



Özal Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

OZAL JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD SCIENCES

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/agrozal>



Cilt :2

Sayı :1

Haziran 2025

SAHİBİ / OWNER		
Prof. Dr. Recep BENTLİ		

EDİTÖRLER LİSTESİ / EDITORIAL BOARDS

Baş Editör / Editor in Chief		
Prof. Dr. Orhan GÜNDÜZ		Türkiye
Editör Yardımcısı / Assistant Editor		
Doç. Dr. Yeşim BOZKURT ÇOLAK		Türkiye
Teknik Editör / Technical Editor		
Doç. Dr. Mehmet AYDOĞAN		Türkiye
Mizanpaj Editörü / Layout Editor		
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fatih YILMAZ		Türkiye
Alan Editörleri / Section Editors		
Bahçe Bitkileri	Prof. Dr. Kazım GÜNDÜZ	Türkiye
Bitki Koruma	Doç. Dr. Mehmet KEÇECİ	Türkiye
Biyosistem Mühendisliği	Dr. Öğr. Üyesi Salih ATAY	Türkiye
Gıda Bilimi	Dr. Sevinç TAY	Türkiye
Peyzaj ve Süs Bitkileri	Sıddık DOĞAN	Türkiye
Su Ürünleri Mühendisliği	Doç. Dr. Başar ALTINTERİM	Türkiye
Tarım Ekonomisi	Doç. Dr. Serhan CANDEMİR	Türkiye
Tarla Bitkileri	Dr. Öğr. Üyesi Fatma AKBAY	Türkiye
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme	Dr. Öğr. Üyesi Miraç KILIÇ	Türkiye
Veterinerlik	Doç. Dr. Abdurrahman KÖSEMAN	Türkiye
Zootekni	Doç. Dr. Müzeyyen KUTLUCA KORKMAZ	Türkiye

Yayın / Danışma Kurulu

Prof. Dr. Abbasov Vahid HACİBEYOĞLU, vahidabbasov@bsu.edu.az, Baku State University

Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU, adnan.hayaloglu@inonu.edu.tr, İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Alper DURAK, alper.durak@ozal.edu.tr, Malatya Turgut Özal Üniversitesi

Prof. Dr. Aliakbar Hedayati, hedayati@gau.ac.ir, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural

Prof. Dr. Berkant ÖDEMİŞ, bodemis@mku.edu.tr, Mustafa Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. Bilal CEMEK, bcemek@omu.edu.tr, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. Esen ORUÇ, esen.orucbuyukbay@gop.edu.tr, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Prof. Dr. Hüseyin KARLIDAĞ, husyin.karlidag@ozal.edu.tr, Malatya Turgut Özal Üniversitesi

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN, kagan.kokten@sivas.edu.tr, Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi

Prof. Dr. Mahmut KAPLAN, mahmutk@erciyes.edu.tr, Kayseri Erciyes Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet VAROL, mehmet.varol@ozal.edu.tr, Malatya Turgut Özal Üniversitesi

Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA, makcura@comu.edu.tr, Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa KIZILŞİMSEK, kizilsimsek@ksu.edu.tr, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Nihat TURSUN, nihat.tursun@ozal.edu.tr, Malatya Turgut Özal Üniversitesi

Prof. Dr. Orhan DENGİZ, odengiz@omu.edu.tr, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. Vedat CEYHAN, vceyhan@omu.edu.tr, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Doç. Dr. Didem ŞAHİNGİL, didem.sahingil@inonu.edu.tr, İnönü Üniversitesi

Doç. Dr. Ercan SOYDAN, esoydan@omu.edu.tr, Ankara Üniversitesi

Doç. Dr. Sahib ALİYEV, sahib.aliyev@forsgroup.az, Baku State University

Doç. Dr. Bojana PETROVIC, petrovic_bojana@hotmail.com, The Czech Academy of Sciences (CAS)

İÇİNDEKİLER

Karacadağ koşullarında konvansiyonel ve organik çeltik yetiştiriciliğinin araştırılması.....	1
Şerif Kahraman*, Şehmus Atakul , Sevda Kılınç ,Aydın Alp	1
Denizli İlinde Bağda Külleme Hastalığına (<i>Erysiphe necator</i> Schw.) Karşı Kimyasal Mücadele Programları Üzerinde Çalışmalar	8
Dilek Poyraz*, Ayşe Uysal Morca	8
Kasaplık Piliç Üretiminde Bandırma İlçesindeki İşletmelerin Yapı ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Bir Çalışma	15
Şuayip Yüzbaşı*, Berna Kendirli	15
Damla Sulama Sistemi ile Sulanan Mısırın Su Verim İlişkileri: İzmir Menemen Örneği	25
Perihan Tarı Akapa*, Şuayip Yüzbaşı, Mehmet Gündüz	25
Topraksız Marul Yetiştiriciliğinde Mikoriza ve Solucan Gübresi Kullanımı ile Kimyasal Kullanımının Azaltılması.....	34
Alper Durak*, Ahmet Seyfettin Polat	34
Kuraklık Stresi ve Sonrasında <i>Viburnum tinus</i> L. Bitkisinin Morfolojik ve Fizyolojik Tepkilerinin Belirlenmesi	42
Sıddık Doğan*, Bülent Yılmaz	42

Araştırma Makalesi

Karacadağ koşullarında konvansiyonel ve organik çeltik yetiştiriciliğinin araştırılması

Şerif Kahraman^{a,*}, Şehmus Atakul^b, Sevdâ Kılınç^b, Aydın Alp^c^aMalatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Malatya, Türkiye^bGAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü Sur, Diyarbakır, Türkiye^cDicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sur, Diyarbakır, Türkiye

ÖNE ÇIKANLAR

- Yerel Karacadağ çeşidi, incelenen bütün özellikler bakımından Osmancık-97 çeşidine göre daha iyi bulunmuştur.
- Yerel Karacadağ çeltiği bölgede organik çeltik yetiştiriciliğinde bir alternatif olabilir.
- Karacadağ bölgesi organik tarım üretimi açısından iyi bir potansiyel taşımaktadır.

MAKALE BİLGİSİ

Anahtar kelimeler:

Diyarbakır

Fertilite

Karacadağ

Yabancı ot

Geliş tarihi: 19 Şubat 2025

Revizyon tarihi: 25 Şubat 2025

Kabul tarihi: 11 Mart 2025

Yayın tarihi: 30 Haziran 2025

*Sorumlu yazar:

serif.kahraman@ozal.edu.tr

ÖZET

Organik tarım, sadece sürdürülebilir tarım değil, aynı zamanda kaliteli ve sağlıklı ürünler üretmeyi hedefleyen alternatif bir üretim modelidir. Karacadağ ekolojik koşullarında konvansiyonel ve organik çeltik yetiştirme olanaklarını belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada, materyal olarak Osmancık-97 ve yerel Karacadağ çeşitleri kullanılmıştır. Araştırma; Diyarbakır İli Karahan Mahalesi'ndeki bir çiftçi tarlasında, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı yürütülmüştür. Araştırmanın sonuçlarına göre; fertilite %83.5-91.2, hasat indeksi %35.7-36.5, yabancı ot sayısı 1.94-3.28 adet/m² arasında değişim göstermiştir. Karacadağ çeşidinin birim alandaki ortalama tohum verimi konvansiyonel ve organik koşullarda sırasıyla 481.6 kg da⁻¹ ve 417.9 kg da⁻¹ olarak tespit edilirken, Osmancık-97 çeşidinin birim alandaki ortalama tohum verimi konvansiyonel ve organik koşullarda sırasıyla 378.4 kg da⁻¹ ve 323.4 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Yerel Karacadağ çeşidi incelenen bütün özellikler bakımından Osmancık-97 çeşidine göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Karacadağ çeltik çeşidi Diyarbakır çevre şartlarına uyum yeteneği olan bir çeşittir. Bu çalışma ile; Karacadağ çeltik çeşidinin Karacadağ çevre şartlarına uyum yeteneğinin yüksek olduğu, bu çeltik çeşidinin organik yetiştiricilikte kullanılmasıyla, yörede organik üretimin yaygınlaşmasına katkı sağlayacağı kanaatine varılmıştır.

Research of conventional and organic paddy cultivation in Karacadağ conditions

Şerif Kahraman^{a,*}, Şehmus Atakul^b, Sevda Kılınç^b, Aydın Alp^c

^aMalatya Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Malatya, Türkiye

^bGAP International Agricultural Research and Training Center, Diyarbakır, Türkiye

^cDicle University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Diyarbakır, Türkiye

HIGHLIGHTS

- Local Karacadağ paddy variety is superior to the other Osmancık-97 cultivar in terms of all traits.
- Karacadağ paddy variety may be a alternative for organic paddy cultivation in the region.
- The Karacadağ region has good potential for organic agriculture production.

ARTICLE INFO

Keywords:

Diyarbakır

Fertility

Karacadağ

Weed

Received: 19 February 2025

Revised : 25 February 2025

Accepted: 11 March 2025

Published: 30 June 2025

*Corresponding author:

serif.kahraman@ozal.edu.tr

ABSTRACT

Organic production is not only sustainable agriculture but also an alternative production model that aims to produce quality and healthy products. The present work was conducted to define the potentialities of growing conventional and organic paddy in Karacadağ ecological conditions. The Osmancık-97 and Karacadağ cultivars were used in the research. The research was conducted in three replications according to the split parcel trial design in random blocks paddy growing periods on the farmer field in Karahan neighborhood, in Diyarbakır. According to the results obtained from the research; fertility was 83.5-91.2%, harvest index was 35.7-36.5%, and number of weed varied between 1.94-3.28 number/m². The values of grain yield of the Karacadağ cultivar were 4816 kg ha⁻¹ and 4179 kg ha⁻¹ in conventional and organic conditions, while the values of grain yield of the Osmancık-97 cultivar were 3784 kg ha⁻¹ and 3234 kg ha⁻¹ in conventional and organic conditions, respectively. The local Karacadağ variety gave better results than the Osmancık-97 variety in terms of all traits examined. The Karacadağ paddy variety is a variety that has the ability to adapt to Karacadağ environmental conditions. With this study; It was concluded that the Karacadağ paddy variety has a high ability to adapt to Karacadağ environmental conditions and that the use of this paddy variety in organic cultivation will contribute to the spread of organic production in the region.

1. GİRİŞ

Yaşanan küresel kuraklık ve pandemi gibi nedenler, tarımsal ürünlerin önemini artırmış ve bunları ülkeler için Stratejik Ürünler durumuna getirmiştir (Sayar, 2022). Bununla beraber Dünyada tarımsal kaynaklı çevresel sorunlar ise artış göstermiştir. Bu sorunların çözümüne yönelik çabalar, insan sağlığı ve doğal kaynakları korumayı esas alan sürdürülebilir tarım sistemlerinin ilk adımını oluşturmaktadır. Bu bağlamda ortaya çıkan organik tarım ve iyi tarım uygulamaları, günümüzde en yaygın sürdürülebilir tarım sistemleri olarak kabul edilmektedir (Aydın Eryılmaz ve ark., 2019). Ülkemiz için oldukça değerli olan “Verimli Hilal” veya “Mezopotamya” olarak isimlendirilen kıymetli arazilerde bilinçli tarım

yaparak ekolojik düzenin korunması önemlidir (Kendal ve Sayar, 2013). Organik tarım çevrenin ve insan sağlığının korunması açısından sağladığı faydalar yanında, kırsal alanda iş alanını olumlu etkilemekte ve kırsaldaki ekolojinin korunmasını da sağlamaktadır. İklimi ve toprak yapısı, tarımsal ürün zenginliği, organik tarımda ihtiyaç duyulan istihdam yönünden tarımsal nüfusun fazla olması göz önüne alındığında Güneydoğu Anadolu Bölgesi organik tarım üretimi açısından oldukça iyi bir potansiyel taşımaktadır. Bölgede çeltik bitkisi organik olarak yetiştirilebilecek bir üründür (Gürsoy ve ark., 2009; Çetinkaya ve ark., 2013). Çeltik dünyanın ihtiyaç duyduğu önemli temel besin kaynakları arasında yer aldığından, organik çeltik tarımı son yıllarda önem

kazanmıştır (Çığ ve ark., 2023). Çeltikten elde edilen pirinç, bileşiminde düşük oranda protein olmasına rağmen amino asitlerce zengin olması sebebiyle uzak doğu ülkelerinde daha fazla tüketilmektedir. Farklı pirinç çeşitlerinin protein oranları %8.0-11.5 değişmektedir (Kahraman, 2024).

Türkiye’de 2021 yılında organik çeltik üretimi; Mardin’de 147 ton, Samsun’da 315 ton, Şanlıurfa’da 245 ton ve toplamda 707 ton üretilmiştir (Anonim, 2021). Çeltik, Dünya’da 754.4 milyon ton üretim ile insan beslenmesinde kullanılan önemli bir tahıldır (FAO, 2022). Ülkemizde 2023 yılı istatistik verilerine göre 900 000 ton üretim gerçekleşmiştir. Diyarbakır’da ise toplam çeltik ekilen alan 14 435 da, üretim 7 197 ton, verim ise dekara 499 kg’dır (TUİK, 2023). Karacadağ pirincinin mikro element bakımından tüketimi güvenilir bulunmuştur (Düzgün ve ark. 2018). Baklagillerin gübre olarak verildiği çeltik tarlalarında çeltiğin azot gereksiniminin %30-

50’si karşılanabilmektedir (Dabney ve ark., 1989). Karacadağ yöresindeki tarlaların çoğunluğu demir girmez (taşlık arazi) olduğu için ve çeltik tarımı 2-7 yılda bir aynı tarlaya ekilmektedir. Karacadağ bölgesi arazilerinde yoğun şekilde kimyasal ilaç ve sentetik gübre kullanılarak kirlenmemiştir. Karacadağ bölgesi organik tarım üretimi açısından iyi bir potansiyel taşımaktadır. Kimyasal gübre ve ilaçlar kullanılarak elde edilmiş pirinç ürünlerinin tüketilmesinde ziyade organik olarak üretilmiş pirinç tüketimi özellikle bebekler ve genel olarak bütün bireyler için daha sağlıklıdır. Bu çalışma; Karacadağ ekolojik koşullarında yerel Karacadağ çeltik çeşidi ile Osmançık-97 çeltik çeşidinin konvansiyonel ve organik yetiştirme koşullarında yetiştirme olanaklarını ve performanslarını belirleyerek, organik yetiştiricilik yapmak isteyen yöredeki üreticilere bir fikir oluşturmak amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmada Osmançık-97 ile Karacadağ çeltik çeşitleri kullanılmıştır. Çalışma 2011-2012 ve 2014 yıllarında Diyarbakır İlinin Bağlar İlçesi Karacadağ bölgesinde bulunan Karahan Mahallesi’nde çiftçi tarlasında yürütülmüştür. Mahalledeki deneme Karacadağ bölgesinde olup deniz seviyesinden yaklaşık 950-1000 m yüksekliktedir. Araştırmada; parsel büyüklükleri, ekimde 3*5 m, hasatta 2.5*4.0 m olarak belirlenmiştir. Bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulan denemede, çeşitler alt faktör, uygulamalar ise ana faktör olarak dizayn edilmiştir.

Deneme tarlasında toprak işlenmesi yapılmamış, sadece sulamanın daha rahat yapılması için tarla içinde kanal açma pulluğu ile su dağıtma kanalları oluşturulmuştur. Ayrıca denemeler her üç yılda da aynı Mahalle’de ama farklı arazilerinde kurulmuştur. Denemelerin ekimleri; 23/05/2011, 30.04.2012 ve 12/05/2014 tarihlerinde ön çimlendirilmiş tohumlar konvansiyonel parsellere metrekaresine 400 adet ve organik parsellere ise 440 adet tohum (yabancı ota mücadele için %10 daha fazla) gelecek şekilde elle serpmeye olarak yapılmıştır. Denemede konvansiyonel çeltik parsellerinde toprak analizine göre 6 kg da⁻¹ saf fosfor ve 12 kg da⁻¹ saf azot tamamlanacak şekilde gübre

verilmiştir. Fosforun tamamı ve azotun 1/3’ü ekimle birlikte verilmiştir. Azotun geri kalan 1/3’ü kardeşlenme sırasında, diğer 1/3’lük kısmı ise başaklanmadan önce verilmiştir. Organik çeltik üretim parsellerinde ise organik tarım için sertifikalı ekoflora gübresi ekimle birlikte 140 kg da⁻¹ ve B5A (toplam organik madde oranı %25, organik azot oranı %1.5 ve suda çözünür K₂O oranı %3) diğer sıvı organik gübrenin (400 g da⁻¹) yarısı ekim ile birlikte toprağa, diğer yarısı ise çiçeklenmeden sonra çeltiğe yapraktan uygulanmıştır.

Organik parsellerde yabancı otlar elle temizlenirken, konvansiyonel çeltik üretim parsellerinde kimyasal ilaçlama yapılmıştır. Hastalık görülmediğinden ilaçlama yapılmamıştır. İlk yıl çekirgeye karşı konvansiyonel çeltik parsellerinde kimyasal ilaç ve organik parsellerde ise neem azal organik sertifikalı ilaç kullanılmıştır. Diğer iki yıl çekirgeye karşı çiftçiler kendi tarlalarında kimyasal mücadele yaptıkları için zararlı popülasyonu düşmüş ve bu yüzden ilaçlama yapılmamıştır. Sulama suyu köydeki göletten sağlanmıştır. Sulama, salma sulama şeklinde 24-48 saat arayla yapılmıştır. Hasattan 5 gün önce sulama kesilmiştir. Çeltik hasatları; 10.10.2011, 24.09.2012 ve 02.10.2014 tarihlerinde orakla yapılmış daha sonra deneme hasat makinasıyla daneler salkımlarından

ayrılmıştır.

Denemelerin yapıldığı Diyarbakır'da, yıllık yağışın tamamı Ekim ve Haziran ayları arasında yağmaktadır. Yaz aylarında hava nemi oldukça düşmektedir (Çizelge 1).

Deneme alanından alınan toprak örneklerinden yapılan analiz sonuçlarına göre; deneme yeri toprakları killi-tınlı bünyeye sahiptir. Toprak pH'sı 7.68, toplam tuz % 0.01,

potasyum miktarı 120.46 kg da⁻¹ yarıyışlı fosfor miktarı 1.75 kg da⁻¹ ve organik madde % 1.42 olarak bulunmuştur (Çizelge 2).

Araştırma sonucunda elde edilen veriler JUMP istatistik paket programında analiz edilmiş, ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde AÖF testi uygulanmış ve değişim katsayıları (DK %) hesaplanmıştır (Yurtsever 1984, Düzgüneş ve ark. 1987).

Çizelge 1. Diyarbakır ili 2011, 2012 ve 2014 yıllarına ait nem, sıcaklık ve yağış verileri

Meteorolojik	Yıllar	Aylar							
		Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Ort./Top.
Ortalama Sıcaklık (°C)	2011	13.0	17.7	25.5	31.4	30.7	25.0	18.1	23.1
	2012	15.2	19.6	27.7	31.3	31.1	26.1	16.4	23.9
	2014	14.7	19.8	26.6	31.6	31.1	24.7	17.5	23.7
	Uzun yıllar	13.8	19.3	26.3	31.2	30.3	24.8	17.2	23.3
Ortalama Mak. Sıcaklık (°C)	2011	18.4	24.5	33.5	39.5	38.5	32.9	31.0	31.2
	2012	22.6	27.1	35.7	38.6	38.6	34.4	24.0	31.6
	2014	22.0	28.1	34.1	39.3	39.6	32.2	24.2	31.4
	Uzun yıllar	20.2	26.5	33.7	38.4	38.1	33.2	25.2	30.8
Aylık Toplam Yağış (mm)	2011	209.0	80.1	13.6	0.6	0	9.2	63.0	375.5
	2012	26.2	41.0	7.0	1.6	0	1.8	11.8	89.4
	2014	39.9	48.8	21.4	0.6	0	27.4	34.2	172.3
	Uzun yıllar	68.7	41.3	7.9	0.5	0.4	4.1	34.7	157.6
Ortalama Nispi Nem (%)	2011	75.7	67.6	38.0	22.5	21.7	30.2	41.6	42.5
	2012	58.5	58.0	27.8	20.2	20.8	23.1	55.2	37.6
	2014	63.1	53.5	29.2	22.2	21.3	35.5	61.5	40.9
	Uzun yıllar	63.0	56.0	31.0	27.0	28.0	32.0	48.0	40.7

Kaynak: Diyarbakır Meteoroloji Müdürlüğü

Çizelge 2. 2011 yılında Karahan Mahallesi'deki denemede ekim öncesi toprak örnekleri sonuçları

Örneğin Adı	Derinlik (cm)	Bünye	Top. Tuz (%)	pH	Fosfor kg da ⁻¹	Organik Madde (%)	Potasyum kg da ⁻¹
Karahan Mah.	0-20	Killi-tınlı	0.01	7.68	1.75	1.42	120.46

Fertilite (%): Başaktan alınan 100 adet çeltik tanesinden, tanesi dolu olanlarının 100'e bölünmesiyle bulunmuştur.

Yabancı Ot Sayısı (adet/m²): 1 metre karelik çember ile deneme parsellerindeki yabancı ot sayımı yapılmıştır.

Hasat İndeksi (%): Hasat olgunluğuna gelen bitkiler 1 metre karelik çember ile toprak seviyesinden kesilip hassas terazide tartılmış, bitkiden elde edilen dane ağırlığına bölünmek suretiyle yüzde olarak (Hasat İndeksi % = Dane ağırlığı da⁻¹ne + sap ağırlığı x 100) hesap edilmiştir.

Tane Verimi (kg da⁻¹): Parsellerin kenar tesirleri hariç, hasat edilen alanın metre kare verimi bulunduğundan sonra dekar olarak verimine dönüştürülerek bulunmuştur.

3. BULGULAR

Araştırmada, fertilite açısından çeşitler ve uygulamalar arasında % 1 düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiş olup, uygulama x çeşit interaksyonları arasında önemli farklılık bulunmamıştır. Uygulama x çeşit interaksyonları %83.5-91.2 arasında değişim göstermiştir. Çeşitler arasında; Karacadağ çeşidinde %89.9, Osmancık-97 çeşidinde ise %84.7 bulunmuştur. Organik uygulamada %86.0 olduğu, konvansiyonel uygulamada ise %88.5 ile daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 3).

Araştırmada, yabancı ot sayısı açısından çeşitler arasında %1 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuş olup, uygulamalar ve

uygulama x çeşit interaksyonları arasında önemli farklılık bulunmamıştır. Bu çalışmada yabancı ot sayısının organik uygulamada metrekarede 2.75 adet ve konvansiyonel uygulamada ise 26.1 adet olduğu; çeşitlere ait yabancı ot sayısı Karacadağ çeşidinde 2.11 ve Osmancık-97 çeşidinde ise 3.25 adet; çeşit x

uygulama interaksyonlarına ait değerlerinin konvansiyonel Karacadağ çeşitlerinde 1.94 adet ile en düşük yabancı ot değerine sahip olduğu, konvansiyonel Osmancık-97 çeşidinde ise 3.28 adet ile daha yüksek yabancı ota sahip olmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Fertilite ve yabancı ot sayısı değerlerine göre oluşan gruplar

Uygulamalar	Fertilite (%)			Yabancı Ot Sayısı (adet/ m ²)		
	Karacadağ	Osmancık-97	Ortalama	Karacadağ	Osmancık-97	Ortalama
Konvansiyonel	91.2	85.8	88.5 a	1.94	3.28	2.61
Organik	88.5	83.5	86.0 b	2.28	3.22	2.75
Ortalama	89.9 a	84.7 b		2.11 a	3.25 b	
DK (%): 2.36				DK (%): 16.74		
AÖF (% 5) Uygulama: 1.39**				AÖF (% 5) Uygulama: ö.d.		
AÖF (% 5) Çeşit: 1.5**				AÖF (% 5) Çeşit: 0.33**		
AÖF (% 5) Uygulama x Çeşit interaksyonu: ö.d				AÖF (%5) Uygulama x Çeşit interaksyonu: ö.d.		

