermemelidir. Başlık; kelimelerin ilk harfleri büyük diğer harfler küçük (ve, veya gibi bağlaçlar tümü ufak) dik, koyu ve sayfaya ortalı olarak yazılmalı (Eğer varsa bilimsel isimler bu kural dışında tutularak, yazılması gerektiği şekilde ve author isimleri ile beraber) metne uygun ve öz olmalıdır.

Makale metni aşağıdaki başlıklardan oluşmalıdır;

BAŞLIK (Kapak sayfasındaki ile aynı özellikte)

Öz (En fazla 250 kelime)

Anahtar Kelimeler: (Başlıkta yer almayan en fazla 5 kelime aralarına virgül koyularak yazılmalıdır)

İngilizce Başlık (Türkçe başlığı yansıtabilecek şekilde, sadece ilk harfleri büyük ancak bağlaçların tümü küçük)

Abstract (Türkçe özeti yansıtabilecek şekilde)

Keywords: (Türkçe anahtar kelimelerin İngilizce karşılıkları)

GİRİŞ (Bu ve bunun gibi tüm ana başlıklar başında numara verilmeksizin)

MATERYAL ve YÖNTEM

Varsa Alt Başlık (Alt başlık altında bir alt başlık daha olmamalıdır, alt başlıklara numara verilmemelidir)

BULGULAR ve TARTIŞMA

Varsa Alt Başlık (Alt başlık altında bir alt başlık daha olmamalıdır, alt başlıklara numara verilmemelidir)

SONUÇ

Teşekkür (isteğe bağlı yazılabilir). Desteği olan kişilere ve kuruluşlara teşekkür edilmek isteniyorsa yazılmalıdır. İfade teşekkür içermiyor ve sadece bilgi amaçlı ise bu bilginin kapak sayfasında verilmesi yeterlidir.

KAYNAKLAR

kısımlarından oluşmalıdır.

Kaynak bildirimini yazar soyadı, isminin baş harfi ve yıl şeklinde yazılmalı ve makalenin sonunda KAYNAKLAR başlığı altında alfabetik sırada gösterilmelidir. Alt alta gelen aynı yazarlı (sadece

ilk yazar dikkate alınarak) literatür ise kronolojik olarak sıralanmalıdır. Literatürün başlığı yazılırken kelimelerin ilk harfleri büyük, diğer harfleri küçük olarak yazılmalıdır. Ancak "ve, veya" gibi bağlaçların ilk harfleri de küçük yazılmalıdır.

Metin içinde kaynak cümlelerinin başında verilecekse yazarın soyadı Black (2009) şeklinde, cümlelerin sonunda verilecekse (Black, 2009) şeklinde belirtilmelidir. Eğer yazar sayısı iki ise Black ve John (2007) şeklinde olarak cümle başında ya da (Black ve John, 2009) şeklinde cümle sonunda, yazar sayısı ikiden fazla ise ilk yazarın soyadına göre Black ve ark. (2009) ya da cümle sonunda (Black ve ark., 2009) şeklinde belirtilmelidir. Kaynakların yazımı aşağıdaki örneklerle uygun yapılmalıdır. Yazım dili İngilizce olan makalelerde literatür gösteriminde "ve" yerine "and", "ve ark." yerine "et al." kullanılmalıdır.

Literatür gösterimiyle ilgili bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Dergi Makaleleri:

Stangoulis JCR, Brown PH, Bellaloui N, Reid RJ, Graham RD (2001) The Efficiency of Boron Utilisation in Canola. Australian Journal of Plant Physiology 28: 1109-1114.

Gusmao M, Siddique KHM, Flower K, Nesbitt H, Veneklaas EJ (2012) Water Deficit during the Reproductive Period of Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) Reduced Grain Yield but Maintained Seed Size. Journal of Agronomy and Crop Science 198: 430-441.

Yıldırım R, Tunalıoğlu R (2016) Aydın'da Karasu Sorunu ve Zeytinyağı İşletmelerinin Çözümü Yönelik Tercihlerinin İncelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(2) : 1 – 10.

Kitaplar:

Marschner P (2002) Mineral Nutrition of Higher Plants. Elsevier. Amsterdam.