DK (Değişim katsayısı), AÖF (Asgari önemli fark), **: % 1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4. Hasat indeksi ve tane verimi değerleri ile oluşan gruplar

Uygulamalar	Hasat İndeksi (%)			Tane Verimi (kg da ⁻¹)		
	Karacadağ	Osmancık-97	Ortalama	Karacadağ	Osmancık-97	Ortalama
Konvansiyonel	36.5	36.5	36.5	481.6	378.4	430.0 a
Organik	36.5	35.7	36.1	417.9	323.4	370.6 b
Ortalama	36.5	36.2		449.8 a	350.9 b	
DK (%): 4.19				DK (%): 2.63		
AÖF (% 5) Uygulama: ö.d				AÖF (% 5) Uygulama: 7.65**		
AÖF (% 5) Çeşit: ö.d.				AÖF (% 5) Çeşit: 17.99*39.92**		
AÖF (% 5) Uygulama x Çeşit interaksyonu: ö.d.				AÖF (% 5) Uygulama x Çeşit int.: ö.d.		

DK (Değişim katsayısı), AÖF (Asgari önemli fark), **: % 1 seviyesinde önemlidir.

Araştırmada, hasat indeksi açısından uygulama, çeşit ve çeşit x uygulama interaksyonları arasında önemli farklılık tespit edilmemiştir. Hasat indeksi yönünden uygulamalara ait değerlerin organik üretim uygulamasında %36.1 olduğu, konvansiyonel üretim uygulamasında ise %36.5 olup değerlerin yakın olduğu görülmektedir. Çeşitler arasında; Karacadağ çeşidinde %36.5, Osmancık-97 çeşidinde ise %36.2 bulunmuştur. Çeşit x uygulama interaksyonlarına bakıldığında ise; değerlerin %35.7 -36.5 arasında değiştiği ve değerlerin bir birine yakın olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Birim alan tane verimi açısından çeşit ve uygulamalar arasında % 1 düzeyinde çok önemli farklılıklar bulunmuş olup, çeşit x uygulama interaksyonları arasında önemli farklılık tespit edilmemiştir. Bu çalışmada 3 yıllık ortalama tane verimine göre, çeşit x

uygulama interaksyonlarına ait verilerin; konvansiyonel Karacadağ çeşidinde 481.6 kg da⁻¹ ile en yüksek değere sahip olduğu, organik Osmancık-97 çeşidinin 323.4 kg da⁻¹ ile en az değeri gösterdiği; uygulamalar açısından değerlerin organik üretimde 370.6 kg da⁻¹ ve konvansiyonel üretimde ise 430.0 kg da⁻¹ ile daha yüksek olduğu; çeşitlere ait verilerin Osmancık-97 çeşidinde 350.9 kg da⁻¹ olup, Karacadağ çeşidinde ise, 449.8 kg da⁻¹ ile daha yüksek verim değeri bulunmuştur (Çizelge 4).

4. TARTIŞMA

Fertilite döllenme zamanındaki aşırı sıcaklıktan dolayı azalmakta olup, bu da verimi düşürmektedir. Yerel Karacadağ çeşidinde fertilitenin daha yüksek çıkması, çeşidin yerel olmasından ve yüksek sıcaklığa toleranslı olmasından kaynaklanmaktadır. Şavşatlı ve ark. (2008), Samsun'da yaptıkları araştırmada

başakçık fertilitasını %32.1-97.4 değerleri arasında olduğunu bildirmişlerdir. Kahraman ve ark. (2024), tarafından Diyarbakır'da yürütülen çalışmada başakçık fertilitasını % %77.8-91.7 arasında olduğu bildirilmiştir.

Karacadağ çeşidinde yabancı ot miktarının az çıkması, çeşidin fazla kardeş vererek alanı daha fazla kaplamasından kaynaklanmış olabilir. Yabancı ot miktarı konvansiyonel ve organik parsellerde yakın değerlerde çıkmıştır. Elle ot alımı maliyetli olduğu için sadece bir defa elle ot alımı gerçekleştirilmiştir. Yabancı ot türleri yoğunluk adetlerine göre sırasıyla organik ve konvansiyonel parsellerde; darıcan, fener otu, kanyaş, kız otu, kuşyemi ve pıtrak olmuştur. Kahraman ve ark. (2021), Diyarbakır'da yürüttükleri çalışmada yabancı ot sayısını 1.50-2.67 adet/m² arasında bulmuşlardır. Süer ve ark. (2024), Diyarbakır'da yürüttükleri çalışmada 9 familyaya ait 14 yabancı ot türünü saptamışlardır.

Karacadağ çeşidinin verimi bölgede yüksek olup yüksek boylu bir çeşit olmasından dolayı hasat indeksi değerleri Osmancık-97 çeşidine yakın çıktığı tahmin edilmektedir. Şahin ve ark. (2012), Çankırı'da yaptıkları çalışmada, çeltikte hasat indeksini %28.8-53.3 arasında tespit etmişlerdir. Özcan ve Taban (2018), Çorum-Osmancık'da yaptıkları çalışmada, çeltikte hasat indeksini %41.37-57.07 arasında tespit etmişlerdir. Kahraman ve ark. (2024), Diyarbakır'da yürüttükleri benzer çalışmada hasat indeksini % %27.2-36.8 arasında bulmuşlardır.

Osmancık-97 çeşidi, bölgedeki yüksek sıcaklık ve düşük nemden dolayı adapte olamadığı ve bu yüzden düşük verime sahip olduğu düşünülmektedir. Karacadağ çeşidi yerel bir çeşit olup, yüz yıldan fazladır bölgede üretimi yapılmaktadır olduğundan bölgeye adapte oldundan dolayı, verimi daha yüksek çıkmıştır. Gevrek (2000), Menemen koşullarında çeltikte yürüttüğü çalışmada azola+azola yönteminde tane veriminin dekara 336 kg, mineral gübre uygulamasında ise 390

kg olarak bulmuştur. Choi ve ark. (2002), çeltikte yürüttükleri çalışmada; tüylü fiğ uygulamasında tane verimini dekara 568-587 kg, konvansiyonel dekara verimi ise 576 kg olarak bulmuşlardır. Lee ve ark. (2003), yürüttükleri çalışmada; dekara 10 kg azot, 3 kg fosfor uygulamasında dekara 569 kg ile en yüksek verimi alırken, dekara 2 ton tüylü fiğ uygulamasında dekara 529 kg verim elde etmişlerdir. Mendoz (2004), tarafından yürütülen çalışmada sonucunda, organik çeltik veriminin dekara 325 kg, konvansiyonel uygulamada ise dekara 352 kg olduğu bildirilmiştir.

5. SONUÇ

Organik çeltik üretimi ile çevreye zararlı ilaç ve gübrelerin önüne geçildiği gibi, çeltikten elde edilen pirincin tüketilmesi ve pirinçten elde edilen mamaların bebekler tarafından tüketilmesi sağlık açısından da büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla, organik tarım sadece karlılık değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik açısından da üzerinde durulması gereken önemli bir tarım sistemidir. Araştırma sonuçlarına göre; Karacadağ çeltik çeşidi tüm özellikler bakımından Osmancık-97 çeşidine göre en iyi değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Tohum verimi özelliği bakımından konvansiyonel üretilmiş Karacadağ çeşidi dekara 481.6 kg ile en yüksek değeri verirken, 2. Sıradaki en yüksek verimi ise organik olarak yetiştirilmiş Karacadağ çeşidi (417.9kg da⁻¹) vermiştir. Çeşitlere ait tohum verimi değerlerine bakıldığında ise Karacadağ çeşidinde dekara 449.8 kg ve Osmancık-97 çeşidinde ise dekara 350.9 kg olduğu saptanmıştır. Konvansiyonel olarak üretilmiş Karacadağ çeşidinin verimi organik olarak üretilmiş Karacadağ çeşidine göre %15 civarında fazla olmasına rağmen, piyasada organik pirincin konvansiyonel pirince göre yaklaşık %30 daha fazla fiyatla satıldığı göz önüne alındığında Karacadağ çeşidi ile organik çeltik tarımın uygulanabilir olduğu kanaatine varılmıştır.

Yazar katkısı: Yazarlar çalışmaya eşit oranda katılım sağlamışlardır.

Çıkar çatışması beyanı: Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

Anonim, (2021). [www. tarim.gov.tr/ organik-tarimsal-uretim-verileri](http://www.tarim.gov.tr/organik-tarimsal-uretim-verileri). (Erişim Tarihi:

10.05.2024).

Aydın Eryılmaz, G., Kılıç, O., & Boz, İ. (2019).

- Türkiye’de Organik Tarım ve İyi Tarım Uygulamalarının Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 29(2), 352-361. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.446002>
- Choi, D., Goh, H.G. & Lee, Y.J. (2002). The modern technique for organic rice cultivation in Korea. *RDN/ARNOA International Conference Development of Basic Standart for Organic Rice Cultivation*, 12-15 November 2002. RDA and Dankook Univ. Korea. S, 286-306.
- Çetinkaya, H., Kendal, E. & Sayar M. S. (2013). Ekolojik tarım açısından Güneydoğu Anadolu Bölgesinin önemi, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6 (1): 195-198.
- Çığ, F., Erden, Z., Toprak, Ç.C. ve Doğan, S. (2023). Organik çeltik tarımı potansiyeli, karşılaşılan zorluklar ve sürdürülebilirliği: Türkiye örneği. Tarla bitkilerinde yetiştiricilik, ıslah ve yenilikçi uygulamalar. İKSAD yayınevis. 139-152. <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10459925>
- Dabney, S.M., Breitenbeck, G. A., Griffin, J. L., & Hoff B. J. (1989). Subterranean clover cover crop used to increase rice yield. *Agronomy Journal*. Vol. 81(3): 483-487.
- Düzgün, M., Baran, F.B., Kahraman, Ş., ve Düz, M.Z. (2018). Determination of trace elements in Karacadag rice by ICP-OES. *International Engineering and Natural Sciences Conference*. S, 525-533, Diyarbakır.
- FAO, (2022). Rice Productions, the food and agriculture organization of the united nations (FAO), www.fao.org. (Access Date: 08.05.2024).
- Gevrek, N.G. (2000). Çeltik Tarımında Azot Kaynağı Olarak Azolanın Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. *Türk J. Agric.s.* 165-172.
- Gürsoy, S., Türk, Z., İkinci, İ. ve Kolay, B. (2009). Diyarbakır ili ve ilçelerinde çiftçilerin organik tarıma bakış açısı. *1. GAP Organik Tarım Kongresi*, 17-20 Kasım 2009, Şanlıurfa. S, 254-259.
- Kahraman, Ş., Atakul, Ş., Kılınç, S., Alp, A., Duman, M., Baran, B., Özasan, C. (2021). Çeltik yetiştiriciliğinde organik tarım olanaklarının araştırılması ve konvansiyonel tarım ile karşılaştırılması. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 9(2): 54-61, DOI :10.33409/tbbbd.970237
- Kahraman, Ş., Atakul, Ş., Kılınç, S., Alp, A. (2024). Organik ve Konvansiyonel Çeltik Yetiştiriciliğinin Ekonomik Olarak Karşılaştırılması. *Özal Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 1(1), 1-7.
- Kahraman, Ş. (2024) Rice Protein as an Alternative Protein Source. *Alternative Protein Sources*, Nobel Tıp Kitabevleri, S,115-125, İstanbul, Türkiye.
- Kendal, E., ve Sayar, M..S. (2013). Dicle ve Fırat havzalarında bilinçsiz sulamanın ekolojik denge üzerinde oluşturduğu riskler, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6 (1): 89-91.
- Lee, Y.H., Lee, S.M., Lee, Y.J., ve Choi, D.H. (2003). Rice cultivation using organic farming system with organic input materials in Korea National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon 441-707, South-Korea.
- Mendoz, T.C. (2004). Evaluating the benefits of organic farming in rice agroecosystems in the philippines. *Journal of Sustainable Agriculture*, Volume 24, Issue 2 June 2004, p. 93-115.
- Özcan, H., Taban, S. (2018). Çinko uygulamasının bazı çeltik çeşitlerinde agronomik parametreler üzerine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 6(1): 12-18.
- Sayar, M.S. (2022). GAP Bölgesi ve bazı modern tarımsal teknolojiler. *Mimar ve Mühendisler Grubu (MMG) Dergisi*, Sayı 123 (Mart-Nisan) 2022, s. 30-32.
- Süer, İ. E., Eşitmez, B., Ateş, E., Kahraman, Ş., vd. (2024). Damla sulama sistemi ile yetiştiriciliği yapılan çeltikte herbisitlerin yabancı otlara karşı etkinliğinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3), 649-662. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1446917>
- Şahin, M., Sezer, İ., Dengiz, O., Akay, H., ve Öner F. (2012). Kızılırmak şartlarında yetiştirilen bazı çeltik çeşitlerinin verim performanslarının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 5 (1): 33-36.
- Şavşatlı, Y., Gülümser, A., ve Sezer, İ. (2008). Samsun ekolojik şartlarında yetiştirilen çeltik genotiplerinin verim ve verim unsurları bakımından karşılaştırılması. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 2008, 23(1): 7-16.
- TUİK, (2023). Türkiye istatistik kurumu. bitkisel üretim istatistikleri. [https:// da-1.ta.tuik.gov.tr](https://da-1.ta.tuik.gov.tr) (Erişim tarihi: 08.05.2024).
- Yurtsever, N. (1984). Deneyisel İstatistik Metotları. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayını.



Araştırma Makalesi

Denizli İlinde Bağda Külleme Hastalığına (*Erysiphe necator* Schw.) Karşı Kimyasal Mücadele Programları Üzerinde Çalışmalar

Dilek Poyraz^{a,*}, Ayşe Uysal Morca^b^aZirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bornova, İzmir, Türkiye^bTarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

ÖNE ÇIKANLAR

- A Programında %74.05, B programında %91.52 ve Program A ve B'ye göre daha erken dönemde başlanılan C Programında ise %94.56 etki elde edilmiştir.
- B Programı ve C Programından benzer sonuçlar alınmış ve en etkili mücadele programları olduğu görülmüştür.
- İşçilik ve ilaçlama masraflarının düşürülmesiyle elde edilecek fayda ve doğal dengenin korunması gibi çıktılar dikkate alındığında hastalıkla etkin mücadele Program B tavsiye edilebilir.

MAKALE BİLGİSİ

Anahtar kelimeler:

Asma

Külleme

Erysiphe necator

Kimyasal kontrol

Geliş tarihi: 28 Şubat 2025

Revizyon tarihi: 10 Nisan 2025

Kabul tarihi: 10 Nisan 2025

Yayın tarihi: 30 Haziran 2025

*Sorumlu yazar:

dilekpoyraz@gmail.com

ÖZET

Türkiye’de bağ küllemesi ile kimyasal mücadele Zirai Mücadele Teknik Talimatına göre yapılmaktadır. Ancak uygulamada hastalığın mücadelesinde sorunların yaşandığı bilinmektedir. Bu çalışma, bağ küllemesiyle mücadelede karşılaşılan sorunların giderilmesine ve daha etkili bir mücadele stratejisinin oluşturulmasına katkı sağlamayı amaçlamıştır.

Kimyasal mücadelede doğru zamanın belirlenmesi amacıyla farklı ilaçlama zamanlarını içeren 3 farklı ilaçlama programı denenmiştir. Bu çalışma kapsamında denemeler 2015 yılında, Ege bölgesi için ekonomik olarak önemli olan ve yaygın olarak hem kurutmalık hem sofralık olarak üretimi yapılan Sultani Çekirdeksiz Üzüm çeşidinde, Yenicekent-Buldan/Denizli’de yapılmıştır.

A Programında %74.05 etki elde edilmiştir. B programında (A Programına göre yapılan birinci ve ikinci ilaçlama arasına ilave edilen bir ilaçlamanın daha olduğu) %91.52 ve Program A ve B'ye göre daha erken dönemde başlanılan C Programında ise %94.56 etki elde edilmiştir. Yapılan değerlendirmelere göre, B Programı ve C Programından benzer sonuçlar alınmış ve en etkili mücadele programları olduğu görülmüştür. İlaçlama sayısı, ilaçlama maliyeti ve işçilik masraflarının düşürülmesiyle elde edilecek fayda ve doğal dengenin korunması gibi çıktılar dikkate alındığında hastalıkla etkin mücadele Program B tavsiye edilmelidir.

Studies on Chemical Control Programs Against Powdery Mildew Disease (*Erysiphe necator* Schw.) in Vineyards in Denizli Province

Dilek Poyraz^{a,*}, Ayşe Uysal Morca^b

^aDirectorate of Plant Protection Research Institute, Bornova, Izmir, Türkiye

^bGeneral Directorate of Agricultural Research and Policies, Ankara, Türkiye

HIGHLIGHTS

- 74.05% effect was achieved in Program A, 91.52% in Program B and 94.56% in Program C, which was started earlier than Programs A and B.
- Similar results were obtained from Program B and Program C and it was seen that they were the most effective control programs.
- Considering the benefits to be obtained by reducing labor and pesticide costs and the protection of the natural balance, Program B can be recommended for effective control of the disease.

ARTICLE INFO

Keywords:

Grapevine
Powdery mildew
Erysiphe necator
Chemical control

Received: 28 February 2025

Revised : 10 April 2025

Accepted: 10 April 2025

Published: 30 June 2025

*Corresponding author:

dilekpoyraz@gmail.com

ABSTRACT

In Turkey, chemical control of grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator* Schw.) is implemented according to the Plant Protection Technical Instruction. However, it is known that there are challenges in the control of this disease in practice. This work aims to address the challenges in the control of powdery mildew and contribute to the development of a more effective control strategy.

Three different spraying programs were tested to determine the proper time for chemical control. Trials were conducted in Yenicekent-Buldan/Denizli in 2015 with the Sultani Seedless Grape variety, which is of economic importance in the Aegean region and is produced on a large scale for both dry and table purposes.

In programme A, an effect of 74.05% was achieved. In programme B (in which an additional spray was applied between the first and second spray in programme A) the efficacy was 91.52% and in programme C, which was started earlier than programmes A and B, an efficacy of 94.56% was achieved. Based on the evaluations, similar results were obtained in both B Program and C Program, with these two programs being the most effective. Considering factors such as the number of sprays, labour, pesticide cost savings and maintenance of natural balance, Program B should be recommended for effective disease control.

1. GİRİŞ

Bağcılık açısından Türkiye, dünyada en elverişli iklim koşullarına sahip ülkelerden birisidir. Anadolu bağcılığının kökeni M.Ö. 2300 yıllarına dayanırken aynı zamanda asmanın (*Vitis vinifera* L.) gen merkezi konumundadır (Çelik vd., 1998).

Türkiye, dünya genelindeki üzüm üreticisi ülkeler arasında önemli bir konumda yer alırken yaklaşık 435 000 hektar alanda 4.2 milyon ton üzüm üretimi ile altıncı sırada yer almaktadır

(FAO, 2020). Türkiye'deki bu toplam üretimin yaklaşık 2,2 milyon tonu (%52) sofralık, 1.6 milyon tonu (%38) kurutmalık ve 456 bin tonu (%11) ise şaraplık ve şıralık olarak değerlendirilmektedir. Üzüm üretimi, ülkemizde başta Manisa olmak üzere, Denizli, Mersin, İzmir, Gaziantep ve Mardin illerinde yapılmaktadır (TÜİK, 2020).

Tarımda ekonomik öneme sahip olan üzüm yetiştiriciliğinde; üretimi, işlenmesi, depolanması

ve pazarlanması sırasında önemli sorunlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Özellikle üretim sırasında ortaya çıkan sorunların başında hastalık ve zararlılar gelmektedir. Bu hastalıklar arasında; Külleme (*Erysiphe necator* Schwein.), Mildiyö (*Plasmopara viticola* Berl. & De Toni.), Kurşuni Küf (*Botrytis cinerea* Pers.), Ölükol (*Phomopsis viticola* Sacc.), Antraknoz (*Elsinoe ampelina* Shear.), Kav (*Stereum hirsutum* Pers., *Phellinus igniarius* Quél.), Petri (*Phaeoacremonium aleophilum* W. Gams, Crous, M.J. Wingf. & Mugnai., *Phaeomoniella chlamydospora* Crous & W. Gams) ve Eutypa geriye ölüm (*Eutypa lata* Tul. & C. Tul) Hastalığı yer almaktadır (Anonim, 2022a, b).

Türkiye'nin coğrafik konumu ve ekolojik faktörlerin uygunluğu bağcılığın geniş alanlara yayılımını arttırmaktadır. Bağcılıkta fungal hastalıklar verimi olumsuz yönde etkileyen önemli bir sorundur. Türkiye'de bağ küllemesi (*Erysiphe necator*) ekonomik kayıplara yol açan önemli bağ hastalıklarından birisidir. *Erysiphe necator* obligat bir parazittir, salkımın kalitesini, bağın gelişimini ve verimini olumsuz şekilde etkilemektedir (Pearson ve Goheen, 1988). Bağ küllemesi hastalığı, asmanın yaprak, sap, sürgün ve salkımında olmak üzere tüm yeşil aksamda görülmektedir. Bu hastalık bağlarda erken dönemde görüldüğünde, bitkide gelişme geriliği, yaprak ve salkım iskeletinde kül görünümünde belirtileri görülmektedir. Üzüm taneleri tam olgunlaşma büyüklüğünde değilken enfekte olursa, salkımdaki tanelerin sap doğrultusunda çatladığı görülmektedir. Renkli çeşitlerde ise, taneler renklerini tam alamamaktadır. Sofralık ile şaraplık çeşitlerin kalitesi düşmekte ve şarabın tadı bozulmaktadır (Anonim, 2022a, b, c).

Erysiphe necator enfeksiyonları vejetasyon döneminde primer inokulum kaynaklarından başlamakta daha sonra sezon boyunca enfeksiyonlar tekrarlanmaktadır. Primer enfeksiyondan sonraki 7-10 gün içinde 21-30°C' de sporlar hızlı şekilde çimlenmektedir ve uygun sıcaklıklarda sezon boyunca sporulasyon devam etmektedir. Flaherty ve ark. (1992), külleme hastalığının kimyasal mücadelesinde ilaçlamaların gözler uyandıktan 14 gün sonra kükürt ile başlanması ve her 14 günde bir kükürt uygulamasının tekrar edilerek mücadelenin devam etmesi gerektiğini belirtmiştir. Bitki gelişimi hızlı ise sürgün uzunluğunun 15 cm olduğu dönemde uygulamalara başlanması ve sürgünler 30-45 cm'ye ulaştığında uygulamanın

tekrar edilmesi gerektiğini bildirmiştir. Daha sonraki uygulamalara ise üzüm olgunlaşmaya başlayana kadar yaklaşık 14 günde bir ya da sıcaklıkların enfeksiyon gelişimini olumsuz etkileyeceği (35°C'nin üzeri) sıcaklığa ulaşana kadar devam edilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Hastalık ile mücadelede ilaçlama programı erken dönemde, yani gözlerin uyanması ile meyve tutumu arasında başlatıldığı zaman, yaprak enfeksiyonlarının baskılandığı ve sonraki uygulamalarla gözden kaçan enfeksiyonların şiddetinin azaldığı bildirilmiştir (Wilcox, 2003).

Üzüm üreticileri tarafından bazı yıllarda uygulanan geleneksel ilaçlama programı ile bağ küllemesi hastalığına karşı mücadelede etkili sonuç alınmadığı, önemli verim ve kalite kayıplarının olduğunu bildirilmiştir. Bunun nedeninin ise uyguladıkları programdaki ilk ilaçlama zamanının, primer enfeksiyonlar başladıktan sonraki bir dönemde olabileceğini düşündürmüştür. Bununla birlikte bu programdaki birinci ve ikinci ilaçlama zamanı arasında 30-40 gün gibi ilaçsız uzun bir süre geçmektedir. Bu sürenin de hastalıklar için önemli bir inkübasyon periyodu olduğu bilinmektedir. Bağ küllemesi ile mücadelede, fungusitler koruyucu olarak uygulandığında daha etkili olmakta ve uygulamaların bu şekilde yapılması önerilmektedir. Genellikle bu fungusitlerin etki sürelerinin 7-14 gün arasında olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, bağ küllemesi hastalığına karşı başarılı bir mücadele programı oluşturmak amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyalini, Yenicekent-Buldan/Denizli' de telli sistemde Sultani Çekirdeksiz Üzüm çeşidinin bulunduğu bir bağ, külleme hastalığı, kresoxim-methyl %10+boscalid %20 (30 ml/100 l su dozu) aktif madde içeren preparat ve mekanik sırt pülverizatörü oluşturmuştur.

Bağda Külleme Hastalığına Karşı İlaçlama Programlarının Etkinliğinin Belirlenmesi

Bağda külleme hastalığına karşı ilaçlama programlarının etkinliğinin belirlenmesi amacıyla denemeler, Bağ Küllemesi Hastalığı [*Erysiphe necator* (Schw.) Burr.] Standart İlaç Deneme Metodunda yer aldığı gibi tesadüf blokları deneme desenine göre 4 karakter (A Programı, B Programı, C Programı, Kontrol) ve 6 tekerrür olacak şekilde planlanmıştır. Parsellerde telli bağ

sisteminde aynı sıra üzerinde 6 asma yer almış ve ortadaki 4 asmada sayımlar yapılmıştır.

Çalışmada aşağıda belirtilen programlarda yer alan ilaçlama zamanları denenmiştir. Uygulama sayıları ve uygulama tarihleri kaydedilmiştir.

A Programı:

1. İlaçlama: Çiçekten önce sürgünlerin uzunluğu 25-30 cm olduğu zaman,

2. İlaçlama: Çiçek taç yapraklarını döktüğü ve korukların saçma tanesi büyüklüğünde olduğu zaman,

3. ve diğer ilaçlamalar: İkinci ilaçlamayı takiben kullanılan ilacın etki süresi ve iklim koşulları dikkate alınarak üzüm tanelerine tatlı su yürüdüğü olgunlaşma başlangıcına (ben düşme) kadar olan zamanda toplam 7 ilaçlama yapılmıştır (Anonim, 2009).

B Programı:

1. İlaçlama: Çiçekten önce sürgünlerin uzunluğu 25-30 cm olduğu zaman,

2. İlaçlama: Çiçeklenme öncesinde çiçek tomurcuklarının ayrıldığı zaman,

3. İlaçlama: Çiçek taç yapraklarını döktüğü ve korukların saçma tanesi büyüklüğünde olduğu zaman,

4. ve diğer ilaçlamalar: Üçüncü ilaçlamayı takiben kullanılan ilacın etki süresi ve iklim koşulları dikkate alınarak üzüm tanelerine tatlı su yürüdüğü olgunlaşma başlangıcına (ben düşme) kadar olan zamanda toplam 8 ilaçlama yapılmıştır.

C Programı:

1. İlaçlama: Çiçekten önce sürgünlerin uzunluğu 10 cm olduğu zaman,

2. ve diğer ilaçlamalar: Birinci ilaçlamayı takiben kullanılan ilacın etki süresi dikkate alınarak üzüm tanelerine tatlı su yürüdüğü olgunlaşma başlangıcına (ben düşme) kadar olan zamanda toplam 9 ilaçlama yapılmıştır.

Kontrol: Kontrolde ilaçlama yapılmamıştır.

Sayım ve değerlendirmeler, aynı parsel üzerinde yer alan 6 asmanın ortasındaki 4 asma üzerinde yapılmıştır. Her parselde ortadaki 4 asmada ve her bir asmadaki en az 5'er salkımda olacak şekilde toplam 20 salkımda hasta ve sağlam üzüm taneleri sayılmış ve parseldeki hastalık oranı hesaplanmıştır.

Sayımlar, ilaçlamalara son verildikten sonra ilacın etki süresi ve hastalık etmeninin inkübasyon periyodu (5-6 gün) kadar süre sonunda, kontrol parsellerindeki hastalık oranının %20 ve üzerinde olduğu zaman yapılmıştır.

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 karakter ve her bir karakterde 6 tekerrür olacak şekilde kurulmuştur. Değerlendirmeler salkımlar üzerinde yapılmış ve hastalık yüzdesi hesaplanarak Abbott formülüyle denemeye alınan ilaçlama programlarının hastalığa karşı yüzde etkileri hesaplanmıştır. Elde edilen bu veriler, varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak farklılık belirlenmiştir ($P<0.05$). İstatistiksel analizler SPSS istatistik programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2022c).

3. BULGULAR

Bağda Külleme Hastalığına (*Erysiphe necator* Schw.) karşı kimyasal mücadelede farklı ilaçlama zamanlarını içeren 3 farklı programın etkinliğinin belirlenmesi amacıyla Ege Bölgesinde Sultani Çekirdeksiz Üzüm çeşidinin bulunduğu Yenicekent-Buldan/Denizli'de telli sistem bir bağda 25.03.2015 tarihinde denemeler kurulmuştur. Bağda ilk gözlerde uyanma 14.03.2015 tarihinde başlamış ve külleme hastalığının ilk belirtileri korukların saçma tanesi olduğu dönemde salkım taslağında ve koruklarda 29.05.2015 tarihinde görülmüştür. Denemenin yapıldığı bağda fenolojik takipler düzenli yapılarak belirlenen ilaçlama programları uygulanmıştır. Deneme süresince ilaçlama tarihleri, ilaçlama sayıları ve fenolojik dönemleri kaydedilerek Çizelge 1'de verilmiştir. Asmanın fenolojik dönemlerine ait tanımlamalarda Bağ Entegre Mücadele Teknik Talimatından yararlanılmıştır (Anonim, 2022a, b).

Sayımlar, salkımlardaki değerlendirme metoduna göre ilaçlamaları sonlandırdıktan sonra ilacın etki süresi ve hastalık etmeni için verilen inkübasyon periyodu kadar süre geçtikten sonra ve kontrol parsellerinde hastalık oranı %20 ve üzerinde olduğu zaman 28.07.2015 tarihinde yapılmıştır. Sayım sonuçlarındaki hesaplamalara göre, kontrolde ortalama %70 hastalık oranı saptanmış ve Abbot formülüyle denemede ele alınan ilaçlama programlarının %etkileri hesaplanmıştır. Elde edilen veriler SPSS programında yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiki olarak değerlendirilmiş ve istatistiksel gruplar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi Program C, %94.56 etki ile en etkili program olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla Program B (%91.52) ve Program A (%74.05) izlemiştir. İstatistiki olarak değerlendirildiğinde Program C

ile Program B'nin benzer olduğu, aralarında önemli bir fark olmadığı görülmüştür.

Çizelge 1. Denizli ili Buldan ilçesi Yenicekent beldesinde 2015 yılında bağda yapılan denemenin ilaçlama programlarına göre ilaçlama tarihleri, ilaçlama sayıları ve fenolojik dönemler

İlaçlama Programı	A Programı		B Programı		C Programı	
İlaçlama Sayısı	İlaçlama Tarihi	Fenolojik Dönem	İlaçlama Tarihi	Fenolojik Dönem	İlaçlama Tarihi	Fenolojik Dönem
1.İlaçlama	22.04.2015	Sürgünler 25-30 cm olduğu dönem	22.04.2015	Sürgünler 25-30 cm olduğu dönem	15.04.2015	Sürgünler 10 cm olduğu dönem
2.İlaçlama	20.05.2015	Çiçek taç yapraklarının döküldüğü ve korukların saçma tanesi iriliğinde olduğu dönem	08.05.2015	Çiçeklenme öncesi çiçek tomurcuklarının ayrıldığı dönem	27.04.2015	Sürgünler 25-30 cm olduğu dönem
3.İlaçlama	02.06.2015	Tane tutumu dönemi	20.05.2015	Çiçek taç yapraklarının döküldüğü ve korukların saçma tanesi iriliğinde olduğu dönem	08.05.2015	Çiçeklenme öncesi çiçek tomurcuklarının ayrıldığı dönem
4.İlaçlama	12.06.2015	İnce koruk dönemi	02.06.2015	Tane tutumu dönemi	20.05.2015	Çiçek taç yapraklarının döküldüğü ve korukların saçma tanesi iriliğinde olduğu dönem
5.İlaçlama	23.06.2015	Kapalı salkım dönemi	12.06.2015	İnce koruk dönemi	02.06.2015	Tane tutumu dönemi
6.İlaçlama	05.07.2015	Kapalı salkım-Olgunluk başlangıcı	23.06.2015	Kapalı salkım dönemi	12.06.2015	İnce koruk dönemi
7.İlaçlama	16.07.2015	Tanelere tatlı su yürüdüğü zaman (ben düşme dönemi)	05.07.2015	Kapalı salkım-Olgunluk başlangıcı	23.06.2015	Kapalı salkım dönemi
8.İlaçlama			16.07.2015	Tanelere tatlı su yürüdüğü zaman (ben düşme dönemi)	05.07.2015	Kapalı salkım-Olgunluk başlangıcı
9.İlaçlama					16.07.2015	Tanelere tatlı su yürüdüğü zaman (ben düşme dönemi)
Toplam İlaçlama Sayısı	7 İlaçlama		8 İlaçlama		9 İlaçlama	

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada Bağda Külleme Hastalığının (*Erysiphe necator* Schw.) kimyasal mücadelesinde uygun ilaçlama zamanları ile en etkili ilaçlama programı belirlenmiştir.

Elde edilen verilere göre; A Programının %74.05 etkili olduğu belirlenmiş ve istatistiki olarak B Programı ve C Programından farklı bir grupta yer almıştır. A Programında yer alan birinci ve ikinci ilaçlama arasında 28 gün ilaçsız bir zaman geçmiş ve korukların saçma tanesi büyüklüğünde olduğu dönemde (20.05.2015) ilaçlama gerçekleştirilmiştir. İlk belirtiler ise

29.05.2015 tarihinde görülmüştür. Program B ile Program A'daki ilk iki ilaçlama arasında çiçeklenme öncesi çiçek tomurcuklarının ayrıldığı dönemde (08.05.2015) ilaçlama yapılarak bu sürenin kısaltılması sağlanmıştır.

Bağ küllemesi ile mücadelede Ege Bölgesi için B Programı ve C Programının uygun ve başarılı ilaçlama programlarının olduğu ortaya konulmuştur. C Programında 9 ilaçlama gerçekleştirilmiş ve %94.56 etki elde edilmiştir. Program B'de ise, 8 ilaçlama gerçekleştirilmiştir ve % 91.52 etki elde edilmiştir.

Çizelge 2. İlaçlama programlarına göre Hastalık oranları (%) ve Etki (%)

Tekerrür	İlaçlama Programları					
	A		B		C	
	Hastalık Oranı (%)	Etki (%)	Hastalık Oranı (%)	Etki (%)	Hastalık Oranı (%)	Etki (%)
1	19.02	73.12	1.65	97.67	2.57	96.37
2	16.31	76.95	4.16	94.12	1.13	98.40
3	31.21	55.89	4.22	94.04	10.65	84.95
4	13.25	81.28	9.60	86.43	2.31	96.73
5	17.15	75.76	4.31	93.91	5.01	92.92
6	13.24	81.29	12.07	82.95	1.44	97.97
Ortalama	18.36	74.05b*	6.00	91.52a*	3.85	94.56a*

*Aynı harf ile ifade edilen değerler arasında istatistikî açıdan bir fark yoktur ($P \geq 0.05$, Duncan testi).

Mersin, Kahramanmaraş ve Adana’da bağ küllemesine karşı uygun mücadele programının tespiti üzerine Turan ve Tokgönül (1994)’ün yürüttükleri çalışmada, Program A’ya göre yapılan uygulamadaki birinci ve ikinci ilaçlama arasında geçen süre Arpaçsakarlar’da 38, Akdam ve Sarıçukur’da 30 ve Fındıklı’da 34 gün olarak bulunmuştur. Çalışmada 5 ilaçlama programı denenmiş ve A programına göre yapılan birinci ve ikinci ilaçlama arasına bir uygulama eklenerek yapılan program %100 etki ile en başarılı program olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuç, mevcut çalışmadan elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir.

Erzincan ilinde bağ küllemesi hastalığının mücadelesinde, tahmin-uyarı modellerinden yararlanma olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada ise, fenolojiye göre yapılan ilaçlamalarda sürgün uzunluğu 15 – 20 cm olduğu dönemde ilk ilaçlamaların başlaması ile hastalığın kontrol altına alınabileceği bildirilmiştir. Ancak bu çalışmada baran sisteminin olduğu bağlar esas alınmıştır (Albayrak ve ark., 2011).

New York’ ta Concord üzüm çeşidi üzerinde yürütülen bir çalışmada da meyve enfeksiyonlarının kontrolündeki en kritik zamanın çiçekten hemen önce ile çiçekten sonraki 2-4 hafta süresince devam ettiği bildirilirken diğer çalışmada ise primer enfeksiyonların erken sezonda kontrollünün gerekli olduğu ortaya konmuştur (Ellis, 2008; Ellis ve ark., 2009). Avustralya Şarap Araştırma Enstitüsü’nün yayınlarında ise çiçeklenmenin hemen öncesi ile meyve tutumuna kadar geçen dönemin mücadele için kritik bir dönem olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2010).

Moyer (2012) tarafından Bağ küllemesi ile mücadelede fungusit uygulamaları için iki kritik dönemin olduğu bildirilmiştir. İlk dönem, sezonun başlangıcında asmanın tüm aksamını kaplayacak

şekilde başlangıç enfeksiyonlarını önlemeye yönelik olmuştur. İkinci dönemin ise meyveyi korumaya yönelik olduğu bildirilmiştir. Bu periyotta hava koşulları külleme etmeninin optimum gelişimi için çok uygun olduğu bu nedenle fungusit uygulamalarının bu dönemde tekrarlanması gerektiği tavsiye edilmiştir.

Erysiphe necator tarafından Carignane üzüm çeşidinin (*Vitis vinifera* cv. Carignane) farklı fenolojik dönemlerinde külleme (*E. necator*) ile inokule olmuş gözler ve gelişen sürgünler üzerinde yapılan çalışmada sürgünlerin 3-6 yapraklı olduğu dönemde hastalık şiddeti değerlendirmiştir ve bu dönemin en duyarlı olduğu belirlenmiştir (Rumbolz ve Gubler, 2005).

Bağ küllemesi ile mücadelede bu çalışmada denenilen programlar arasında en yüksek etki %94,56 ile C programına göre yapılan uygulamalardan elde edilmiştir. Bu etkinin, ilk ilaçlama zamanının diğer programlara göre daha erken olması ve diğer ilaçlamaların kullanılan ilacın etki süresine göre devam edilmesinden kaynaklandığı görülmüştür. Böylece 1. ilaçlamadan sonra yapılan diğer ilaçlamalar, sezon boyunca hastalıkla mücadelede diğer programlara göre koruyucu etkiyi sürdürmüştür. Diğer fungal hastalıkların mücadelesinde olduğu gibi Bağ Küllemesi Hastalığında da fungusitlerin koruyucu olarak uygulandıklarında daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır (Gubler ve ark., 1999; Wilcox, 2003).

5. SONUÇ

Sonuç olarak; ilaçlama sayısı, ilaçlama maliyeti ve işçilik masraflarının düşürülmesiyle elde edilecek fayda ve doğal dengenin korunması gibi çıktılar dikkate alındığında %91,52 etki ile Program B’ye göre uygulanan ilaçlama programının tavsiye edilmesi uygun olacaktır.

1.İlaçlama: Çiçekten önce sürgünlerin uzunluğu 25-30 cm olduğu zaman,

2.İlaçlama: Çiçeklenme öncesinde çiçek tomurcuklarının ayrıldığı zaman,

3.İlaçlama: Çiçek taç yapraklarını döktüğü ve korukların saçma tanesi büyüklüğünde olduğu zaman,

4. ve diğer ilaçlamalar: Üçüncü ilaçlamayı takiben kullanılan ilacın etki süresi ve iklim koşulları dikkate alınarak üzüm tanelerine tatlı su

yürüdüğü olgunlaşma başlangıcına (ben düşme) kadar ilaçlamalara devam edilir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre etkinliği saptanan bu kimyasal mücadele programı ilgili Zirai Mücadele Teknik Talimatı, Standart İlaç Deneme Metodu ve Bağ Entegre Mücadele Teknik Talimatları revize edilerek uygulamaya aktarılmıştır.

Yazar katkısı: Her iki yazar çalışmanın, fikir/kavram, tasarım ve dizayn, denetleme/danışmanlık, veri toplama ve/veya işleme kısımlarında katkıda bulunmuşlardır. Analiz ve/veya yorum, literatür taraması, yazı yazar, eleştirel inceleme kısımlarında ise Dilek POYRAZ katkıda bulunmuştur.

Çıkar çatışması beyanı: Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Albayrak, S., Tuncer, S., Karadoğan, B., Bozbek, Ö., & Kalkan, N. N. (2011). Erzincan İli Bağlarında Bağ Küllemesi [*Erysiphe necator* Schw. (*Uncinula necator* Schw.) Burr.] Hastalığının Mücadelesinde Tahmin-Uyarı Modellerinden Yararlanma Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 51(2): 101-117.
- Anonim, (2009). ‘Bağ Küllemesi Hastalığı [*Erysiphe necator* (Schwein)] Standart İlaç Deneme Metodu’ Meyve- Bağ Hastalıkları Standart İlaçlama Deneme Metotları. https://www.tarimorman.gov.tr/tagem/menu/28/yayinlar_veriler (Erişim tarihi:03.01.2025)
- Anonim, (2010). https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/powdery_mildew_manage.pdf (Erişim tarihi:17.03.2025)
- Anonim, (2014). www.okuluzumu.gov.tr (Erişim tarihi:03.01.2025)
- Anonim, (2022a). Zirai Mücadele Teknik Talimatları. https://www.tarimorman.gov.tr/tagem/menu/28/yayinlar_veriler (Erişim tarihi:03.01.2025)
- Anonim, (2022b). Bağ Entegre Mücadele Teknik Talimatı. https://www.tarimorman.gov.tr/tagem/menu/28/yayinlar_veriler (Erişim tarihi:03.01.2025)
- Anonim,(2022c). Meyve- Bağ Hastalıkları Standart İlaçlama Deneme Metotları. https://www.tarimorman.gov.tr/tagem/menu/28/yayinlar_veriler (Erişim tarihi:03.01.2025)
- Çelik H., Ağaoğlu, Y.S., Fıdan, Y., Marasalı, B., & Soylemezoğlu, G. (1998). Genel Bağcılık, Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi:1.
- Ellis M. A., (2008). Powdery Mildew of Grape. Ohio State University Extension. HYG-3018-08.
- Ellis M.A., Funt, R.C., Celeste, W., Doohan, D., Bordelon B., Williams, R.N., & Brown, M. (2009). Midwest Small Fruit Pest Management Handbook, Bulletin 861, Chapter 5. Ohio State University.
- Flaherty, D.L.,Christense, L.P.,Lanini, W.T., Marois, J.J., Philips, P.A., & Wilson, L.T. (1992). ‘Grape Pest Management’, pp 48-50.
- Gubler, W.D., Rademacher, M.R., & Vasquez, S.J., (1999). Control of Powdery Mildew Using the UC Davis Powdery Mildew Risk Index, APSnet Features.
- Moyer, M. (2012). Grapevine Powdery Mildew. Washington State University. www.wine.wsu.edu/research-extension/ (Erişim tarihi: 25.07.2014).
- Pearson, R.C., &Goheen, A.C. (Eds.), (1988). Compendium of Grape Diseases. APS, St Paul, MN. Quarto, paperback, 121 pp.
- Tirtza, Z., & Moshe, R. (2008). Powdery mildew of Grape on Leaves-is it a problem? Integrated protection in Viticulture. IOBC/wprs Bulletin Vol. 36, 203-206.
- Turan, K., & Tokgönül, S. (1994). Bağ Küllemesine (*U. necator*) Karşı Uygun Mücadele Metodunun Tespiti Üzerinde Araştırmalar Bitki Koruma Bülteni. Cilt:34. No:3-4.
- TÜİK, (2020). Bitkisel Üretim İstatistikleri Verisi. <http://www.tuik.gov.tr/> (Erişim tarihi: 03.01.2025)
- Rumbolz, J., & Gubler, W.D. (2005). Susceptibility of Grapevine Buds to infection By Powdery Mildew *Erysiphe necator*. Plant Pathology 54, 535-548.
- Wilcox, W.F., (2003). Grapevine Powdery Mildew. Disease Identification Sheet No.102GFSG-D2.



Araştırma Makalesi

Kasaplık Piliç Üretiminde Bandırma İlçesindeki İşletmelerin Yapı ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Bir Çalışma

Şuayip Yüzbaşı^{a,*}, Berna Kendirli^b^aTürkiye Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Tarımsal Sulama ve Arazi Islahı Bölümü, İzmir, Türkiye^bAnkara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖNE ÇIKANLAR

- İncelenen 187 kümesin büyük kısmı 10000 - 20000 adet/devre kapasitelidir.
- Duvar, taban ve hacim açısından birçok kümes, tavuk başına düşen minimum alan değerlerinin altında kalmaktadır.
- Kümeslerde yaygın olarak tuğla, beton, eternit, cam yünü ve strafor kullanılmaktadır.

MAKALE BİLGİSİ

Anahtar kelimeler:

Bandırma
Kasaplık tavuk
Kümes kapasitesi
Yapısal özellikler
Isı kaybı

Geliş tarihi: 19 Nisan 2025
Revizyon tarihi: 2 Mayıs 2025
Kabul tarihi: 5 Mayıs 2025
Yayın tarihi: 30 Haziran 2025

*Sorumlu yazar:

yuzbasisuayip@gmail.com

ÖZET

Bu çalışma, 2011 yılında Bandırma ilçesine bağlı 31 köydeki toplam 250 kasaplık tavuk kümesinden 187'sinin yapısal özelliklerini inceleyerek mevcut durumu değerlendirmeyi amaçlamaktadır. İncelenen kümeslerin çoğunluğu Akçapınar, Bereketli, Doğruca, Kuşcenneti, Misakça, Ömerköy ve Yeşilçomlu köylerinde yoğunlaşmıştır. Kümeslerin %68'i 10000 - 20000 adet/devre, %22'si ise 20000 - 30000 adet/devre kapasitesindedir. Yapısal analizlerde, kümeslerin büyük çoğunluğunun genişliği 12 m'den az, uzunluğu ise %71 oranında 100 m'den kısadır. Yan duvar yükseklikleri 2.5 - 3.9 m arasında değişmekte olup, bu ölçülerin ısı kayıplarını etkilediği belirlenmiştir. Tavuk başına düşen duvar alanı, taban alanı ve hacim değerleri analiz edilmiş; çoğu kümesin bu değerlerde düşük düzeyde kaldığı tespit edilmiştir. Yapı elemanlarında tuğla, beton, eternit, cam yünü ve strafor gibi malzemeler kullanılmış; yalıtım düzeyleri yeterli görülmemiştir. Isı iletim katsayıları duvarlarda 1.35, çatılarda 0.33 - 0.35 kcal m⁻² °C olarak hesaplanmıştır. Yetersiz yalıtım nedeniyle ek ısıtma sistemlerinin kullanımı gerekli bulunmuştur. Havalandırma kapasitesinin yüksek olması ise hayvanlardan yayılan ısıyı aşmaktadır. Kümeslerde doğal aydınlatma bulunmazken, silo tipi yem depoları ve temel destek birimleri çoğunlukla mevcuttur. Araştırma, yapı elemanlarında iyileştirme ve yalıtım önlemlerinin gerekliliğine dikkat çekmektedir.

Research Article

A Study on the Structural and Functional Characteristics of Enterprises in Broiler Chicken Production in the Bandırma District

Şuayip Yüzbaşı^{a,*} , Berna Kendirli^b 

^aTürkiye International Agricultural Research and Training Center, Department of Agricultural Irrigation and Land reclamation, İzmir, Türkiye

^bAnkara University, faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Ankara, Türkiye

HIGHLIGHTS

- Most of the 187 clusters examined have a capacity of 10000 - 20000 units/circuit.
- Many clusters remain below the minimum space values per chicken in terms of wall, floor and volume.
- Brick, concrete, eternit, glass wool and styrofoam are commonly used in clusters.