Özcan S, Gürel E, Babaoğlu M (2001) Bitki Biyoteknolojisi, Cilt 1. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları. Konya.

Tezler:

Alkan Y (1999) Kök-ur Nematodları'na Dayanıklı ve Duyarlı Bazı Domates Çeşitlerinin Etkilenme Şekli Üzerinde Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

İlyasoğlu H (2009) Ayvalık ve Memecik Zeytinyağlarının Coğrafi İşaretleme Amacıyla Karakterizasyonu. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Anonim Kaynaklar (Yazarı belirli olmayan kaynaklar Anonim olarak verilmelidir):

Anonim (1992) Tarımsal Yapı ve Üretim. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.

Makale içinde internet kaynaklarının çok fazla kullanılmamasına dikkat edilmelidir. Kullanılan internet kaynaklarının üniversiteler, enstitüler, diğer devlet kuruluşları, büyük organizasyonlar gibi kabul gören kuruluşlar tarafından üretilmiş olması gerekmektedir. Eğer bu kaynakların yazarları belliye yazarın ismi, aksi halde Anonim olarak yazılmalıdır. İnternet sayfalarından alınan kaynakların erişim

adresleri ve erişim tarihleri (Erişim Tarihi: 01/01/2017 şeklinde) verilmelidir.

Kitaptan Bölümler:

Castillo EA, Marty JS, Condoret D, Combes K (1996) Enzymatic Catalysis in Nonconventional Media Using High Polar Molecules as Substrates. In: Dordick JS, Russell AS (eds.), Annals of the New York Academy of Science, The New York Academy of Science, New York, 206-211.

Bildiri Kitapları:

Yalçın İ, Doğan T, Uçucu R (2002) Analysis of Reduced Tillage Methods in Cotton Farming in Terms of Agriculture Machinery Management. In: Talat K (eds), Proceedings of the 8th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture Proceedings, 6-12 April 2002, İzmir, 130-135.

Makale içinde sadece çizelge ve şekil ifadeleri kullanılmalı, kullanılan her çizelge ve şekle makale içinde atıf yapılmalıdır. Çizelge başlığı, içeriği ve dip not 10 punto, dik, sola dayalı olmalıdır. Çizelge içindeki en küçük yazı karakteri sekiz punto olmalıdır. Başlık çizelgenin üstüne Çizelge 1. şeklinde yazılmalı, başlık kısmı cümlelerin ilk harfi büyük diğerlerinin tümü küçük normal kalınlıkta yazılmalı, cümle sonunda nokta olmamalıdır. Çizelge başlığı ve içeriğinin satır aralığı üstten ve alttan 0 pt olmalıdır. Çizelge sütunlarına ait ilk satırlar koyu ve kelimelerin baş harfi büyük olmalıdır. Çizelge ilk satırının üstü ve altı ile çizelgenin en alt kenarına ½ nk kalınlığında birer çizgi çekilmeli, ancak çizelgede başka bir çerçeve çizgisi kullanılmamalıdır. Çizelgeler kesinlikle yatay sayfa yapısında ayarlanmamalı dikey sayfaya sığmayan çizelgeler bölünerek iki ayrı çizelge şeklinde verilmelidir. Çizelge satır ve sütunlarındaki değerler yazılırken değerlerin başında veya sonunda space tuşu kullanılarak kesinlikle boşluk verilmemelidir. Şekil başlıkları ise Şekil 1. biçiminde 10 pt yazıldıktan sonra ilk kelimenin baş harfi büyük diğer tüm harfleri küçük normal kalınlıkta yazılmalı, başlık sonuna nokta konulmamalıdır. Şekil başlığı şeklin altında yer almalıdır. Kullanılan şekillerin kalitesi baskı için uygun olmalıdır (en az 300 dpi), karışık matematiksel denklemler, karışık kimyasal yapılar gibi gösterimler kalitesi yüksek vektör veya bitmap resimler halinde olmalıdır.