ARTICLE INFO

Keywords:

Bandırma

Broiler

Poultry house capacity

Structural characteristics

Heat loss

Received: 19 April 2025

Revised : 3 May 2025

Accepted: 5 May 2025

Published: 30 June 2025

*Corresponding author:

yuzbasisuayip@gmail.com

ABSTRACT

This study, conducted in 2011, aimed to evaluate the structural characteristics of 187 broiler chicken houses out of a total of 250 located across 31 villages in the Bandırma district. The majority of the examined facilities were concentrated in the villages of Akçapınar, Bereketli, Doğruca, Kuşçenneti, Misakça, Ömerköy, and Yeşilçomlu. Regarding capacity, 68% of the poultry houses had between 10,000–20,000 birds per cycle, and 22% housed 20,000–30,000 birds. Most houses were less than 12 meters wide and under 100 meters long. Sidewall heights ranged between 2.5 and 3.9 meters, directly influencing thermal loss. The surface area and volume per bird were also analyzed, with many poultry houses falling below recommended levels. Building materials included brick walls, concrete floors, and roofing made predominantly of asbestos cement (eternit), with insulation using glass wool or styrofoam. Heat transmission coefficients were calculated as 1.35 kcal m⁻² °C for walls and 0.33 - 0.35 kcal m⁻² °C for roofs. Poor insulation necessitated additional heating systems, as ventilation-related heat loss exceeded the total heat produced by the animals. Artificial lighting was required due to insufficient natural light. Feed silos were placed outside the houses with capacities ranging between 200–300 tons. Waste was stored in open areas, raising environmental concerns. Basic auxiliary units such as caretaker rooms, equipment storage, and disposal pits were present in 95% of the facilities. The study highlights the need for improved insulation and structural upgrades in broiler poultry houses to enhance energy efficiency and animal welfare.

1. GİRİŞ

Son yıllarda Türkiye'deki nüfus artışı ve buna bağlı olarak doğal kaynakların tükenmesi, yeterli ve dengeli beslenme konusunda ciddi bir toplumsal sorun yaratmıştır. Bu bağlamda, bireylerin sağlıklı yaşamlarını sürdürebilmesi için biyolojik değeri yüksek gıda maddelerinin düzenli ve yeterli miktarda tüketimi büyük önem arz etmektedir. Hayvansal proteinler, biyolojik değerleri açısından bitkisel proteinlere kıyasla daha üstün özellikler taşımaktadır. Bu nedenle, sağlıklı ve dengeli bir beslenme modelinde hayvansal kaynaklı ürünler temel besin öğeleri olarak yer almaktadır. Özellikle yumurta, süt ve et gibi hayvansal ürünler, sahip oldukları yüksek

biyolojik değerle beslenme düzeninin önemli bileşenleri arasında yer almaktadır.

Tavuk eti, hayvansal protein eksikliği yaşayan ülkeler için stratejik bir gıda maddesi olup; enerji, protein, vitamin ve mineraller bakımından zengin içeriği, kolay sindirilebilir olması ve farklı tüketim şekillerine uygunluğu sayesinde giderek artan bir talep görmektedir. Tavukçuluk sektörü; hızlı büyüyen, kısa generasyon süresine sahip ve yüksek üreme kapasitesine sahip hibrit genotiplerin kullanımı sayesinde, düşük maliyetli kaliteli protein üretiminde önemli avantajlar sağlamaktadır.

Türkiye, kanatlı eti üretiminde yıllar itibarıyla istikrarlı bir artış sergilemektedir. 2022 yılı

itibarıyla Türkiye, dünya kanatlı eti üretiminde 10. sırada yer almıştır (TÜİK, 2022). 2005 yılında yaşanan kuş gribi salgını ve kamuoyundaki hormon kullanımına ilişkin spekülasyonlar kısa süreli bir durgunluğa neden olmuşsa da, sektör bu süreçten büyük bir gerileme yaşamadan çıkmayı başarmıştır. Kanatlı eti tüketimi, 2000 yılına kıyasla yaklaşık %70 oranında artış göstermiştir (TÜİK, 2021). 2021 yılında kişi başına tavuk eti tüketimi 20,1 kg olarak kaydedilmiştir (TÜİK, 2021).

Tavuk eti ihracatı da yükselen bir ivme sergilemiş olup, 2023 yılı itibarıyla Türkiye 45'ten fazla ülkeye ihracat gerçekleştirmiştir. Başlıca ihracat pazarları arasında Irak, Azerbaycan, Katar, Birleşik Arap Emirlikleri, Libya ve Gürcistan yer almakta; tavuk ayağı gibi yan ürünler ise Çin, Vietnam, Hong Kong ve Tayland gibi Uzak Doğu ülkelerine ihraç edilmektedir (Türkoğlu ve ark., 2009).

Ticari tavuk yetiştiriciliğinde temel hedef, birim hayvan başına düşen verimin artırılmasıdır. Bu doğrultuda, genetik yapı (genotip) ve çevresel faktörler olmak üzere iki temel etken ön plana çıkmaktadır. Genetik potansiyelin etkin şekilde kullanılabilmesi, uygun kümes tasarımı ve çevre

koşullarının kontrolü ile doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, kümesin kurulacağı bölgenin iklimsel özelliklerinin, özellikle sıcaklık, nem, rüzgar ve yağış verilerinin dikkate alınarak yapısal ve çevresel tasarım kararlarının alınması, üretim verimliliğini ve hayvan refahını doğrudan etkilemektedir.

Bu çalışmanın amacı, Bandırma ilçesindeki kasaplık tavuk kümeslerinin yapısal özelliklerini ve çevresel faktörlerini inceleyerek, kümeslerin kapasite, ısı kayıpları, havalandırma, yalıtım düzeyleri ve diğer yapı elemanlarının mevcut durumunu belirlemektir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada, Bandırma ilçesinde bulunan, yapı tipi, kapasite ve planlama sistemi açısından farklılık gösteren kasaplık tavuk (broiler) üretim işletmelerine ait kümesler, araştırma kapsamına alınmıştır. Marmara Denizi'nin güney kıyısında konumlanan Bandırma, doğuda Karacabey, batıda Gönen, kuzeyde Erdek ve Kapıdağ Yarımadası, güneyde ise Manyas ve Kuşgölü ile çevrilidir (Şekil 1). 690 km² yüzölçümüne sahip olan ilçenin rakımı 20 m'dir.



Şekil 1. Araştırma alanı

2.2. Yöntem

Arazi çalışmaları kapsamında yapılan değerlendirmelerin bu aşamasında, incelenen kümeslerde mevcut çevresel koşulların yeterliliği

analiz edilmeye çalışılmıştır. Çevre koşullarının uygunluğunu belirlemek amacıyla, öncelikli olarak ısı dengesi hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Bu hesaplamalarda, aşağıda

verilen denklem temel alınarak analizler yapılmıştır.

$$QS + QE + QSup = QB + QV + QM + QSt$$

Eşitlikte;

QS: Hayvanlardan kaynaklanan duyulur ısı miktarı (kcal/h)

QE: Mekanik ekipmanlar aracılığıyla elde edilen duyulur ısı miktarı (kcal/h)

QSup: Isıtma sistemlerinden sağlanan toplam ısı miktarı (kcal/h)

QB: Yapı elemanlarından kondüksiyon yoluyla kaybolan ısı (kcal/h)

QV: Havalandırma yoluyla kaybolan ısı (kcal/h)

QM: Su buharlaşmasından kaynaklanan ısı kaybı (kcal/h)

QSt: Beton döşemeler tarafından emilen ve depolanan ısı miktarı (kcal/h)

Hesaplamalar sırasında, mekanik olmadığı kabul edilmiştir. Yapı elemanları ekipmanlardan kaynaklanan duyulur ısı, su üzerinden kondüksiyon yoluyla gerçekleşen ısı buharlaşması nedeniyle oluşan ısı kaybı ve beton kaybının hesaplanmasında ise, Bengtsson ve Whitaker (1986) tarafından önerilen aşağıdaki denklem esas alınmıştır.

$$QB = U \cdot A \cdot \Delta t$$

Eşitlikte;

QB: Kondüksiyon yoluyla oluşan ısı kaybı (kcal h⁻¹),

U: Isı geçiş katsayısı (kcal m⁻² °C·saat),

A: Isı kaybının gerçekleştiği yüzey alanı (m²),

Δt: İç ve dış ortam sıcaklıkları arasındaki fark (°C) olarak ifade edilmektedir. değerlerini göstermektedir.

Toplam ısı iletim katsayılarının tarafından önerilen aşağıdaki denklem esas belirlenmesinde ise Markus ve Morris (1980) alınmıştır;

$$\frac{1}{\left(\frac{1}{R_{si}}\right) + \left(\frac{l_1}{k_1}\right) + \left(\frac{l_2}{k_2}\right) + \dots + \left(\frac{l_n}{k_n}\right) + \frac{1}{R_{so}}}$$

Eşitlikte;

U = Toplam ısı iletim katsayısı, kcal m⁻² °C h

R_{si}=İç yüzey ısı direnç katsayısı, kcal m⁻²°C h

R_{so}=Dış yüzey ısı direnç katsayısı, kcal m⁻²°C h

l = Her bir yapı katmanının kalınlığı, m

k=İlgili katmanların ısı iletkenlik katsayılarıdır, kcal m⁻²°C

Bu formül sayesinde, farklı malzeme Havalandırma yoluyla meydana gelen ısı katmanlarından oluşan yapı elemanları için kaybının hesaplanmasında, Hellickson ve Walker toplam ısı geçiş direnci ve buna bağlı olarak ısı (1983) tarafından önerilen aşağıdaki denklem kayıpları doğru şekilde hesaplanabilmektedir. kullanılmıştır;

$$Qv = 0.33 n V \Delta t$$

Eşitlikte;

Qv=Havalandırma yolu ile kaybolan ısı miktarı, kcal h⁻¹

n= Saatlik hava değişim sayısı

V=Hacim, kg h⁻¹

Δt = İç ve dış ortam sıcaklık farkı (°C) olarak ifade edilmekte olup, değerlerini göstermektedir.

Yapı elemanlarının yüzeylerinde nem yoğunlaşmasının oluşmaması için gerekli olan maksimum toplam ısı iletim katsayıları, Balaban

ve Şen (1988) tarafından önerilen aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır:

$$U_{max} = R_i \cdot \frac{(t_i - t_s)}{(t_i - t_o)}$$

Eşitlikte;

U_{max} = Nem yoğunlaşmasını önlemek amacıyla izin verilen en yüksek ısı iletim katsayısı, kcal m⁻²°C h⁻¹

R_i = İç yüzey ısı direnç katsayısı, kcal m⁻²°C h⁻¹

t_i = İç sıcaklık, °C

t_o = Dış sıcaklık, °C

t_s = Yüzey sıcaklığı, °C değerlerini göstermektedir.

Kümeslerin ısı kapasiteleriyle ilgili daha uygulanabilir ve karşılaştırılabilir sonuçlar elde edebilmek için, Esmay ve Dixon (1986) tarafından

sunulan aşağıdaki denklem kullanılarak ısı kayıp faktörleri hesaplanmıştır:

$$EF = \frac{(A_{tot} \cdot U_{av})}{N}$$

Eşitlikte;

EF=Isı kayıp faktörü, kcal m⁻²°C h⁻¹

A_{tot} =Binanın toplam dış yüzey alanı, m²

U_{av} =Toplam ısı iletim sayısı, kcal m⁻²°C h⁻¹

N=Kümes kapasitesi, adet

Kümeslerdeki minimum ve maksimum hava giriş-çıkış açıklıklarının hesaplanmasında,

Sainsbury ve Sainsbury (1988) tarafından önerilen aşağıdaki formül esas alınmıştır:

$$Ah = \frac{V}{Kh \cdot \sqrt{h \Delta t}}$$

Eşitlikte;

A_h = Gerekli açıklık alanı, m²

V= Hava debisi, m³ h⁻¹

k_h = Hava geçiş katsayısı

h= Açıklık yüksekliği (m) olarak tanımlanmaktadır.

Δt = Sıcaklık farklılığı, °C, değerlerini göstermektedir.

Yapılan hesaplamalarda, hava giriş ve çıkış açıklıkları arasında 2:1 oranı esas alınmış, bu oran doğrultusunda doğal hava sirkülasyonu sağlanarak yeterli havalandırma koşullarının oluşturulması hedeflenmiştir. Bu yöntem, hayvan sağlığı ve konforu açısından büyük önem taşıyan iç hava kalitesinin sürdürülebilirliğini değerlendirmede kritik bir parametre olarak kullanılmaktadır.

3. BULGULAR

Araştırma kapsamında, Bandırma ilçesine

bağlı 31 köyde yer alan toplam 250 adet kasaplık tavuk kümesinden 187'si değerlendirmeye alınmıştır. İncelenen kümeslerin köylere göre dağılımı ve kapasitelerine ilişkin veriler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Kapasite açısından işletmelerin büyük bir kısmının 10.000–20.000 adet/devre aralığında üretim yapan kümeslerden oluştuğu, bu grubun tüm kümeslerin yaklaşık %68'ini oluşturduğu belirlenmiştir. Bunu, %22 oranla 20.000–30.000 adet/devre kapasiteli kümeslerin takip ettiği

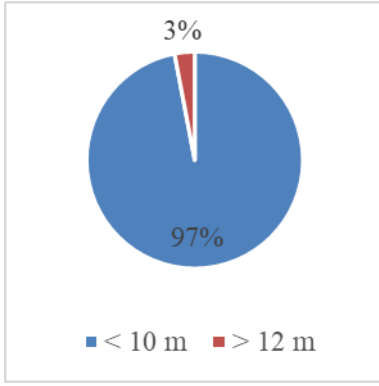
görülmektedir. Bu durum, bölgede orta ölçekli üretim yapan işletmelerin yaygın olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırma kapsamında incelenen kümeslerin boyutsal özellikleri Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te grafiksel olarak sunulmuştur. Yapılan

değerlendirmelere göre, incelenen kümeslerin yalnızca %3'ünün genişliği 12 metreyi aşmaktadır. Genişlik dağılımı, kümeslerin kapasiteleriyle doğrudan ilişkilidir; kapasite arttıkça kümes genişliklerinde de artış eğilimi gözlemlenmektedir.

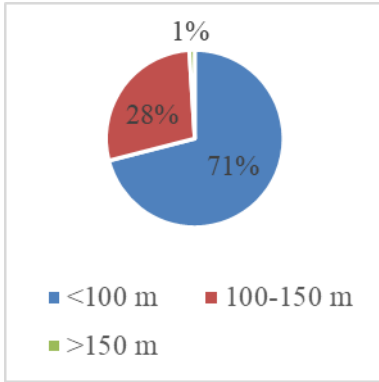
Çizelge 1. Kümeslerin köylere göre dağılımı

LOKASYON	KÜMES SAYISI	YÜZDELİK DİLİMİ, (%)
Akçapınar	18	9.6
Aksakal	5	2.7
Bandırma	1	0.5
Bereketli	16	8.6
Bezirci	4	2.1
Çarık Köy	3	1.6
Çepni	3	1.6
Dedeoba	2	1.1
Doğanpınar	3	1.6
Doğruca	33	17.6
Dutliman	3	1.6
Emre Köy	9	4.8
Ergili	1	0.5
Erikli	9	4.8
Eski Ziraatlı	4	2.1
Gölyaka	3	1.6
Karaçalılık	4	2.1
Kirazlı	1	0.5
Kuşcenneti	12	6.4
Mahbubeler	5	2.7
Merinos	2	1.1
Misakça	14	7.5
Ömerköy	11	5.9
Şirinçavuş	2	1.1
Yeni Sığırcı	6	3.2
Yeni Yenice	2	1.1
Yenice	1	0.5
Yeşil Çomlu	10	5.3
TOPLAM	187	100.0



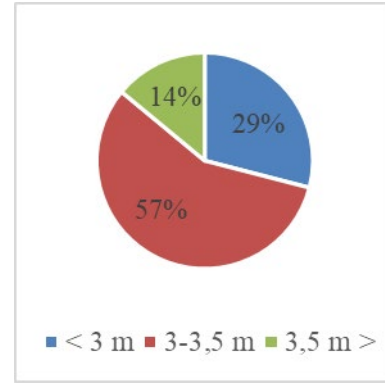
Şekil 2. Kümeslerin genişlikleri

Kümeslerin uzunlukları incelendiğinde, %71'inin uzunluğunun 100 metreyi aşmadığı, %28'inin 100-150 metre arasında olduğu ve %1'inin ise 150 metreyi geçtiği gözlemlenmiştir (Şekil 3).



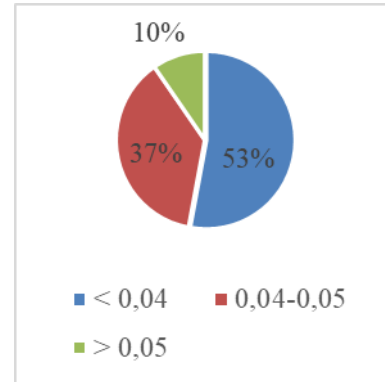
Şekil 3. Kümeslerin uzunlukları

Yapılan incelemelerde, kümeslerin yan duvar yüksekliklerinin 2.5-3.9 m arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 4). Yan duvar yüksekliği, kümeslerin ısı dengesi ve havalandırma sistemleri üzerinde önemli bir etkiye sahip bir parametre olarak öne çıkmaktadır. Duvar yüksekliğinin artışı ile birlikte, iletkenlik yoluyla meydana gelen ısı kayıplarının da arttığı gözlemlenmektedir.



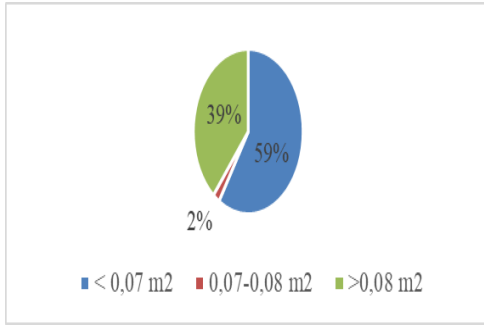
Şekil 4. Kümeslerin yan duvar yükseklikleri

Kümeslerdeki yapı elemanlarının yüzey alanları ile toplam hacim ve kapasite arasında anlamlı ilişkiler kurulabilmesi için, hayvan başına düşen yüzey alanlarının ve kümes hacminin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu araştırmada değerlendirilen kümeslerde, tavuk başına düşen duvar yüzey alanlarının 0.026-0.068 m² arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Söz konusu değerler, kümeslerin %53'ünde 0.04 m²'nin altında kalırken, %37'sinde ise 0.04-0.05 m² arasında yoğunlaşmaktadır (Şekil 6). Kümes yüksekliği arttıkça tavuk başına düşen duvar alanının da arttığı, buna karşın kümes genişliği arttığında tavuk başına düşen duvar alanında bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.



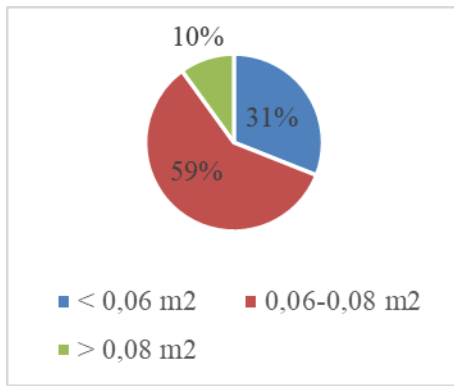
Şekil 5. Tavuk başına düşen duvar alanı oranları

Araştırma kapsamındaki kümeslerde, tavuk başına düşen zemin alanı 0.05-0.1 m² arasında farklılık göstermektedir. İncelenen kümeslerin %59'unda bu alan 0.07 m²'nin altındayken, %39'unda ise 0.08 m²'nin üzerinde bir değer tespit edilmiştir. Öte yandan, hayvan başına düşen hacim değerlendirildiğinde, kümeslerin %16'sında bu değer 0.2 m³'ten düşük olduğu, %42'sinde ise 0.25 m³'ü aştığı belirlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Tavuk başına düşen taban alanı

İncelenen kümeslerin %59'unda, her tavuk için düşen çatı alanı 0.06-0.08 m² arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 7). Çatılar, kümeslerde kondüksiyon yoluyla gerçekleşen ısı kaybının en yoğun yaşandığı yapı elemanı olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, özellikle yalıtım uygulamaları ve buna bağlı maliyetler açısından çatı alanı büyüklüğü önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 7. Tavuk başına düşen çatı alanı oranları

Kümeslerde taban malzemesi olarak taş blokaj üzerine beton kullanıldığı, yataklık malzemesi olarak ise çeltik kavuzunun tercih edildiği belirlenmiştir. Kümeslerin temellerine dair herhangi bir bilgi bulunamadığı için bu kısmın malzeme düzeni ve boyutları değerlendirilememiştir. Duvarlar, tuğla malzemeden yapılmış olup, iç ve dış cepheler sıvalı ve badanalıdır. Çatılarda, %92 eternit, %8 Marsilya kiremidi kullanılmıştır. Çatılarda ısı yalıtımı uygulanmış olup, %60 cam yünü ve %40 strafor malzemesi tercih edilmiştir. Kümeslerin %95'inde branda-yalıtım malzemesi-eternit kombinasyonu, %5'inde ise ahşap-yalıtım malzemesi-Marsilya kiremidi düzeni görülmektedir.

Pencereler tek cam olup, %87'si demir doğrama, %13'ü PVC doğramadır. Kapılar, çift

kanatlı demir profilden olup, herhangi bir yalıtım malzemesi kullanılmamıştır. Yapı elemanlarının ısı iletim katsayıları hesaplanarak, duvarlarda 1.35 kcal m⁻² °C, çatılarda ise 0.33-0.35 kcal m⁻² °C olarak belirlenmiştir. Çatılarda ısı kaybının %61'inde 0.61 Kcal m² °C, %39'unda ise 1.28 kcal m⁻² °C olduğu gözlemlenmiştir. Pencereler ile kapıların toplam ısı iletim katsayıları sırasıyla 2.0-3.0 kcal m² °C ve 2.5-3.0 kcal m² °C olarak hesaplanmıştır. Isı kayıp faktörleri, 0.026-0.079 kcal m⁻² °C arasında değişmektedir. Bu değerler, kümesin ısı kayıpları ve yalıtım durumu hakkında genel bir fikir sunmaktadır.

Havalandırma kapasitesinin artmasıyla, havalandırma yoluyla kaybolan ısı, hayvanlardan yayılan toplam ısıyı geçtiği belirlenmiştir. Bu nedenle, tüm kümeslerde ek ısıtma sisteminin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Isı kayıplarını azaltmak amacıyla yapı elemanlarının yalıtım düzeyinin artırılması önerilmektedir. Ayrıca, kış mevsimlerinde havalandırma kapasitesinin minimum seviyede tutulması gerektiği ifade edilmiştir.

Kümeslerde yem depoları dışarıda, silo şeklinde yer almakta ve kapasiteleri 200-300 ton arasında değişmektedir. Doğal aydınlatma sağlanamadığı için yapay aydınlatma kullanılmaktadır. Gübrelerin açıkta depolanması, çevresel sorunlara yol açmaktadır. Kümeslerin %95'inde bakıcı odası, ekipman deposu ve imha çukuru gibi diğer tesisler bulunmaktadır. Suluk ve yemlikler, tavuk başına düşen kapasiteyi yeterli şekilde karşılamaktadır. Kümeslerde ısıtma için kalorifer sistemi kullanılmakta ve yakıt olarak kömür tozu tercih edilmektedir.

4. TARTIŞMA

Olgun'un (2009) belirttiğine göre, kümes genişliğinin genellikle 6 ile 12 metre arasında olması beklenmektedir. Bu çalışmada değerlendirilen kümeslerin %97'si bu ölçü aralığıyla örtüşmektedir. Yan duvar yüksekliği açısından, Balaban ve Şen (1988) 1.90-3.00 m aralığını, Öneş ve Olgun (1989) ise 2.75-3.25 m'lik bir yüksekliği önermiştir. Söz konusu yüksekliklerin, bölgenin iklim koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebileceği, soğuk iklimlerde 2-2.5 m, sıcak iklimlerde ise 2.5-3 m arasında olması gerektiği ifade edilmiştir (Olgun, 2009). İncelenen örneklerdeki duvar yükseklikleri, Olgun'un (2009) bu önerileriyle tutarlıdır.

Broiler üretimi için uygun taban alanı

konusunda Tekinel ve ark. (1988) tavuk başına 0.07 m², Erensayın (1992) ise 0.08 m² alanın yeterli olacağını bildirmiştir. Bu çalışmada analiz edilen kümeslerde ise hayvan başına düşen zemin alanı 0.05-0.1 m² arasında değişmektedir. Şişman ve Okuroğlu'nun (1982) tavsiye ettiği 0.4 m³'lük minimum hacmin altında kalan kümes oranı ise %16'dır.

Isı kaybını azaltma amacıyla, duvar malzemesi olarak tuğla ve briket gibi düşük ısı iletkenliğine sahip malzemelerin tercih edilmesi önerilmiştir (Şişman ve Okuroğlu, 1982). Soğuk bölgelerde yalıtım amacıyla duvarlara strafor ya da cam yünü gibi malzemeler eklenmeli, her iki yüzey de sıvanmalıdır (Kalpalp, 1985). Bu doğrultuda incelenen tüm yapılarda, duvarların tuğladan inşa edildiği, iç ve dış yüzeylerinin sıvalı ve badanalı olduğu görülmüştür.

Yapı elemanlarının ısı iletim katsayısının 0.95-1.10 kcal m²°C aralığında olması gerektiği Olgun (1997) tarafından belirtilmiş, ancak bu çalışmada incelenen kümeslerin tamamında bu değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Düzgüneş (1980), çatı sistemlerinde uygun ısı dengesi sağlamak için iletim katsayısının 0.600-1.0 kcal m²°C aralığında olmasını önermektedir. Değerlendirilen kümelerin %61'i bu aralığa uygundur.

Havalandırma konusunda, Olgun, (2009) tavuk kümesleri için minimum 0.75 m³ h⁻¹ kg⁻¹, maksimum ise 2.80-4.70 m³ h⁻¹ kg⁻¹ kapasite aralığını önermiştir. İncelenen kümeslerin havalandırma kapasiteleri bu aralıklara uyum göstermektedir.

Yemleme sistemlerinde, mekanik yöntemlerin kullanıldığı işletmelerde her bir tavuk için 0.0035 m² yem depolama alanına ihtiyaç duyulmaktadır (Bengtsson ve Whitaker, 1986). Şişman ve Okuroğlu, (1982) ise 1000 tavukluk bir işletme için 5.0 m²'lik bir alanın yeterli olacağını bildirmiştir. Değerlendirilen kümelerin tamamında yem depoları, Balaban ve Şen'in, (1988) önerdiği düzeyde planlanmıştır.

Aydınlatma yeterliliği açısından, Balaban ve Şen, (1988) tarafından önerilen 1.5-3.0 W m⁻² değerine kıyasla, incelenen kümelerin %6'sında yetersiz aydınlatma tespit edilmiştir.

Nipel suluklar, büyüme döneminin başında 12 civcive bir adet düşecek şekilde konumlandırılmalı, daha sonraki süreçte ise her 8-9 tavuk için bir nipel olacak şekilde düzenlenmelidir (Yalçın ve Koçak, 2009). Değerlendirilen örneklerde bu gerekliliklerin

karşılandığı görülmektedir.

Erensayın, (1992) 10.000 kapasiteli bir broiler ya da yumurta tavukçuluğu işletmesi için 2 m çapında ve 2 m derinliğinde bir imha çukurunun yeterli olabileceğini belirtmiştir. Ancak, analiz edilen tüm kümeslerde bu ölçülerin üzerinde, 3 m çapında ve 3 m derinliğinde çukurlar yer almaktadır.

5. SONUÇ

Araştırma sonucunda, Bandırma'da inşa edilecek kümeslerin genişliklerinin 12 ila 14 metre arasında olması gerektiği belirlenmiştir. İncelenen mevcut kümes yapılarında, tavuk başına düşen alanın yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. Kümeslerin duvarlarında yalıtım bulunmaması, iç ortamda ısı dengesinin sağlanmasını olumsuz şekilde etkilemektedir. Bu sorunun çözülmesi için yapı elemanlarının yalıtım düzeyinin artırılması veya uygun kapasitede ek bir ısıtma sisteminin kurulması gerekmektedir. Yalıtım yapılması durumunda, malzeme düzeninin değiştirilmesi ve yalıtımın ek maliyetlerinin, ek ısıtma sisteminin getireceği maliyetlerle karşılaştırılarak en ekonomik çözümün tercih edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kümes ekipmanları arasında yemlik ve sulukların yeterli miktarda yerleştirildiği belirlenmiş, ancak gübreliliğin olmaması, çevresel açıdan önemli bir eksiklik olarak tespit edilmiştir. Bu eksikliğin, çevre yönetimi açısından dikkate alınarak giderilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yazar katkısı: Her iki yazar çalışmanın, fikir/kavram, tasarım ve dizayn, denetleme/danışmanlık, veri toplama ve/veya işleme kısımlarında katkıda bulunmuşlardır. Analiz ve/veya yorum, literatür taraması, yazı yazan, eleştirel inceleme kısımlarında ise Şuayip YÜZBAŞI katkıda bulunmuştur.

Çıkar çatışması beyanı: Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Balaban, A., Şen, E. (1988). *Tarımsal yapılar* (Yayın No. 1083). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Bengtsson, L. P., Whitaker, J. H. (1986). *Farm structures in tropical climates*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Düzgüneş, A. (1980). *Yumurta tavukçuluğunda*

- optimum kümes koşullarının sağlanması üzerinde bir araştırma* [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Diploma Sonrası Yüksekokulu]. Doktora Tez Özetleri.
- Erensayın, C. (1992). *Bilimsel, teknik, pratik tavukçuluk* (Cilt 2). Dizgi Baskı: 72 TDFO Dirim Sok. No: 25. Ankara.
- Esmay, M. L., Dixon, J. E. (1986). *Environmental control for agricultural buildings*. The AVI Publishing Company.
- Hellickson, M. A., Walker, J. N. (1983). *Ventilation of agricultural structures*. American Society of Agricultural Engineers.
- Markus, T., Morris, E. N. (1980). *Buildings, climate, and energy*. Pitman Publishing Ltd.
- Olgun, M. (1997). *Ülkemizde hayvan barınakları için iklimsel tasarım değerlerinin belirlenmesi* (Yayın No. 1488; Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler No. 815). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Olgun, M. (2009). *Tarımsal yapılar* (Yayın No. 1577). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü.
- Öneş, A., Olgun, M. (1989). Tarımsal yapılarda planlama ve projeleme kriterleri. *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Bülteni*, 21(104), Ankara.
- Sainsbury, D., Sainsbury, P. (1988). *Livestock health and housing*. Baillière Tindall.
- Şişman, N., Okuroğlu, M. (1982). Kafes tavukçuluğu kümesleri, kafesler ve ekipmanlar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1-2), 99-115.
- Tekinel, O., Kumova, Y., Alagöz, T., Demir, Y. (1988). *Hayvan barınaklarının planlanması*. Çukurova Üniversitesi, Ofset ve Teksir Atölyesi.
- TÜİK. (2021). *Türkiye İstatistik Kurumu 2021 yılı tavuk eti tüketimi verileri*. <https://www.tuik.gov.tr>
- TÜİK. (2022). *Türkiye'nin kanatlı eti üretimindeki yeri*. Türkiye İstatistik Kurumu.
- Türkoğlu, S., Yılmaz, M., & Öztürk, A. (2009). *Türkiye'nin tavuk eti ihracatındaki gelişmeler*. Tarım Ekonomisi Dergisi, 15(3), 22-30.
- Yalçın, S., Koçak, Ç. (2009). *Etlik piliç üretimi*. İstanbul.

Damla Sulama Sistemi ile Sulanan Mısırın Su Verim İlişkileri: İzmir Menemen Örneği

Perihan Tarı Akap^{a,*} , Şuayip Yüzbaşı^a , Mehmet Gündüz^a 

^aTürkiye Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Tarımsal Sulama ve Arazi Islahı Bölümü, İzmir, Türkiye

ÖNE ÇIKANLAR

• Menemen Ovası'nda yürütülen bu çalışmada, farklı damla sulama aralıkları ve su düzeylerinin mısır verimine etkisi araştırılmıştır. En yüksek verim, her sıraya lateral döşenip buharlaşmanın %100 ve %75'i kadar su verilen uygulamalarda elde edilmiştir. Ancak, iki sıraya bir lateral kullanılarak da tatmin edici verim sağlanmıştır. Sonuçlar, uygun projelendirme ve düzenli sulama ile damla sulamanın mısır tarımında etkili olduğunu göstermektedir.

MAKALE BİLGİSİ

Anahtar kelimeler:

Damla sulama

Mısır

Su tüketimi

Verim

Geliş tarihi: 21 Nisan 2025

Revizyon tarihi: 2 Mayıs 2025

Kabul tarihi: 5 Mayıs 2025

Yayın tarihi: 30 Haziran 2025

**Sorumlu yazar:*

perihan.tariakap@tarimorman.gov.tr

ÖZET

Bu araştırma, mısırın su verim ilişkisinin belirlenmesi amacıyla 2009-2010 yıllarında Menemen Ovasında yürütülmüştür. Araştırmada damla sulama sistemi kullanılmış ve sulamalar 7 gün arayla A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen yığışimli buharlaşma miktarları dikkate alınarak yapılmıştır. Damla sulamada lateraller her sıraya bir lateral ve iki sıraya bir lateral olacak şekilde yerleştirilmiştir. Konulara, 7 günlük toplam buharlaşmanın %100, 75, 50, 25'i sulama suyu olarak uygulanmış ve ayrıca yağışa dayalı incelenmiştir. Her sıraya bir lateralın yerleştirildiği konudan daha yüksek verim alınmasına rağmen yapılan istatistiki analizde lateral sayısının verime etkisi önemsiz bulunmuştur. Sulama suyu miktarının mısır bitkisinin dane verimi üzerinde %1 önem seviyesinde ($p<0.01$) farklılıklar görülmüştür. En yüksek verimler her sıraya bir lateralın yerleştirildiği ve 7 günlük toplam buharlaşmanın %100'ünün sulama suyu olarak uygulandığı konudan elde edilmiştir. Bu konudan 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen ortalama mısır dane verimi sırasıyla 1223-1125 kg da⁻¹, uygulanan sulama suyu 371-313 mm, su tüketimi ise 482-475 mm olmuştur.

Water-Yield Relationships of Maize under Drip Irrigation: The Menemen (İzmir) Case Study

Perihan Tarı Akap^a, Şuayip Yüzbaşı^{a, *}, Mehmet Gündüz^a

^aTürkiye International Agricultural Research and Training Center, Department of Agricultural Irrigation and Land Reclamation, İzmir, Türkiye

HIGHLIGHTS

- The effect of this effective drip irrigation intervals and water levels on corn yield provided in Menemen Plain was investigated. The highest yield was obtained in applications where 100% and 75% of the evaporation with lateral pavement was applied at each stage. However, a satisfactory yield was also achieved with a two-degree lateral. The results show that drip irrigation is effective in corn farming with appropriate design and regular irrigation.

ARTICLE INFO

Keywords:

Drip irrigation

Maize

Water consumption

Yield

Received: 21 April 2025

Revised : 2 May 2025

Accepted: 5 May 2025

Published: 30 June 2025

*Corresponding author:

perihan.tariakap@tarimorman.gov.tr

ABSTRACT

This study was conducted in the Menemen Plain during the 2009 and 2010 growing seasons to determine the water-yield relationship of maize. A drip irrigation system was employed, with irrigations scheduled at seven-day intervals based on cumulative evaporation measured from a Class-A pan. The drip laterals were arranged in two configurations: one lateral per row and one lateral for every two rows. Irrigation treatments applied water amounts equivalent to 100%, 75%, 50%, and 25% of the cumulative seven-day evaporation, alongside a rainfed control. Although higher yields were obtained from the treatment with one lateral per row, statistical analysis indicated that the number of laterals had no significant effect on yield. The amount of irrigation water significantly affected maize grain yield at the 1% significance level ($p < 0.01$). The highest yields were achieved in the treatment with one lateral per row and 100% replenishment of the seven-day cumulative evaporation. The average maize grain yields from this treatment were 1223 kg da⁻¹ in 2009 and 1125 kg da⁻¹ in 2010. The applied irrigation water amounts were 371 mm and 313 mm, and the total water consumption was 482 mm and 475 mm for 2009 and 2010, respectively.

1. GİRİŞ

Günümüzde küresel nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşmenin hızlanması, tarımsal ürünlere olan talebin artmasına ve dolayısıyla tarımsal sulama suyu ihtiyacının önemli ölçüde yükselmesine neden olmaktadır (FAO, 2023; WWAP, 2024). Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, kısıtlı su kaynaklarıyla yüksek verim hedefleri arasında denge kurmak, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından kritik bir zorunluluk haline gelmiştir (Feres & Soriano, 2007; Pereira et al., 2020). Artan içme ve kullanma suyu talepleri, tarımsal sulama için kullanılabilir su kaynaklarının azalmasına yol açarken, su ve arazi kullanım etkinliğini artıracak

yenilikçi sulama yöntemlerine olan ihtiyaç da giderek artmaktadır (Chartzoulakis & Bertaki, 2015; Daccache et al., 2022).

Bu çerçevede, damla sulama sistemi gibi modern ve kontrollü sulama yöntemleri, suyun doğrudan bitki kök bölgesine verilmesi sayesinde buharlaşma ve derine sızma gibi kayıpları minimize ederek su kullanım verimliliğini artırmakta ve bitki stresini azaltmaktadır (Ayars et al., 2015; Shock & Wang, 2021). Damla sulama yöntemiyle, yüzey akışı ve su kayıpları asgariye indirildiğinden, uygulanan birim su başına elde edilen ürün verimi (su verimliliği) yükselmekte, aynı zamanda çevresel etkiler azaltılmaktadır (Nogueira et al., 2020; Hanson et

al., 2022).

Mısır (*Zea mays* L.), yüksek ekonomik değeri ve dünya genelindeki geniş adaptasyonu nedeniyle, etkin su yönetimi gerektiren stratejik bir üründür. Türkiye ve diğer kurak-yarı kurak bölgelerde yapılan çok sayıda araştırma, mısırın su tüketimi, sulama suyu verim ilişkileri ve farklı sulama yöntemlerinin verim üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir (Çetin et al., 2019; Karaman et al., 2021; Kaya et al., 2023). Özellikle gelişim dönemlerine göre kısıntılı sulama uygulamaları ve farklı sulama yönetim teknikleri, verim kaybını minimize ederken su tasarrufu sağlamaktadır (Abdelraouf et al., 2020; Gül et al., 2024).

Bu çalışmada, damla sulama yöntemiyle sulanan mısır bitkisinin su-verim ilişkileri

araştırılmış ve farklı sulama seviyelerinin dane verimi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Araştırma Alanı

Araştırma, Menemen Ovasında bulunan Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi arazisinde 2009-2010 yıllarında yürütülmüştür. Aluviyal araziler ile koluviyal dağ eteklerini kapsayan Menemen Ovası'nı doğu ve kuzeyden dik eğimli tepeler kuşatmaktadır. Gediz aluviyal tabanı 0-6 m, yan aluviyaller ise 6-30 m yükseltide olup çevre dağlarının yüksekliği ise 1100 m'ye yaklaşmaktadır. Ovada 5 toprak birliği içinde 16 toprak serisi bulunmaktadır (Topraksu, 1971).

Çizelge 1. Menemen İlçesi 2009 ve 2010 yılları ile uzun yıllar iklim verileri

Aylar	Ortalama sıcaklık (oC)			Yağış (mm)			Buharlaşma (mm)			Nispi nem (%)		
	2008-2009	2009-2010	1954-2015	2008-2009	2009-2010	1954-2015	2008-2009	2009-2010	1954-2015	2008-2009	2009-2010	1954-2015
Ekim	18.5	19.6	17.4	13.4	17.0	38	85.4	81.8	99.2	63.9	66.9	60.8
Kasım	14.4	13.3	13.0	75.2	70.0	75	47.4	43.2	57.0	73.5	75.4	65.0
Aralık	9.8	11.8	9.6	58.6	165.8	108	40.4	40.4	43.8	72.9	76.9	68.0
Ocak	9.0	9.4	7.9	148.4	108.8	91	42.5	43.7	43.8	74.2	74.3	66.6
Şubat	9.2	11.6	8.8	114.2	199.6	74	44.7	48.1	49.1	73.9	74.4	63.9
Mart	10.6	11.7	11.0	131.8	20.2	62	67.8	74.0	77.6	72.2	69.5	62.2
Nisan	15.1	15.7	15.0	46.6	51.0	43	93.2	107.8	109.7	70.0	63.6	59.2
Mayıs	20.5	20.6	20.0	9.6	23.4	27	158.2	151.1	167.3	55.5	58.5	55.7
Haziran	25.2	24.2	24.7	7.6	16.6	9	194.2	152.9	218.6	51.3	61.4	49.3
Temmuz	27.9	27.6	27.0	-	7.0	2	216.8	185.6	258.2	50.6	55.4	47.3
Ağustos	26.9	28.6	26.4	-	-	3	202.5	170.6	226.8	47.2	58.3	49.0
Eylül	22.3	23.1	22.3	34.8	28.0	13	119.6	117.0	159.1	60.9	62.5	55.0
Yıllık	17.5	18.1	16.9	640.2	707.4	545	1312.7	1216.2	1510	63.8	66.4	58.5

Menemen Ovasında Akdeniz iklimi hakim olup yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Uzun yıllar ortalama iklim verilerine göre; toplam yıllık yağış 545 mm, ortalama sıcaklık 16.9 oC olup, en sıcak ay ortalaması 27.0 oC ile temmuz ve en soğuk ay ortalaması 7.9 oC ile ocak ayıdır. Çizelge 1'de görüldüğü gibi araştırmanın yürütüldüğü 2009-2010 yıllarında sırasıyla ortalama sıcaklık 17.5-18.1 oC, yıllık toplam yağış 640.2-707.4 mm ve ortalama nispi nem %63.8-66.4 olarak ölçülmüştür (MGM, 2016).

Deneme toprakları tın bünyeli olup bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Araştırmada kullanılan sulama

suyunun kalitesi Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliğine göre T2 (1.01 dS m⁻¹) olup sulamada kullanılması zararı az ve orta derecededir.

Araştırmada kullanılan damla sulama sisteminde 3.75 l/s debili basınç düzenleyicili, lateral üzerine geçik (on line) damlatıcılar 20 mm PE borulara yerleştirilmiştir. Sulama sisteminin projelendirilmesinde toprak bünyesi ve infiltrasyon hızı (8 mm/h) göz önünde bulundurulmuş ve sistem 1.5 atm basınçta çalıştırılmıştır.

Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak derinliği (cm)	Bünye	Tarla kapasitesi (Pw%)	Solma noktası (Pw%)	Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)	EC (dS m ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	Organik madde (%)	pH
0-30	L	24.8	11.8	1.40	0.78	4.1	1.4	7.6
30-60	L	23.6	10.8	1.31	1.18	4.5	1.3	7.5
60-90	CL	23.5	12.5	1.24	1.11	6.4	1.1	7.8

Denemede ana konular, L1: her sıraya bir lateral, L2: iki sıraya bir lateral döşenmesi; alt konular, Kp1.0: 7 günlük toplam buharlaşmanın %100'ünün sulama suyu olarak uygulanması, Kp0.75: Kp1.0 konusuna verilen suyun %75'inin sulama suyu olarak uygulanması, Kp0.50: Kp1.0 konusuna verilen suyun %50'inin sulama suyu olarak uygulanması, Kp0.25: Kp1.0 konusuna verilen suyun %25'inin sulama suyu olarak uygulanması, Kp0: yağışa dayalı sulama konularıdır.

Sulama suyu miktarı Eşitlik 1 ile hesaplanmıştır (Yıldırım ve Madanoğlu, 1985).

$$I = A \cdot E_{pan} \cdot K_p \cdot P_{10} \quad (1)$$

Eşitlikte; I: sulama suyu miktarı (l), A: parsel alanı (m²), E_{pan}: sulama aralığındaki toplam buharlaşma miktarı (mm), K_p: pan katsayısı, P₁₀= ıslatma oranıdır. Buharlaşma değerleri araştırma alanına yerleştirilen A sınıfı buharlaşma kabından ölçülmüştür. Sulamalarda her sıraya bir lateralın yerleştirildiği L1 konularında arazi yüzeyinin tamamı ıslandığından P₁₀ =1 olarak alınırken, iki sıraya bir lateralın yerleştirildiği L2 konularında arazi yüzeyinin %65'i ıslandığından P₁₀ =0.65 olarak alınmıştır.

Bitki su tüketimleri 0-100 cm toprak derinliği için aşağıdaki su dengesi eşitliği (Eşitlik 2) ile hesaplanmıştır (James, 1988).

$$ET = I + P \pm \Delta SW - D_p - R_f \quad (2)$$

Eşitlikte; ET: bitki su tüketimi (mm), I: sulama suyu miktarı (mm), P: yağış (mm), ΔSW: toprak su içeriğindeki değişim (mm), D_p: derine sızma (mm) ve R_f: yüzey akış (mm)'dir. Sulamaların damla sulama sistemi ile yapılmasından dolayı R_f değeri ve derine sızma tespit edilemediğinden D_p değeri sıfır olarak alınmıştır.

Deneme alanı topraklarından 0-30, 30-60, 60-90 cm derinliklerde alınan örneklerde tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı ve toprak bünyesi gibi fiziksel analizler ile toprak reaksiyonu, elektriki geçirgenlik, organik madde, fosfor, potasyum ve kireç gibi kimyasal analizler Tüzüner ve ark. (1990) ile Richards (1954)'de verilen metotlarla yapılmıştır.

Toprak işleme ve gübreleme: Deneme kurulacak arazi her yıl sonbaharda pulluk ile sürülmüştür. İlkbaharda toprak koşulları uygun olduğunda gerekli gübreler atıldıktan sonra ikileme aletleri ile toprak işlemesi yapılmıştır. Verilecek gübre miktarı ocak ayında alınan toprak örneklerinde yapılan analizlerle belirlenmiştir. Fosforlu gübrenin (P₂O₅, %43 triple süper fosfat) tamamı ve azotlu gübrenin (N, %21 amonyum sülfat) yarısı ilk toprak işlemesinden önce toprağa amonyum sülfat formunda verilmiştir. Azotlu gübrenin diğer yarısı (N, %26 amonyum nitrat), ilk çapadan önce gübre makinesi ile sıra aralarına uygulanmıştır.

Tarımsal işlemler: İlkbahardaki toprak hazırlığı bittikten sonra sıra üzeri 25 cm ve sıra arası 70 cm olacak şekilde Mayıs ayında ekim yapılmıştır. Araştırmada Pioneer 3167 mısır çeşidi kullanılmıştır. Ege ve Akdeniz bölgelerinde ana ürün olarak tavsiye edilen bu çeşit makinalı hasada uygundur (Köseoğlu Tarım, 2011). Mısır çıkışlarının tamamlanmasından sonra azotlu gübrenin ikinci yarısı atılarak ara çapası yapılmıştır. Eylül ayının ilk günlerinde hasat yapılmış ve dane verimleri %15 neme göre düzeltilmiştir.

Sulama: Sulamalarda araştırma alanında bulunan A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarları dikkate alınmıştır. Sulamalara 0-90 cm toprak katmanındaki elverişli nemin yaklaşık %40'ının tüketildiği Haziran ayı başında başlanmış ve Temmuz ayı sonuna kadar 7 gün arayla 8 sulama yapılmıştır.