Makale içinde yer alan tüm bilimsel kısaltmalar Uluslararası Birimler Sistemi (International System of Units)'ne göre verilmelidir. Rakamsal gösterimlerde ondalık ayraç olarak nokta (örneğin: 1.25), bindelik ayraç olarak ise virgöl (örneğin: 2,000,000) kullanılmalıdır. Bindelik ifadelerden metin içinde kaçınılmalıdır (örneğin: 3,455,632 yerine yaklaşık 3.5 milyon). Bu gibi büyük sayıların tam değerlerinin çizelgeler içerisinde verilmesi karışıklığı engelleyecektir.

Bölü, toplama ve çıkarma işlemlerinde “/”, “+” ve “-” işaretleri kullanılmalıdır; çarpma işleminde ve ikili interaksiyonun gösteriminde (Çeşit x Gübreleme gibi) “x” (Microsoft Word ekle>simge menüsünden eklenmeli) işareti kullanılmalıdır. Derece işareti olarak ° (Microsoft Word ekle>simge menüsünden eklenmeli) seçilmelidir. Kullanılacak diğer simgelerin (±, ≥, ≤, μ, ∞, ≠ gibi) tamamı Microsoft Word ekle>simge menüsünden eklenmeli. İki değer aralığından bahsederken “-” yerine Microsoft Word

ekle>simge menüsünden eklenerek “-” kullanılmalıdır. Gerek çift gerekse tek tırnak kullanımı “” ve “” şeklinde yapılmalıdır.

Sayı ile birimi arasında 1 boşluk bırakılmalıdır (21 kg gibi), % işaretinden sonra boşluk bırakılmamalıdır (%45).

YAZARLARA ÖNEMLİ NOT

Tüm yazarlar:

Sunulan makalenin yazar(lar)ın orijinal çalışması olduğunu, tüm yazarların bu çalışmaya bireysel olarak katılmış olduklarını ve bu çalışma için her türlü sorumluluğu aldıklarını, sunulan makalenin tüm yazarlarından makaleyle ilgili tüm mali hakları Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisine devrettiklerini, formlardaki taahhütleri kabul ettiklerini, doğmuş veya doğabilecek tüm uyuşmazlıklardan sorumlu olacaklarını, tüm yazarların sunulan makalenin son halini gördüklerini ve onayladıklarını, tüm yazarlarla ilgili e-mail ve posta adreslerinin dergi sistemine doğru girildiğini (sonradan olan değişikliklerin ivedi olarak bildirilmesini), makalenin yazılması sırasında kullanılan metin işleme çizim fotoğraflama analiz gibi her türlü bilgisayar programının telif haklarını çiznemediklerini, makalenin başka bir yerde basılmadığını veya basılmak için sunulmadığını, makalede bulunan metnin şekillerin ve dokümanların diğer şahıslara ait olan telif haklarını ihlal etmediğini, sunulan makale üzerindeki mali haklarını özellikle işleme, çoğaltma, temsil, basım yayım, dağıtım ve internet yoluyla iletim de dahil olmak üzere her türlü umuma iletim haklarını Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi yetkili makamlarınca sınırsız olarak kullanılmak üzere Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisine devretmeyi kabul ve taahhüt eder. Buna rağmen yazar(lar)ın veya varsa yazar(lar)ın işverenin patent hakları, yazar(lar)ın gelecekte kitaplarında veya diğer çalışmalarında makalenin tümünü ücret ödemesiz kullanma hakkı, makaleyi satmamak koşuluyla kendi amaçları için çoğaltma hakkı gibi fikri mülkiyet hakları saklıdır. Bununla beraber yazar(lar) makaleyi çoğaltma, postayla veya elektronik yolla dağıtma hakkına sahiptir. Makalenin herhangi bir bölümünün başka bir yayında kullanılmasında Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nin yayımcı kuruluş olarak belirtilmesi ve dergiye atıfta bulunulması şartıyla izin verilir. Sorumlu yazar olarak, telif hakkı ihlali nedeniyle üçüncü şahıslarla istenecek hak talebi veya açılacak davalarda Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi ve dergi editörlerinin hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun sorumlu yazara ait olduğu taahhüt edilir. Ayrıca makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılırken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanılmadığı, çalışma ile ilgili tüm yasal izinlerin alındığı ve etik kurallara uygun hareket edildiği taahhüt edilir. Yayınlanan makalelere ayrıca telif ücreti ödenmez, sadece sorumlu yazara makalenin basıldığı dergiden bir kopya gönderilir.