Deneme konularının birikmiş su tüketimleri nem azalma yöntemine göre hesaplanmıştır (Beyce ve Madanoğlu, 1978).

2.2. Verilerin Analizinde Kullanılan Yöntemler

Mısır verimi ile ilgili analiz ve ölçme sonuçlarının değerlendirilmesinde varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır (Yurtsever, 1984).

3. BULGULAR

3.1. Sulama Konularının Sulama Suyu Miktarı, Su Tüketimi ve Mısır Dane Verimleri

Araştırmanın yürütüldüğü 2009 ve 2010 yıllarında konuların mevsimlik sulama suyu, su tüketimi ve elde edilen mısır dane verimleri, varyans analizi sonuçları Çizelge 3'te, verim ortalamaları ve Duncan grupları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Sulamalara 0-90 cm toprak katmanındaki elverişli nemin yaklaşık %40'ının tüketildiği haziran ayı başında başlanmış ve temmuz ayı sonuna kadar 7 gün arayla 8 sulama yapılmıştır. Sulamalarda 7 günlük toplam buharlaşma miktarları, damla sulama

sistemindeki ıslatma oranları ($L_1 = 1.00$, $L_2 = 0.65$) ile düzeltilerek uygulanmıştır.

Çizelgeden görüleceği gibi 2009 yılında konulara uygulanan sulama suyu 60 ($L_2K_p 0.25$) - 371 mm ($L_1K_p 1.00$), konuların su tüketimleri 160 (S_0 yağışa dayalı) - 482 mm ($L_1K_p 1.00$) ve elde edilen mısır dane verimleri de 465 (S_0 yağışa dayalı) - 1223 kg/da ($L_1K_p 1.00$) arasında değişmiştir. 2010 yılında ise konulara uygulanan sulama suyu 51 ($L_2K_p 0.25$) - 313 mm ($L_1K_p 1.00$), konuların su tüketimleri 204 (S_0 yağışa dayalı) - 475 mm ($L_1K_p 1.00$) ve elde edilen mısır dane verimleri de 524 (S_0 yağışa dayalı) - 1125 kg/da ($L_1K_p 1.00$) arasında değişmiştir.

Çizelge 2. Konuların mevsimlik sulama suyu, su tüketimi, dane verimi ve varyans analiz değerleri

Konular	2009				2010			
	Sulama suyu, mm	Su tüketimi, mm	Verim, kg da ⁻¹	Su kul.rand. kg da ⁻¹ mm ⁻¹	Sulama suyu, mm	Su tüketimi, mm	Verim, kg da ⁻¹	Su kul.rand. kg da ⁻¹ mm ⁻¹
$L_1K_p 1.00$	371	482	1223	2.54	313	475	1125	2.37
$L_1K_p 0.75$	278	394	1174	2.98	235	410	1095	2.67
$L_1K_p 0.50$	186	313	982	3.14	156	341	936	2.74
$L_1K_p 0.25$	93	239	782	3.27	78	279	777	2.78
$L_2K_p 1.00$	241	363	1161	3.20	203	386	1033	2.68
$L_2K_p 0.75$	181	309	995	3.22	152	345	984	2.85
$L_2K_p 0.50$	121	259	899	3.47	102	300	866	2.89
$L_2K_p 0.25$	60	213	734	3.45	51	255	744	2.92
S_0 -yağışa dayalı	-	160	465	2.91	-	204	524	2.57

VK	SD	2009			2010		Tablo F		
		KO	F		KO	F	0.05	0.01	
Tekrar	2	3426	1.05		3341	0.52		19.00	99.00
Lateral	1	41590	12.69		28274	4.59		18.51	98.50
Su	4	494063	225.50	**	306924	72.93	**	3.01	4.77
Lateral*Su	4	6509	2.97		3007	0.71		3.01	4.77
Hata	16	2191			4208				
Genel	29	72150			46701				
CV		9			10				
(P<0.01 **) %1 önemli									

Araştırma süresince deneme alanındaki tabansuyu seviyesi izlenmiş ve maksimum seviyenin temmuz ve ağustos aylarında 170-180 cm olduğu görülmüştür. Diğer katmanlara göre 60-90 cm toprak katmanındaki nem değişimlerinin daha az olması nedeniyle; tabansuyundan bir beslenmenin olabileceği düşünülmektedir. Sulama suyu ve su tüketimi arttıkça verimlerin de arttığı görülmekle birlikte en yüksek su kullanım randımanı 2009 yılında 3.47 kg da⁻¹ mm⁻¹ ile $L_2K_p 0.50$ konusunda 2010 yılında ise 2.92 kg/da/mm ile $L_2K_p 0.25$ konusunda olmuştur. En yüksek verimler 2009

yılında 1223 kg da⁻¹ ve 2010 yılında 1125 kg da⁻¹ ile $L_1K_p 1.00$ konusunda alınırken, en düşük verimler ise her iki yılda da S_0 konusundan elde edilmiştir. Verim değerleri ile yapılan varyans analizinde her iki yılda da konular arasında 0.01 hata seviyesinde fark çıkmıştır. Yapılan Duncan testi sonucunda 2009 yılında 5, 2010 yılında ise üç farklı grup oluşurken denemenin birinci yılında $K_p 1.00$, ikinci yılında ise $K_p 1.00$ ve $K_p 0.75$ konuları I. Grupta yer almışlardır.

Denemenin yürütüldüğü yıllarda konulara verilen sulama suyu Çizelge 5'de ve aylık su tüketim miktarları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 3. Ortalama verim değerleri ve Duncan grupları

Pan katsayısı	2009		2010	
	Verim (kg da ⁻¹)	Duncan grubu	Verim (kg da ⁻¹)	Duncan grubu
K _p 1.00	1192	a	1079	a
K _p 0.75	1084	ab	1039	a
K _p 0.50	941	bc	901	ab
K _p 0.25	758	c	761	bc
K _p 0.0	465	d	524	c

Çizelge 4. Konulara uygulanan sulama suyu, mm

Yıl	Sulamalar	Tarih	Sulama suyu								S ₀
			L ₁ K _p 1.00	L ₁ K _p 0.75	L ₁ K _p 0.50	L ₁ K _p 0.25	L ₂ K _p 1.00	L ₂ K _p 0.75	L ₁₂ K _p 0.50	L ₂ K _p 0.25	
2009	1. Sulama	08.06.2009	38.9	29.2	19.5	9.7	25.3	19.0	12.6	6.3	-
	2. Sulama	15.06.2009	50.9	38.2	25.5	12.7	33.1	24.8	16.5	8.3	-
	3. Sulama	22.06.2009	52.2	39.2	26.1	13.1	33.9	25.4	17.0	8.5	-
	4. Sulama	29.06.2009	40.9	30.7	20.5	10.2	26.6	19.9	13.3	6.6	-
	5. Sulama	06.07.2009	41.6	31.2	20.8	10.4	27.0	20.3	13.5	6.8	-
	6. Sulama	13.07.2009	43.7	32.8	21.9	10.9	28.4	21.3	14.2	7.1	-
	7. Sulama	20.07.2009	47.9	35.9	24.0	12.0	31.1	23.4	15.6	7.8	-
	8. Sulama	27.07.2009	55.2	41.4	27.6	13.8	35.9	26.9	17.9	9.0	-
Toplam			371	278	186	93	241	181	121	60	-
2010	1. Sulama	07.06.2010	33.2	24.9	16.6	8.3	21.6	16.2	10.8	5.4	-
	2. Sulama	14.06.2010	35.8	26.9	17.9	9.0	23.3	17.5	11.6	5.8	-
	3. Sulama	21.06.2010	43.4	32.6	21.7	10.9	28.2	21.2	14.1	7.1	-
	4. Sulama	28.06.2010	30.7	23.0	15.4	7.7	20.0	15.0	10.0	5.0	-
	5. Sulama	05.07.2010	37.7	28.3	18.9	9.4	24.5	18.4	12.3	6.1	-
	6. Sulama	12.07.2010	42.2	31.7	21.1	10.6	27.4	20.6	13.7	6.9	-
	7. Sulama	19.07.2010	47.1	35.3	23.6	11.8	30.6	23.0	15.3	7.7	-
	8. Sulama	27.07.2010	42.6	32.0	21.3	10.7	27.7	20.8	13.8	6.9	-
Toplam			313	235	156	78	203	152	102	51	-

2009 yılında en fazla su verilen L₁K_p1.00 konusuna 38.9 – 55.2 mm arasında 8 defada toplam 371 mm, en az su verilen L₂K_p0.25 konusuna 6.3-9.0 mm arasında yine 8 defada toplam 60 mm sulama suyu uygulanmıştır. 2010

yılında ise en fazla su verilen L₁K_p1.00 konusuna 30.7 – 47.1 mm arasında 8 defada toplam 313 mm, en az su verilen L₂K_p0.25 konusuna 5.4-7.7 mm arasında yine 8 defada toplam 51 mm sulama suyu uygulanmıştır.

Çizelge 5. Konuların aylık su tüketimleri, mm

Yıl	Aylar	Aylık su tüketimi								S ₀
		L ₁ K _p 1.00	L ₁ K _p 0.75	L ₁ K _p 0.50	L ₁ K _p 0.25	L ₂ K _p 1.00	L ₂ K _p 0.75	L ₁₂ K _p 0.50	L ₂ K _p 0.25	
2009	Mayıs	59	59	59	59	59	59	59	59	59
	Haziran	163	125	98	72	117	92	81	62	55
	Temmuz	180	142	113	61	128	111	75	59	23
	Ağustos	80	68	43	48	59	48	44	33	23
	Toplam	482	394	313	240	363	309	259	213	160
2010	Mayıs	57	57	57	57	57	57	57	57	57
	Haziran	151	125	106	88	118	107	93	84	70
	Temmuz	187	142	104	65	126	104	76	59	32
	Ağustos	66	74	62	54	74	64	59	42	36
	Eylül	15	12	12	15	12	15	15	13	9
Toplam		476	410	341	279	387	345	300	255	204

En fazla sulamanın yapıldığı L₁K_p1.00 konusunun 2009 yılındaki en az aylık su tüketimi 59 mm ile Mayıs, en fazla aylık su tüketimi ise 180 mm ile Temmuz ayında olurken, 2010

yılında ise en az aylık su tüketimi 57 mm ile Mayıs, en fazla aylık su tüketimi ise 187 mm ile Temmuz ayında olmuştur. Yağışa dayalı S₀ konusunun 2009 yılındaki en az aylık su tüketimi

23 mm ile Temmuz ve Ağustos aylarında, en fazla aylık su tüketimi ise 59 mm ile Mayıs ayında olurken, 2010 yılında ise en az aylık su tüketimi 9 mm ile Ağustos, en fazla aylık su tüketimi ise 70 mm ile Haziran ayında olmuştur.

Araştırmanın yürütüldüğü yıllardaki konuların ortalama sulama suyu, su tüketimi ve verimlerdeki oransal azalışlar Çizelge 7' de verilmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde 0-90 cm

toprak katmanındaki eksik nemin tamamının tüm sıraların sulandığı $L_1K_p 1.00$ konusuna göre, %25 su kısıntısının yapıldığı ve yine tüm sıraların sulandığı $L_1K_p 0.75$ konusundaki su tüketimi azalışı %16, verim azalışı %3 iken, iki sıra arasına bir lateral ile sulamanın yapıldığı $L_2K_p 1.00$ konusunda ise $L_1K_p 1.00$ konusuna göre sulama suyundaki %35 su tasarrufuna karşılık verimdeki azalma sadece %7 olmuştur.

Çizelge 6. Konulara göre sulama suyu , su tüketimi ve verimdeki azalış oranları, %

Konular	Sulama suyu azalışı	Su tüketimi azalışı	Verim azalması
$L_1K_p 1.00$	0	0	0
$L_1K_p 0.75$	25	16	3
$L_1K_p 0.50$	50	32	18
$L_1K_p 0.25$	75	46	34
$L_2K_p 1.00$	35	22	7
$L_2K_p 0.75$	51	31	16
$L_2K_p 0.50$	67	42	25
$L_2K_p 0.25$	84	51	37
S_0 - yağışa dayalı	100	62	58

Çizelge 7. Bazı verim unsurlarının ortalama değerleri (2010)

Konular	Bitki boyu, cm	100 dane ağırlığı, gr	Hektolitreye ağırlığı, kg
$K_p 1.00$	235.3 a **	29.7 a*	78.3 a **
$K_p 0.75$	225.0 ab	28.7 ab	78.2 a
$K_p 0.50$	228.2 ab	28.3 abc	77.9 a
$K_p 0.25$	211.8 ab	26.9 bc	77.1 ab
S_0 - yağışa dayalı	202.2 b	26.7 c	69.9 b

Araştırmada 2010 yılında verim unsurlarından bitki boyu, yüz dane ağırlığı ve hektolitreye ağırlıkları belirlenmiştir. Verim unsurlarının istatistiki analizlerinde lateral sayısının etkisi olmazken, sulama suyunun bitki boyuna ve hektolitreye ağırlığına 0.01 hata seviyesinde, yüz dane ağırlığına ise 0.05 hata seviyesinde etkisi olmuştur (Çizelge 8).

En yüksek bitki boyu, 100 dane ağırlığı ve hektolitreye ağırlığı $K_p 1.00$ konularından elde edilirken, bu verim unsurlarının en düşük değerleri ise yağışa dayalı konudan elde edilmiştir.

En fazla mısır dane verimi 7 gün arayla 7 günlük toplam buharlaşmanın tamamının sulama suyu olarak uygulamasından alınmıştır. Bu uygulamada her sulamada ortalama 46.4 mm su verilmiş ve bu durumda yaklaşık 1174 kg da⁻¹ dane verimi elde edilmiştir. Bu sulama uygulamasında her sıraya bir lateral döşenmesi durumunda, iki bitki sırasına bir lateral

döşenmesine göre 77 kg/da daha yüksek verim alınmaktadır. Ancak her sıraya bir lateral döşenmesi durumunda, iki bitki sırasına bir lateral döşenmesine göre lateral boru uzunluğu iki katına çıkarken, kapasite yükselmesinden dolayı diğer sistem unsurlarının maliyetinin de artacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu amaçla ekonomik açıdan çok basit bir hesaplama yapılır ise;

Her bitki sırasına bir lateral yerleştirildiğinde, iki sıraya bir lateral döşenmesine göre bir dekar alana yaklaşık 710 m daha fazla lateral kullanılmıştır.

710 m: Her sıraya bir lateral yerleştirildiğinde boru uzunluğu farkı,

77 kg da⁻¹: Her sıraya bir lateral yerleştirildiğinde elde edilen mısır dane verimi farkı,

0.74 TL/kg: Dane mısır fiyatı,

0.7 TL/m: Damlatıcılı boru birim fiyatı,

3 yıl: Damlatıcı borunun ekonomik ömrü, olarak alındığında,

77 kg*0.74TL/kg=57 TL: Fazla verimden elde edilen yıllık gelir,
 710m*0.7TL/m=497 TL: Damlatıcılı fazla borunun maliyeti,
 497 TL/3 yıl=166TL/yıl: Fazla borunun bir yıllık maliyeti,
 166 - 57=109 TL/yıl/da,

İki sıraya bir lateral yerleştirilmesine göre, her sıraya bir lateral boru yerleştirildiğinde dekar başına her yıl 109 TL/da zarar elde edilir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışma, Menemen Ovası koşullarında damla sulama altında farklı lateral aralıkları ve sulama seviyelerinin mısır bitkisinin dane verimi üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma sonuçları, sulama suyu miktarının ve lateral yerleşim düzeninin dane verimi üzerinde anlamlı etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Hem 2009 hem de 2010 yıllarında, yedi günlük toplam buharlaşmanın %100'ü ve %75'i oranında sulama yapılan, her sıraya bir lateral yerleştirilen uygulamalar en yüksek verimleri sağlamıştır. Bununla birlikte, iki sıraya

bir lateral yerleştirilen ve %100 sulama uygulanan konular da kabul edilebilir düzeyde yüksek verim değerleri sunmuştur.

Araştırmanın bulguları, sulama suyunun etkin kullanımı ve sistem tasarımında optimizasyonun, yüksek verimlilikle birlikte su tasarrufu sağlanabileceğini göstermektedir. Özellikle, iki sıraya bir lateral yerleştirilerek yapılan sulamalarda, daha düşük su uygulamalarına rağmen makul dane verimleri elde edilmiş ve bu durum, su kullanım verimliliği açısından önemli bir avantaj sunmuştur.

5. SONUÇ

Sonuç olarak, Menemen Ovası gibi yarı kurak bölgelerde damla sulama sistemlerinin uygun tasarım ve yönetim stratejileri ile uygulanması, mısır üretiminde hem su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını hem de ekonomik verimliliği artırma potansiyeline sahiptir. Gelecek çalışmalarda, bu tür uygulamaların uzun vadeli etkileri ile su kullanım verimliliği ve enerji maliyetleri arasındaki ilişkilerin detaylı olarak araştırılması önerilmektedir.

Yazar katkısı: Tüm yazarlar çalışmanın, tamamında eşit oranda katkıda bulunmuşlardır.

Çıkar çatışması beyanı: Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Abdelraouf, R. E., Hegab, M. Y., & Abuarab, M. E. (2020). Maize yield response to deficit irrigation under drip system in arid region. *Water*, 12(5), 1275. <https://doi.org/10.3390/w12051275>
- Ayars, J. E., Fulton, A., & Taylor, B. (2015). Subsurface drip irrigation in California—Here to stay? *Agricultural Water Management*, 157, 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.01.001>
- Chartzoulakis, K., & Bertaki, M. (2015). Sustainable water management in agriculture under climate change. *Agricultural Water Management*, 160, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.07.009>
- Çetin, Ö., Yazar, A., & Sezen, S. M. (2019). Water use efficiency and yield response of maize under different irrigation regimes in Turkey. *Agricultural Water Management*, 213, 498–507. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.11.030>
- Daccache, A., Ciurana, J. S., Rodriguez Diaz, J. A., & Knox, J. W. (2022). Advancements in irrigation strategies for water-scarce regions: A review. *Irrigation Science*, 40, 85–99. <https://doi.org/10.1007/s00271-021-00764-5>
- FAO. (2023). The State of Food and Agriculture 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fereres, E., & Soriano, M. A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58(2), 147–159. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl165>
- Gül, A., Yıldırım, O., & Aydın, M. (2024). Deficit irrigation management in maize production under semi-arid conditions. *Irrigation and Drainage*, 73(2), 230–242. <https://doi.org/10.1002/ird.2758>
- Hanson, B. R., Schwankl, L. J., & Fulton, A. (2022). Modern irrigation practices and water productivity. *Irrigation Science*, 40, 123–137. <https://doi.org/10.1007/s00271-021-00786-z>
- Karaman, M., Kaya, U., & Öztürk, H. (2021). Yield and water productivity of maize in response to deficit irrigation. *Field Crops Research*, 263, 108071. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.108071>

- Kaya, U., Karaman, M., & Öztürk, H. (2023). Evaluation of maize irrigation methods in semi-arid conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 209(5), 872–882. <https://doi.org/10.1111/jac.12602>
- Nogueira, L. M., Silva, J. V., & Zwart, S. J. (2020). Advances in drip irrigation for sustainable agriculture: A review. *Agricultural Systems*, 178, 102736. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102736>
- Pereira, L. S., Paredes, P., Melvin, S. R., Johnson, L. F., & Trout, T. J. (2020). Irrigation methods for efficient water application and management: Advances and challenges. *Agricultural Water Management*, 239, 106267. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106267>
- Shock, C. C., & Wang, F. (2021). Drip irrigation: Impacts on water use efficiency and crop yield. *Irrigation Science*, 39, 93–109. <https://doi.org/10.1007/s00271-020-00704-9>
- WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). (2024). The United Nations World Water Development Report 2024: Water for prosperity and peace. UNESCO.
- Balçın, M., (2004). Karık Sulama Sistemlerinde Planlama Ölçütlerinin Değiştirilmesinin Sulama Performansına Etkisi, Ç.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Adana.
- Beyazgül, M. 1997. Menemen ovasında ikinci ürün mısırın su tüketimi. *Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 1996*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Genel yayın no: 102. Ankara
- Beyce, Ö., Madanoğlu, K., (1978). “Bitki su tüketiminin saptanması”, *Topraksu Ana Projesi*, No: 433, Ankara.
- Çetin, Ö. 1996. Harran ovası koşullarında ikinci ürün mısır su gereksinimi. *Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*. Genel yayın no: 90. Şanlıurfa
- Değirmenci, V., M. Gündüz ve C. Kara. 1998. GAP Bölgesi Harran Ovası Koşullarında II. Ürün mısırın su verim ilişkileri. *Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı*. Yayın No: 108. Ankara
- Değirmenci, V., M.A. Taş ve A.S. Nacar. 2012. Harran Ovası Koşullarında Karık Sulama Yönteminde Farklı İşletim Tekniklerinin Toprak ve Su Kayıpları ile II. Ürün mısır verimine Etkisi. *Proje Sonuç Raporu*. GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Şanlıurfa
- Gündüz, M., N. Korkmaz., S. ŞEN. 2008. Güney Marmara Koşullarında Mısırın Su-Verim İlişkisi. TAYEK 2008 Yılı Tarla Bitkileri Grubu Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Yayın No: 132. S: 158–175, Menemen
- Gündüz, M., N. Korkmaz 2014. Karık ve Ardeşik karıkta Kısıntılı Sulama Uygulamalarının Mısır Bitkisinde Karşılaştırılması. 12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu. 21-23 Mayıs 2014 Tekirdağ
- Köseoğlu Tarım, 2011. <http://www.koseoglutarim.com.tr/>. Erişim tarihi 2011.
- Özyurt K., O. Aydın ve C. Aymak., 2009. Ardeşik Karık Sulama İşletim Biçiminin Toprak Ve Su Kayıpları İle Mısır Verimine Etkisi. *Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Tokat Toprak ve Su kaynakları Araştırma Enstitüsü*. Tokat.
- Richards, L.A., (1954). Diagnosis and improvement of salina and alcaly soil, *Agricultural Handbook*, No: 60, USA.
- Topraksu, (1971). Menemen Ovası temel toprak etüdü, *Topraksu Genel Müdürlüğü, Toprak ve Etüd Haritalama Dairesi Raporları*, Seri No: 24, Ankara.
- Tüzüner, A., (1990). Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı, *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü*, Ankara.
- Ul, M.A. 1990. Menemen ovası koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen mısır bitkisinin değişik gelişim aşamalarında uygulanan sulamaların verime etkisi üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilimdalı (doktora)*. İzmir.
- MGM, 2016. Menemen 2009-2010 Su Yılları Hidrometeorolojik Rasat Verileri kayıtları. MGM.
- Yıldırım, O. ve Madanoğlu, K., 1985. A Sınıfı Buharlaşma Kaplarının Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılması, *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları*, Sayı: 433, Ankara.
- Yurtsever, N., (1984). Deneyisel istatistik metotları, *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü*, Genel Yayın No: 121, Ankara.

Araştırma Makalesi

Topraksız Marul Yetiştiriciliğinde Mikoriza ve Solucan Gübresi Kullanımı ile Kimyasal Kullanımının Azaltılması

Alper Durak^{a,*}, Ahmet Seyfettin Polat^b^aMalatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Malatya, Türkiye^bMalatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Malatya, Türkiye

ÖNE ÇIKANLAR

• Bu çalışmada, topraksız tarım sistemlerinde marul (*Lactuca sativa* L.) yetiştiriciliğinde mikoriza ve solucan gübresi uygulamalarının kimyasal gübre ihtiyacını azaltma potansiyeli araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, bu biyolojik ve organik girdilerin sinerjik etkisinin verim ve kalite parametreleri üzerinde olumlu etkiler sağladığını ortaya koymuş, sürdürülebilir tarım uygulamaları açısından umut verici sonuçlar sunmuştur.

MAKALE BİLGİSİ

Anahtar kelimeler:

Topraksız tarım
Mikoriza uygulaması
Solucan gübresi
Kimyasal gübre azaltımı
Marul yetiştiriciliği

Geliş tarihi: 28 Nisan 2025

Revizyon tarihi: 16 Mayıs 2025

Kabul tarihi: 16 Mayıs 2025

Yayın tarihi: 30 Haziran 2025

*Sorumlu yazar:

alper.durak@ozal.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma, topraksız tarım koşullarında marul (*Lactuca sativa* L.) yetiştiriciliğinde mikoriza ve solucan gübresi uygulamalarının kimyasal gübre kullanımını azaltma potansiyelini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Geleneksel tarımda yaygın şekilde kullanılan kimyasal gübreler, çevresel kirlilik ve toprak sağlığı üzerindeki olumsuz etkiler nedeniyle sürdürülebilir tarım arayışlarını hızlandırmıştır. Bu bağlamda, organik ve biyolojik girdilerin entegrasyonu önem kazanmıştır. Araştırma, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait serada yürütülmüş ve Cospirina marul çeşidi kullanılmıştır. Denemede üç farklı besin çözeltisi dozu (%20, %30, %40 azaltılmış Hoagland) ve bir kontrol grubu karşılaştırılmıştır. Arbusküler mikoriza inokulumu dikim sırasında uygulanmış, solucan gübresi ise yetiştirme ortamına dahil edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, %20 ve %30 oranlarındaki uygulamaların bitki boyu, gövde çapı, biyokütle ağırlıkları ve bazı makro-mikro besin elementleri açısından önemli artışlar sağladığını göstermiştir. En yüksek verim artışı (%19.78) %30 dozunda elde edilmiştir. Bulgular, mikoriza ve solucan gübresinin sinerjik etkisinin topraksız marul üretiminde kimyasal gübre kullanımını azaltabileceğini ortaya koymuştur. Bu durum, çevre dostu üretim sistemleri için sürdürülebilir ve maliyet-etkin alternatifler sunmaktadır.

Reduction of Chemical Use in Soilless Lettuce Cultivation with the Use of Mycorrhiza and Vermicompost

Alper Durak^{a,*}, Ahmet Seyfettin Polat^b

^aMalatya Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Malatya, Türkiye

^bMalatya Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Malatya, Türkiye

HIGHLIGHTS

- In this economical, soilless agricultural product, lettuce (*Lactuca sativa* L.) software, the potential of mycorrhiza and worm compost applications to reduce the need for chemical fertilizers is investigated. The results obtained, the synergistic effect of these biological and organic inputs, yield and quality policy positive effects have been revealed, and have offered promising results in terms of sustainable agricultural practices.

ARTICLE INFO

Keywords:

Soilless agriculture
Arbuscular mycorrhiza
Vermicompost
Chemical fertilizer reduction
Lettuce yield

Received: 28 April 2025

Revised : 16 May 2025

Accepted: 16 May 2025

Published: 30 June 2025

*Corresponding author:

alper.durak@ozal.edu.tr

ABSTRACT

This study aimed to investigate the potential of mycorrhiza and vermicompost applications to reduce chemical fertilizer use in soilless lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivation. Excessive use of chemical fertilizers in conventional agriculture has led to environmental degradation and soil health concerns, accelerating the search for sustainable alternatives. In this context, the integration of organic and biological inputs into production systems has gained significance. The experiment was conducted in a polycarbonate greenhouse at Malatya Turgut Özal University using the Cospirina lettuce variety. Three nutrient solution levels (20%, 30%, and 40% reduced Hoagland solution) and a control group were tested. Arbuscular mycorrhizal inoculum was applied at planting, while vermicompost was included in the growing media. The results demonstrated that 20% and 30% application levels significantly improved plant height, stem diameter, biomass weight, and macro- and micronutrient uptake. The highest yield increase (19.78%) was recorded at the 30% treatment. The findings reveal the synergistic effects of mycorrhiza and vermicompost in enhancing plant growth and reducing dependence on chemical inputs in soilless lettuce production. This integrated approach offers an environmentally friendly and economically viable alternative for sustainable horticultural systems.

1. GİRİŞ

İnsanoğlu, ilk çağlardan bu yana besin ihtiyacını karşılamak için tarımsal faaliyetlerde bulunmuş, bitkisel üretim hem beslenme hem de sosyo-ekonomik açıdan kritik bir rol oynamıştır (Turhan, 1996). Ancak artan dünya nüfusu ve gıda talebi, geleneksel tarım yöntemlerinin yetersiz kalmasına neden olmuş, bu da birim alandan alınan verimi artırmak amacıyla kimyasal gübre kullanımının yoğunlaşmasına yol açmıştır (Şahin, 2016). Ne var ki bilinçsiz kimyasal gübreleme, toprak kirliliği, tuzluluk, çoraklaşma ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratmış, sürdürülebilir tarım arayışlarını

zorunlu kılmıştır (Savci, 2012; Reddy, 2013).

Bu bağlamda, topraksız tarım gibi alternatif yetiştiricilik sistemleri öne çıkmış, özellikle marul gibi hızlı büyüyen sebzelerde verim ve kaliteyi artırmak için yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmiştir (FAO, 2021; TÜİK, 2021). Topraksız tarım, kısıtlı tarım alanlarında kaynak verimliliği sağlarken, besin çözeltilerinin kontrollü kullanımıyla çevresel riskleri azaltma potansiyeli taşımaktadır. Ancak bu sistemlerde bile kimyasal gübre bağımlılığı devam etmekte, bu durum organik ve biyolojik girdilerin entegrasyonunu gerektirmektedir.

Mikorizal mantarlar, bitkilerle simbiyotik

ilişki kurarak besin alımını artıran, toprak yapısını iyileştiren ve bitki direncini güçlendiren biyolojik ajanlar olarak önem kazanmıştır (Ortaş, 1997; Smith ve Read, 1997). Özellikle fosfor alımını optimize eden arbusküler mikoriza türleri, marul gibi yüzey köklü bitkilerde verim artışı sağlamıştır (Kara ve Ergin, 2006). Benzer şekilde, solucan gübresi (vermikompost) gibi organik girdiler, topraksız sistemlerde bitki gelişimini destekleyen makro ve mikro besinler, humik asitler ve faydalı mikroorganizmalar içermektedir (Arancon vd., 2005; Sinha vd., 2013). Çalışmalar, solucan gübresinin marulda kök gelişimini teşvik ettiğini, bitki boyu ve yaprak alanını artırdığını göstermiştir (Durak vd., 2017; Özkan ve Müftüoğlu, 2015).

Ancak literatürde mikoriza ve solucan gübresinin birlikte kullanımının topraksız marul yetiştiriciliğinde kimyasal gübre ihtiyacını nasıl azaltılabileceğine dair sınırlı veri bulunmaktadır. Mevcut çalışmalar genellikle tek bir organik girdi veya mikoriza üzerine odaklanmış, entegre yaklaşımların etkinliği yeterince araştırılmamıştır (Küçükyumuk vd., 2014; Alaboz vd., 2017). Ayrıca, farklı besin çözeltisi dozlarıyla kombinasyonların morfolojik ve fizyolojik parametrelere etkisi sistematik olarak incelenmemiştir.

Bu çalışma, topraksız marul yetiştiriciliğinde mikoriza ve solucan gübresi sinerjisini kullanarak kimyasal gübre kullanımını minimize etmeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın temel hipotezi, bu biyolojik girdilerin besin çözeltisi ile entegre edilmesinin bitki gelişimini desteklerken kimyasal girdi ihtiyacını azaltacağı yönündedir. Çalışma, hem organik tarımın sürdürülebilirliğine katkı sağlamayı hem de topraksız sistemlerde verim-kalite dengesini optimize etmeyi hedeflemektedir. Elde edilen bulguların, kaynak verimliliği yüksek ve çevre dostu tarım uygulamalarına metodolojik bir çerçeve sunması beklenmektedir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Deneyisel Tasarım

Bu çalışma, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait polikarbon serada (28°C gündüz/18°C gece sıcaklığı, %60-70 nem, 14 saat fotoperiyot) Mart-Mayıs 2020 tarihleri arasında yürütülmüştür. Denemelerde *Cospirina* düz marul çeşidi kullanılmış olup, fideler 4 litrelik plastik saksılara dikilmiştir. Saksı karışımı, %25 torf (pH 5.8-6.2, EC 0.8-1.2 mS/cm), %25 perlit

(2-5 mm partikül boyutu) ve %50 solucan gübresi (vermikompost; pH 7.1, organik madde %32.6, toplam N %1.8, P₂O₅ %0.9, K₂O %1.2) karışımından oluşturulmuştur (Şimşek-Erşahin, 2007; Büyükfiliz, 2016).

2.2. Mikoriza Uygulaması

Arbusküler mikoriza (AM) karışımı (150 mg/bitki), kök bölgesine dikim sırasında uygulanmıştır. Karışım, *Glomus intraradices* (%40), *G. mosseae* (%30), *G. deserticola* (%20) ve diğer türlerden (*G. aggregatum*, *G. clarum*, *G. monosporus*, *G. brasilianum*, *Gigaspora margarita*) oluşmakta olup, her gramda 80-100 spor içermektedir. Mikoriza inokulumu, köklerle doğrudan temas sağlamak için 5 cm derinliğe yerleştirilmiştir (Kara ve Ergin, 2006).

2.3. Deneme Grupları ve Besin Çözeltisi

Kontrol (K): Saf su uygulanmıştır.

%20 Azaltılmış Besin Çözeltisi (A20): Standart Hoagland çözeltisinin %80'i (16 cc A stok [5 mM Ca(NO₃)₂, 5 mM KNO₃] + 16 cc B stok [2 mM MgSO₄, 1 mM KH₂PO₄, 0.1 mM Fe-EDTA]).

%30 Azaltılmış Besin Çözeltisi (A30): Standart Hoagland çözeltisinin %70'i (14 cc A + 14 cc B stok).

%40 Azaltılmış Besin Çözeltisi (A40): Standart Hoagland çözeltisinin %60'ı (12 cc A + 12 cc B stok).

Her uygulama 3 tekerrürlü olarak randomize tam blok deseninde düzenlenmiş, her tekerrürde 4 saksı (bitki) yer almıştır. Besin çözeltisi, dikimden 10 gün sonra başlanarak 2 gün aralıklarla saksı başına 1 L olacak şekilde damla sulama sistemi ile uygulanmıştır.

2.4. Bitki Yetiştirme Koşulları

Fideler 27 Mart 2020'de saksılara dikilmiş, sera içi sıcaklık ve nem veri kaydedicilerle sürekli izlenmiştir. Sulama, tansiyometre ile toprak nemi %70-80% FC (tarla kapasitesi) seviyesinde tutulacak şekilde ayarlanmıştır. Bitkilerde hastalık/zararlı görülmemiş, yabancı ot mücadelesi el ile yapılmıştır.

2.5. Ölçüm Parametreleri ve Analizler

Morfolojik Parametreler; Bitki boyu (cm): Kök boğazından tepe tomurculuğa kadar dijital metre ile ölçülmüştür. Gövde çapı (mm): Kök boğazından 2 cm yukarısı dijital kumpas ile ölçülmüştür. Yaprak sayısı (adet): 5 cm'den uzun

tüm yapraklar sayılmıştır. Klorofil indeksi (SPAD): Yaprakların orta damar bölgesinden SPAD-502 klorofil ölçer ile 3 okuma alınmıştır. Biomas Ağırlıkları; Yaş ağırlık (g): Hasat sonrası kök ve üst aksam hassas terazi (± 0.01 g) ile tartılmıştır. Kuru ağırlık (g): Örnekler 65°C 'de 48 saat kurutulduktan sonra tartılmıştır (Kacar ve İnal, 2008).

Besin Elementi Analizleri; Makro elementler (N, P, K, Ca, Mg): Bitki örnekleri $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$ ile yakılmış, ICP-OES (PerkinElmer Optima 8000) ile analiz edilmiştir. Azot (N): Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Mikro elementler (Fe, Cu, Mn, Zn, B): Aynı yöntemle ölçülmüştür.

Verim Hesaplaması; Parsel verimi (kg/da), saksı başına yaş ağırlık (g) $\times 10$ saksı/m² $\times 10,000$ m²/ha formülü ile hesaplanmıştır.

2.5. İstatistiksel Analiz

Veriler, SPSS 25.0 programında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiş, ortalamalar arası farklılıklar Duncan testi ($p \leq 0.05$) ile belirlenmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Bitki Büyüme Parametreleri

Bitki boyu, kontrol grubunda ortalama 40.66 cm iken; %20 uygulamasında 42.60 cm, %30'da 41.52 cm ve %40'ta 41.44 cm olarak kaydedilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında bitki boyunda; %20 uygulamasında %4.77, %30 uygulamasında %2.19 ve %40 uygulamasında %2.00 artış sağlanmıştır (Tablo 1). En yüksek artışın %20'de görülmesi, organik gübre ile mikorizanın kök beslenmesini ve su alımını optimize etmesine bağlanabilir (Özkan ve Müftüoğlu, 2016; Durak vd., 2017). %30 ve %40 uygulamaları arasındaki yakın değerler, aşırı dozun olumlu etkinin sınırlarını işaret etmektedir.

Gövde çapı analizlerinde, kontrol grubunda 13.77 mm; %20 uygulamasında 14.25 mm; %30'da 14.20 mm ve %40'ta 14.64 mm ortalama değerleri elde edilmiştir. Kontrole göre bu değerler sırasıyla %3.55, %3.21 ve %6.31 oranlarında artış göstermiştir (Tablo 1). %40 uygulamasının gövde çapındaki en yüksek artışı sağlaması, mikoriza ve solucan gübresinin lignifikasyon süreçlerini ve hücre bölünmesini destekleyerek bitkinin mekanik dayanıklılığını artırmasıyla açıklanabilir (Adiloğlu vd., 2018; Durak vd., 2017).

Kök boyu analizlerinde uygulamalar arasında istatistikî olarak anlamlı farklılıklar

gözlenmemiştir. Ancak en uzun ortalama kök boyu %20 uygulamasında 12.66 cm, en kısa ise kontrol grubunda 12.08 cm olarak tespit edilmiştir. %20 uygulamasının kontrole kıyasla kök boyunu %4.80 oranında uzattığı dikkat çekmektedir. Bu etki, solucan gübresinin topraktaki organik madde içeriğini ve mikorizanın kök kolonizasyonunu artırarak kök hacmini genişletmesiyle tutarlıdır (Kibar, 2018; Adiloğlu vd., 2018).

Yaprak sayısında kontrol grubu 49.00 adet; %20 uygulaması 45.66 adet; %30'da 47.66 adet; %40 uygulaması ise 47.33 adet ortalamalarına sahiptir. Kontrol ile karşılaştırıldığında %20 uygulaması yaprak sayısını %6.82, %30 uygulaması %2.71 ve %40 uygulaması %3.46 oranında azaltmıştır (Tablo 1). Bu sonuç, tam doz kontrolünün yaprak oluşumunu desteklerken, solucan gübresi ve mikoriza kombinasyonlarının optimize edilmesiyle kısmen azaltılmış dozlarda da fotosentetik kapasiteyi koruduğunu göstermektedir (Karademir, 2019; Özkan ve Müftüoğlu, 2016).

Bitki yaş ağırlığı, kontrol grubunda 216.88 g iken; %20'de 253.37 g; %30'da 259.77 g ve %40'ta 251.73 g olarak bulunmuştur. Kontrol ile kıyaslandığında sırasıyla %16.84, %19.77 ve %16.13 artış gözlenmiştir. Kuru ağırlık ise kontrolde 25.21 g; %20'de 35.92 g; %30'da 34.31 g ve %40'ta 29.15 g olarak ölçülmüş; kontrole göre %20'de %42.48; %30'da %36.02 ve %40'ta %15.65 artış rapor edilmiştir (Tablo 1). Bu artışlar, en optimal dozun %20–%30 aralığında olduğunu göstermektedir (Leon vd., 2012).

Klorofil miktarına ilişkin ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiş olup, %20 uygulaması diğer uygulamalardan (b grubu) istatistiksel olarak ayrılarak en yüksek klorofil seviyesini sağlamıştır ($p \leq 0.05$; Tablo 1). Bu durum, düşük doz uygulamasının fotosentetik pigmentleri artırıcı etkisiyle ilişkilidir (Karademir, 2019).

3.2. Besin Elementleri İçeriği

Yapraklardaki azot içeriği kontrolde (%100) 4.19 g/kg (a) iken, %20 (3.94 g/kg, b), %30 (3.74 g/kg, c) ve %40 (4.16 g/kg, a) uygulamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ($p < 0.05$). Kontrole göre %20 ve %30 uygulamalarında sırasıyla %5.96 ve %10.50 azalma saptanırken, %40 uygulaması kontrol ile benzer (a) düzeyde kalmıştır. Fosfor

içerikleri kontrolde 0.56 g/kg (b) olup, %20 uygulamasında 0.64 g/kg (a) ile %14.29 artış gösterirken, %30 (0.54 g/kg, b) ve %40 (0.46 g/kg, c) uygulamalarında azalma kaydedilmiştir (Tablo 2) ($p<0.05$) (Marschner, 1995; Ortaş, 1998). Potasyumda en yüksek değer 5.71 g/kg (a) ile kontrol grubunda belirlenmiş, diğer uygulamalar istatistiksel olarak daha düşük (b-d) bulunmuştur ($p<0.05$). Kalsiyum içeriği ise %40 uygulamasında 2.25 g/kg (a) ile en yüksek düzeye ulaşmış, kontrol (1.66 g/kg, c) ve diğer gruplardan (b, d) anlamlı şekilde farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Magnezyum içeriği tüm uygulamalarda 0.65–0.76 g/kg aralığında stabil kalmış, istatistiksel gruplandırmalar (a-b) benzerlikleri işaret etmiştir. Demir ve mangan

konsantrasyonları en yüksek %40 uygulamasında sırasıyla 940.63 mg/kg (a) ve 144.80 mg/kg (b) olarak ölçülmüş, bu değerler diğer gruplardan (b-d) anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Bakır ve çinko içerikleri %20 uygulamasında en yüksek değerlere (13.69 mg/kg, a ve 151.30 mg/kg, b) ulaşırken, bor içeriği kontrol grubunda 57.15 mg/kg (a) ile belirgin şekilde yüksek tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bu sonuçlar, besin elementlerinin alımının uygulama oranlarına bağlı olarak değiştiğini ve bazı elementlerde sinerjistik veya antagonistik etkilerin ortaya çıkabileceğini göstermektedir (Tablo 2) (Barley, 1961; Durak vd., 2017; Kumari ve Ushakumari, 2006).

Tablo 1. Marul bitkisinde bitki büyüme parametrelerinin analiz sonuçları

Uygulamalar	Bitki boyu	Gövde çapı	Kök boyu	Yaprak sayısı	Bitki yaş ağırlığı	Bitki kuru ağırlığı	Kök yaş ağırlığı	Kök kuru ağırlığı	Klorofil miktarı
%20	42.60	14.25	12.66	45.66	253.37	35.92	36.33	8.37	33.65
%30	41.52	14.20	12.28	47.66	259.77	34.31	41.26	9.52	29.05
%40	41.44	14.64	12.32	47.33	251.73	29.15	41.24	11.74	28.40
Kontrol (K)	40.66	13.77	12.08	49.00	216.88	25.21	45.91	15.55	27.67

3.3. Verim

Ürün verimi, marul bitkisinin uygulanan besin çözeltilisi dozlarına ve biyogübre kombinasyonlarına verdiği ekonomik çıktıyı ortaya koyar. Denemeler sonucunda, kontrol (%100) grubunda 5 707 kg/da verim elde edilirken; %20 uygulamasında 6667 kg/da, %30 uygulamasında 6836 kg/da ve %40 uygulamasında 6624 kg/da verim değerleri kaydedilmiştir (Tablo 3). Kontrol grubuna kıyasla verimde sırasıyla %16.78, %19.78 ve %16.12 artışlar gözlenmiştir.

%30 uygulamasında kaydedilen en yüksek %19.78'lik verim artışı, solucan gübresinin topraktaki organik madde seviyesini ve mikorizanın kök çevresindeki simbiyotik etkinliği artırarak, bitkinin besin alım kapasitesi ve su kullanım verimliliğini üst düzeye çıkardığını göstermektedir. Bu mekanizmalar, fotosentetik aktivitenin güçlenmesi ve hızlı biyokütle birikimiyle doğrudan ilişkilidir.

%20 ve %30 uygulamaları arasındaki benzer verim değerleri, organik gübrenin ve mikorizanın optimum doz aralığının %20–%30 olduğunu ve daha yüksek doz (%40) uygulamasının verim katkısının doygunluk noktasına ulaştığını düşündürmektedir. Bu durum, aşırı dozların maliyet-etkinlik açısından sınırlı kazanç sağladığını ve ekolojik açıdan gereksiz besin

fazlasının önüne geçilmesi gerektiğini işaret eder. Elde edilen verim performansına dayanarak, %30 oranındaki solucan gübresi + mikoriza kombinasyonu, ekonomik getirinin maksimal olduğu ve üretim maliyetlerinin dengelendiği optimal uygulama dozu olarak önerilebilir. Gelecek çalışmalarda farklı mikoriza suşlarının bitki verimine etkileri, uygulama zamanlaması ve kombinasyon oranlarının entegre verim-maliyet analizleriyle değerlendirilmesi tavsiye edilir (Durak vd., 2017).

Tablo 3. Marul bitkisinde bitki verim analiz sonuçları

Uygulamalar	Verim (kg/ da)
%20	6667
%30	6836
%40	6624
Kontrol (K)	5707

Tablo 2. Marul bitkisinde farklı uygulamaların makro ve mikro besin elementleri üzerindeki etkileri

Uygulamalar	Azot	Fosfor	Potasyum	Kalsiyum	Magnezyum	Demir	Bakır	Mangan	Çinko	Bor
%20	3.9433 ^b	0.6400 ^a	5.2100 ^b	1.3433 ^d	.6467 ^b	490.9333 ^d	13.6900 ^a	82.2333 ^d	151.30 ^b	45.2633 ^c
%30	3.7400 ^c	0.5400 ^b	4.8867 ^c	2.0200 ^b	.7500 ^a	869.4000 ^b	12.6033 ^b	135.5667 ^a	156.23 ^a	49.6900 ^a
%40	4.1600 ^a	0.4600 ^c	4.7033 ^d	2.2533 ^a	.7600 ^a	940.6333 ^a	12.6067 ^b	144.8000 ^b	159.20 ^a	46.4900 ^b
Kontrol (K)	4.1867 ^a	0.5567 ^b	5.7100 ^a	1.6600 ^c	.7600 ^a	563.3000 ^c	8.9333 ^c	115.8333 ^c	133.96 ^c	57.1500 ^a

(Aynı satırda aynı sütun içinde yer alan farklı harfler, Duncan testine göre $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farkları göstermektedir)

4. SONUÇ

Bu çalışmada marul bitkisinin farklı oranlarda (%20, %30, %40) solucan gübresi ve mikoriza uygulamalarına verdiği tepkiler morfolojik, biyokütle, besin elementi ve verim parametreleri açısından kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Bulgularımız, %20 ve %30 doz aralığındaki uygulamaların bitki boyu, gövde çapı ve kök uzaması gibi morfolojik göstergelerde belirgin iyileşmeler sağladığını ortaya koymuştur. Özellikle bitki yaş ve kuru ağırlığındaki en yüksek artışların bu doz aralığında gerçekleşmesi, organik gübre ve mikoriza simbiyozunun fotosentetik ve su alım mekanizmalarını destekleyerek biyokütle birikimini optimize ettiğini göstermektedir.

Besin elementi içerikleri bakımından, düşük ve orta dozlarda (özellikle %20) uygulanan kombinasyonların azot, fosfor, demir ve mangan alımını iyileştirdiği belirlenmiştir. Bu durum, mikorizanın kök yüzey alanı ile besin mobilizasyon enzimlerini artırması ve solucan gübresinin organik madde dönüşümünü hızlandırmasıyla açıklanabilir. Yüksek doz (%40) uygulama ise bazı parametrelerde doygunluk

noktasına ulaşarak ek fayda sağlamış, ancak besin dengesi açısından %20–%30 aralığının optimal seviye olarak öne çıktığını doğrulamıştır.

Verim sonuçları, kontrol grubuna kıyasla %20 ve %30 uygulamalarında sırasıyla %16,78 ve %19,78 oranlarında artış sunmuş, %40 dozu ise kısmen benzer bir katkı sağlamıştır. En yüksek verimin %30 dozunda elde edilmesi, bu oranı ekonomik verimlilik ve ekolojik sürdürülebilirlik açısından üreticiler için öncelikli seçenek haline getirmektedir.

Bu bulgular ışığında, marul üretiminde %20–%30 aralığındaki solucan gübresi ve mikoriza kombinasyonlarının tercih edilmesi hem biyolojik etkinlik hem de maliyet-etkinlik açısından önerilmektedir. Gelecek çalışmalarda farklı mikoriza suşlarının performans karşılaştırmaları, birim maliyet–verim analizleri ve uzun dönem toprak sağlığı izleme verileriyle entegre değerlendirilmeler yapılmalıdır. Ayrıca, çeşitli fide aşılama teknikleri ve ekim öncesi toprak hazırlığı protokollerinin optimize edilmesi, uygulama etkinliğini daha da artıracak önemli araştırma alanları olarak öne çıkmaktadır.

Yazar katkısı: Çalışmanın tasarımı ve hipotezin oluşturulması, veri analizi ve istatistiksel değerlendirmesi ile makalenin yazımı ve son kontrolü Alper DURAK tarafından; deneysel uygulamalar ve sera çalışmaları Ahmet Seyfettin POLAT tarafından; literatür taraması ve bulguların yorumlanması ise her iki yazar tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma makalesi Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Tarafından Desteklenen “Topraksız Marul Yetiştiriciliğinde Mikoriza ve Solucan Gübresi Kullanımı ile Kimyasal Kullanımının Azaltılması” adlı projeden üretilmiştir.

Çıkar çatışması beyanı: Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Adiloğlu, S., Eryılmaz Açıkgöz, F., Solmaz, Y., Çaktü, E., & Adiloğlu, A. (2018). Effect of vermicompost on the growth and yield of lettuce plant (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*). *International Journal of Plant & Soil Science*, 21(1), 1–5.
- Alaboz, P., Işıldar, A. A., Müjdecı, M., & Şenol, H. (2017). Effects of different vermicompost and soil moisture levels on pepper (*Capsicum annuum*) grown and some soil properties. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 30–36.
- Arancon, N. Q., & Edwards, C. A. (2005, October). Effects of vermicomposts on plant growth. In *International Symposium Workshop on Vermitechnology*. Philippines.
- Barley, K. P. (1961). Plant nutrition levels of vermicast. *Advances in Agronomy*, 13, 251.
- Büyükfiliz, F. (2016). Vermikompost gübrelemesinin ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkisi (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- Durak, A., Altuntaş, Ö., Kutsal, İ. K., Işık, R., & Karaat, F. E. (2017). The effects of vermicompost on yield and some growth parameters of lettuce. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(12), 1566–1570.
- Erşahin, Y. Ş. (2007). Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2007(2), 99–107.

- FAO. (2021). The state of food and agriculture 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). Bitki Analizleri. Nobel Yayın.
- Kibar, B. (2018). Marulda bitkisel özellikler, bazı kalite özellikleri ve besin elementleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 4(2), 149–160.
- Kumari, M. S., & Ushakumari, K. (2006). Effect of vermicompost enriched with rock phosphate on the yield and uptake of nutrients in cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp). Journal of Tropical Agriculture, 40, 27–30.
- Küçükyumuk, Z., Gültekin, M., & Erdal, İ. (2014). Vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerine etkisi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(1), 51–58.
- León, A. P., Martín, J. P., & Chiesa, A. (2012). Vermicompost application and growth patterns of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Agricultura Tropica et Subtropica, 45(3), 134–139.
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants (2nd ed.). Academic Press.
- Ortaş, İ. (1997). Mikoriza nedir. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 351, 92–95.
- Ortaş, İ. (1998). Toprak ve Bitkide Mikoriza. Workshop. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü.
- Özkan, N., Dağlıoğlu, M., Ünser, E., & Müftüoğlu, N. M. (2016). Vermikompostun ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1), 1–5.
- Reddy, B. S. (2013). Soil health: Issues and concerns—A review.
- Savci, S. (2012). An agricultural pollutant: Chemical fertilizer. International Journal of Environmental Science and Development, 3(1), 73.
- Sinha, R. K., Soni, B. K., Agarwal, S., Shankar, B., & Hahn, G. (2013). Vermiculture for organic horticulture: Producing chemical-free, nutritive & health protective foods by earthworms. Agricultural Science, 1(1), 17–44.
- Smith, S. E., & Read, D. J. (1997). Mycorrhizal symbiosis (2nd ed.). Academic Press.
- Şahin, G. (2016). Türkiye'de gübre kullanım durumu ve gübreleme konusunda yaşanan problemler. Turkish Journal of Agricultural Economics, 22(1).
- Turhan, E. (1996). Bir topraksız tarım şekli olan saksı kültüründe farklı yetiştirme ortamlarının sera marul yetiştiriciliğinde verime etkisi üzerine bir çalışma [Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
- TÜİK. (2021). Bitkisel Üretim İstatistikleri 2021. Türkiye İstatistik Kurumu.



Araştırma Makalesi

Kuraklık Stresi ve Sonrasında *Viburnum tinus* L. Bitkisinin Morfolojik ve Fizyolojik Tepkilerinin Belirlenmesi

Sıddık Doğan^{a,*}, Bülent Yılmaz^b^aMalatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçeler Bölümü, Malatya, Türkiye^bİnönü Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Malatya, Türkiye

ÖNE ÇIKANLAR

- Kuraklık stresi sonyıllarda bitkileri olumsuz yönde etkilemektedir.
- Kuraklık stresinden sonra ölmeyip, iyileşme gösterebilen bitkilerin kullanımı önemlidir.
- Kurakçıl peyzaj uygulamaları, çatı bahçeleri ve olumsuz çevresel koşullara sahip alanların başarılı şekilde bitkilendirilmesi için uygun türlerin tespiti önemlidir.
- *Viburnum tinus* L. Herdem yeşil yaprakları ve çiçekleri ile etkili bir çalıdır.

MAKALE BİLGİSİ

Anahtar kelimeler:

Süs bitkileri
Kuraklık
İyileşme
Morfolojik özellikler
Fizyolojik özellikler

Geliş tarihi: 16 Mayıs 2025

Revizyon tarihi: 29 Mayıs 2025

Kabul tarihi: 2 Haziran 2025

Yayın tarihi: 30 Haziran 2025

* Sorumlu yazar:

siddik.dogan@ozal.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, peyzaj düzenlemesi yapılan alanlarda sıkça kullanılan her dem yeşil çalılardan *Viburnum tinus* L. (Filburnu), kontrolsüz cam sera koşullarında iki yıl tekrarlamalı olarak kuraklık stresi ve sonrasındaki iyileşme dönemindeki tepkilerinin belirlenmesi amacıyla incelenmiştir. Uygulamanın başlayacağı yılın 1 yıl öncesinden bitkiler, 1 yaşlı ve 2-3 litrelik saksılarda temin edilmiştir. Ertesi yıl kuraklık uygulaması bitkilerde ilk solgunluk görülünceye kadar suyun tamamen kesilmesi kontrol grubunda ise tarla kapasitesinde olacak şekilde sulamaya devam edilmiştir. İyileşme çalışmaları kuraklık uygulaması tamamlanan bitkilerin tarla kapasitesine kadar sulama yapılarak ve 15 gün tarla kapasitesinde tutularak gözlemlenmesinden sonra sonlandırılmıştır. Morfolojik parametrelerden yaprak alanı kuraklık uygulaması sonrasında azalmış, toplam biyo kütlede istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır. sürgün uzunluğu kuraklık uygulamasının 1. yılında önemli derecede azalmıştır. İyileşme uygulaması sonucunda, sürgün uzunluğu düzelmeye başlamış olup, kontrol grubuna oranla %25 daha kısa sürgün uzunluğu ölçülmüştür. Diğer uygulamalarda bu fark belirgin değildir. Fizyolojik parametrelerden fotosentezin, iki yıl uygulamasında kontrole oranla azaldığı, 2. yıl bitkinin kuraklık uygulaması sonrasında yapılan iyileşme sonucunda oranının hızlıca düzeldiği görülmüştür. Stoma iletkenliği kuraklık uygulamasında fotosentez ile benzer sonuçları vermiştir. Yaprak nispi su içeriği her iki yılda da kontrole göre düşmüş, iyileşme uygulaması sonrasında bitki kontrol ile aynı seviyeler ulaştırmıştır. Membran geçirgenliği kuraklık ile artmamıştır ve membran hasarı görülmemiştir.

Determination of Morphological and Physiological Responses of *Viburnum tinus* L. under Drought Stress and its Aftermath

Siddik Doğan^{a,*}, Bülent Yılmaz^b

^aMalatya Turgut Özal University, Battalgazi Vocational School, Department of Parks and Gardens, Malatya, Turkey

^bInonu University, Faculty of Fine Arts and Design, Department of Landscape Architecture, Malatya, Turkey

HIGHLIGHTS

- Drought stress has been negatively affecting plants in recent years.
- It is important to use plants that do not die after drought stress and can recover.
- It is important to identify suitable species for xeric landscaping applications, roof gardens and successful planting of areas with adverse environmental conditions.
- *Viburnum tinus* L. is an effective shrub with evergreen leaves and flowers.

ARTICLE INFO

Keywords:

Ornamental plants

Drought

Recovery

Morphological characteristics

Physiological characteristics

Received: 16 May 2025

Revised : 29 May 2025

Accepted: 2 June 2025

Published: 30 June 2025

*Corresponding author:

siddik.dogan@ozal.edu.tr

ABSTRACT

In this study, *Viburnum tinus* L. (Elephant Burnu), an evergreen shrub frequently used in landscaped areas, was examined in uncontrolled glass greenhouse conditions in order to determine its responses to drought stress and the subsequent recovery period in two repeated years. Plants were provided in 1-year-old and 2-3 liter pots 1 year before the application year. The following year, drought application was completely cut off until the first wilt was seen in the plants, and irrigation was continued at field capacity in the control group. Recovery studies were terminated after the plants that completed the drought application were irrigated up to field capacity and kept at field capacity for 15 days and observed. Leaf area among morphological parameters decreased after drought application, and no statistically significant difference was observed in total biomass. Shoot length decreased significantly in the first year of drought application. As a result of the recovery application, shoot length started to improve and 25% shorter shoot length was measured compared to the control group. This difference was not significant in other applications. Among physiological parameters, photosynthesis was observed to decrease in the two-year treatment compared to the control, and its rate rapidly recovered after the second year plant recovery after drought treatment. Stomatal conductance gave similar results to photosynthesis in the drought treatment. Leaf relative water content decreased in both years compared to the control, and after the recovery treatment the plant reached the same levels as the control. Membrane permeability did not increase with drought and no membrane damage was observed.

1. GİRİŞ

Son dönemlerde birçok bölgede etkileri görülmeye başlayan iklim değişikliği ve beraberinde getirdiği sorunlara karşı önlem alınması gerekmektedir. Küresel iklim anomalileri ve ekolojik dengenin bozulmasıyla birlikte, su kıtlığı tüm insanlığın karşı karşıya olduğu ciddi bir ekolojik sorun haline gelmiş ve kuraklık, tarımsal üretimin gelişimini kısıtlayan temel bir faktör haline gelmiştir (Yang vd. 2010). 2030'lu yıllara gelindiğinde gezegenin 1,5 °C ısınacağı tahmin edilmektedir. (IPCC-2021). Bu ısınmanın paralelinde birçok yaşam alanında kuraklığı

getireceği tahmin edilmektedir ve kurak ve yarı kurak iklimler dünya iklim tipinin 1/5'ini oluşturmaktadır. Bundan nedenle kuraklık veya susuzluk ve bununla mücadele yollarının araştırılması oldukça önem arz etmektedir. Peyzaj mimarlığının kuraklıkla ve oluşturduğu sorunlarla en hızlı karşılaştığı alanlardan kentsel yeşil alanlar su sürecini yönlendirme ve değerlendirmede önemli mekanlardır ve içme suyunun dönemsel olarak %30-70'i yeşil alanlarda kullanılmaktadır. Yeşil alanlarda kullanılan suyun daha etkin kullanılması gerçeğini ortaya çıkarmaktadır (Özyavuz ve Corbaci 2017).

Süs Bitkileri tür çeşitliliği ve ekolojik istekler bakımından peyzaj alanlarında kullanıma geniş bir yelpazede imkân tanımaktadır. Süs bitkileri sadece estetik zevk sunan türler ve/veya çeşitler değil, aynı zamanda verdikleri ekosistem hizmetleri ile çevreyi ve yaşam kalitemizi de iyileştirebilirler. Diğer kültür bitkileri verim miktarları gibi ölçülebilir değerler ile değerlendirilirken bunlardan farklı olarak farklı işlevlere sahip süs bitkileri ise ekosistem hizmetlerinin yanı sıra kullanıcı memnuniyeti ve maliyetler estetik değerler, gölgeleme, toprak örtüsü ve rekreasyon gibi faydalar içerir (Savé 2009, Toscano vd. 2019).

Küresel iklim değişikliğinin Kuraklık sonrası ve kuraklığa dayanıklı türlerin yaygınlaşması bölgelerde bu türlerin baskın olacağı ve doğal türlerin azalması ve yok olma tehlikesi de ayrı bir risk faktörü olarak görülmektedir (Dullinger vd. 2017).

Hareketsiz canlılar olan bitkiler; biyotik (patojenler, parazitler, otlatma) ve abiyotik (kuraklık, sel, tuzluluk, düşük-yüksek sıcaklıklar, ultraviyole radyasyon, besin eksikliği, ağır metal toksisitesi) gibi streslere maruz kalmaktadırlar. Stres kavramı; Shulaev vd. (2008)'de bitkilerde büyüme koşullarındaki herhangi bir değişiklik olup metabolik homeostazi bozan ve metabolik dengenin ayarlanmasını gerektiren bir durum olarak tanımlanmaktadır. Bitkilerin abiyotik strese karşı tepkilerini anlamak, bitki araştırmalarında önemli ve zorlayıcı bir konudur (Hirayama ve Shinozaki, 2010). Çünkü bitkilerin strese olan cevabı stresin yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak değişen dinamik bir süreçtir. Abiyotik streslere karşı tolerans oluşumu ise tüm organizma ve hücrese seviyelerde oldukça karmaşıktır (Korkmaz & Durmaz, 2017).

Bitki büyüme sürecindeki ana kısıtlayıcı faktörlerden biri olan kuraklık, bitki solunumunu, fotosentezi ve stoma hareketini engelleyebilir; böylece bitki büyümesini ve fizyolojik metabolizmayı etkiler. Kuraklık stresine yanıt olarak bitkiler, kuraklık stresini hafifletmek için morfolojik ve yapısal değişiklikler, kuraklığa dayanıklı genlerin ifadesi, hormonların sentezi ve ozmotik düzenleyici maddeler gibi kuraklık tepki mekanizmalarını harekete geçirirler (Yang vd., 2021). Bitki türleri arasında bu stresten dönemeyip ölenler, iyileşme süreleri, iyileştikten sonraki yaprak yüzey alanı, sürgün miktarı ve uzunlukları gibi bitki kalitesini ortaya koyan parametreler dikkate alınmaktadır. Genetik

bakımdan zayıf olanlar genellikle ölüme genetik bakımda güçlü olanlar ise iyileşerek yeniden yaşam faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu süreçler sonrasında bitkilerde maruz bırakılan stres faktörüne karşı bir hafıza da oluştuğu bilinmektedir ki bu bitkilerin tekrar bu stres faktörüne maruz kalması durumunda bitkinin hazırlıklı olmasını sağlamaktadır. Sorunlu peyzaj alanlarında ve suyun kısıtlı yada su etkin kullanım tasarımlarına bitkinin uygunluğunun belirlenmesi bu çalışmada aşılanmıştır. Viburnaceae familyasına ait tür Akdeniz bölgesinin yerlisidir. *Viburnum tinus* L. (Filburnu) (Güner vd., 2012) çit bitkisi olarak yüzyıllardır popüler olan yoğun, yaprak dökmeyen bir çalıdır (Şekil 1) (Sean Hogan 2004). Ülkemizin tüm sahil kesimlerinde doğal olarak yetişir 3 m boy 3 m taça ulaşabilir sık tepeli bir çalıdır. Sürgünleri az, tüylü ve çıplaktır. Her dem yeşil olan bu türün yaprakları 3-10 cm uzunlukta ve dar ve yumurta biçimindedir. Kenarları düz, ucu ve tabanı sivridir. Üst yüzü parlak koyu yeşil alt yüzü açık yeşil renkte olup ince tüyler bulunur. Kasım-Nisan ayları arasında çiçek açar çiçek renkleri beyaz ya da açık pembe renkte olabilir. Çiçekleri az kokuludur çiçek kurulları 10 cm çapındadır. Meyveleri son durumları şemsiyemsin kuruluştta önceleri koyu mavi sonrasında siyahımsıdır. Derin ve yayvan kök sistemi geliştirir. Işık- yarı gölge bitkisidir. Donlara duyarlıdır (-5°C). Ağır, killi, hafif asidik ve tuzlu topraklar ile sahil arazide yetiştirilmeye uygundur. Kirli hava şartlarına dayanıklıdır. Grup halinde ya da soliter kullanıma uygundur (Gülpınar, 2006).

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Malatya ili Battalgazi ilçesinde bulunan Malatya Turgut Özal Üniversitesi Battalgazi Meslek Yüksekokulu sera alanlarında 2023 ve 2024 yıllarında çalışma yürütülmüştür.

2.1. Materyal Temini

Viburnum bitkileri çelikle üretim yapan İzmir'in fidan deposu ticari firmalardan temin edilmiştir. Kullanılacak olan bitkiler çelikten üretilmiş 1 yaşlı ve 2-2.5 litre saksılarda, hastalık ve zararlı etkisi olmamış, kendi türleri içerisinde aynı boy ve fiziki özellikleri taşımaktadır.

2.2. Verilerin Analizinde Kullanılan Yöntemler

Vejetasyon başlangıcından sonra kuraklık uygulaması ve kontrolde 15'er adet bitki olacak şekilde saksılar iki gruba ayrılarak kurulan deneme

deseninde; birinci grup bitkilere (kontrol grubu (K) deneme süresi boyunca evapotranspirasyonla kaybolan su miktarı kadar sulama yapılmıştır. İkinci grup bitkilere ise fidanlarda büyüme başladıktan sonra yıllık sürgün yaklaşık 10-15 cm ulaştıktan sonra kurak stresi (ST) uygulaması başlatılmıştır. Tüm fidanlara başlangıçta tarla kapasitesi seviyesinde sulama yapılmış ve sonrasında ikinci grup bitkilere yapraklarda

solmanın başladığı ve yaprak renginin matlaştığı döneme kadar sulama yapılmamıştır. Sonrasında bitkiler tekrardan başlangıçtaki sulama düzeninde sulanarak (15 gün) iyileşme uygulaması (İY) yapılmıştır. Deneme, Tesadüf parsellerine göre faktöriyel tertipte, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde düzenlenmiştir ve 2 yıl tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.



Şekil 1. *Viburnum tinus* L. (Filburnu).

Nispi Sürgün Uzunluğu

Bitki büyümesinin başladığı ilkbahar döneminde yıllık sürgünler yaklaşık 10-15 cm'ye ulaşınca ilk ölçümler yapılmıştır. ST uygulamasında ikinci ölçümler ve İY'de 3. ölçümler yapılarak üç kez etiketlenmiş olan sürgünlerden ölçümler alınmıştır. (Alkan & Seferoğlu, 2014)'nün önerdiği yöntemle göre ölçülmüştür. Nispi sürgün uzunluğu oranı (NSU) aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir (Eşitlik 2.1).

$$NSU = \frac{SSU - İSU}{SSU} \times 100 \quad (2.1)$$

SSU: Son Sürgün Uzunluğu

İSU: İlk Sürgün Uzunluğu

Yaş ve Kuru Ağırlık Ölçümleri

Çalıların toprak üstü aksamı 3 tekrarlı (n=3) olacak şekilde tartılarak yaş ağırlıkları (gr bitki⁻¹), yaş ağırlığı belirlenen bitkilerin, 80°C'lik etüvde 48 saat kurutulup yeniden tartılmasıyla kuru ağırlıkları (gr bitki⁻¹) belirlenmiştir. Elde edilen bu verilere göre, yaş ağırlık stres tolerans indeksi (YASTI) (Eşitlik2.2) ve kuru ağırlık stres tolerans

indeksi (KASTI) (Ahmad vd. 2009) göre hesaplanmıştır (Eşitlik 2.3).

$$YASTI = \frac{SMBYA}{KBYA} \times 100 \quad (2.2)$$

SMBYA: Strese maruz kalan bitkilerin yaş ağırlığı

KBYA: Kontrol bitkilerinin yaş ağırlığı

Yaprak Alanı

Bitkiden alınan olgunlaşmış yapraklar, hazırlanan şablon üzerinde cam altında fotoğraflanarak Imagej paket programında hesaplanmıştır.

Stoma İletkenliği

Bitkilerden rastgele seçilen gelişmesini tamamlamış yaprakların orta kısmından yaprak porometresi cihazı (AP4, Delta-T Devices) ile ölçülmüştür (mmol m² s⁻¹). Bu ölçümler her iki uygulama (kuraklık ve iyileşme) sonunda da öğlen 10:00-12:00 saatleri arasında yapılmıştır (Klepper, 1968).

Yaprak Nispi Su İçeriği

Vejetasyon döneminde ST ve İY uygulama

dönemlerinde bitkilerden alınan 2 yaprak tartılarak yaş ağırlığı, sonra saf su dolu petri kaplarında hava almayacak şekilde bekletilecek ve tartılarak turgor durumundaki ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 2). Sonra yaprak 80°C'de etüvde 48 saat tutularak (Şekil 3.22) kuru ağırlığı belirlenmiş ve aşağıdaki formüle göre (Eşitlik 2.4) nispi su içeriği hesaplanmıştır (Kaya, 2003).

$$YNSİ\% = \frac{YA-KA}{TA-KA} \times 100 \quad (2.4)$$

Membran Geçirgenliği

Membran geçirgenliği için her biri 1 cm² büyüklüğünde 3 yaprak diski alınmış ve cam tüpler içerisinde 3 kez saf sudan geçirilmiştir. Bu işlemin ardından 10 ml su eklenip kapalı viallerde 24 saat 25°C'de çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Hemen ardından EC ölçülerek (C₁), aynı örnekler 20 dk 120°C'de otoklavda bekletildikten sonra 25°C'ye kadar soğumaları beklenerek ve sonra yine EC ölçümü yapıp (C₂) bulunmuştur. Membran geçirgenliği aşağıdaki formülle belirlenmiştir (Eşitlik 2.5) (Lutts, 1996).

$$\text{Membran geçirgenliği} = \frac{C_1}{C_2} \times 100 \quad (2.5)$$

Fotosentez Ölçümü

LI-COR Marka LI-6400XT model taşınabilir fotosentez ölçüm cihazı ile ilki ST, ikincisi İY uygulamasında olmak üzere iki kez kontrol ve uygulama parsellerinde ölçüm alınmıştır. Ölçümler 9:30 ve 12:00 saatleri arasında yeni sürgünlerden yaprak gelişimi tamamlanmış olanlar seçilerek yapılmıştır. Fotosentez ölçüm değerleri (µmolCO₂/m²/s) cinsindendir.

İstatistiksel Değerlendirme

Tesadüf parsellerine göre faktöriyel tertiple düzenlenen deneme planından elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 22.0 paket programında analiz edilmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Morfolojik Ölçümler

Yapılan çalışmalar sonrasında morfolojik parametrelerden sürgün uzunluğu stres tolerans indeksi uygulamanın 1. yılında istatistiksel olarak P<0.05 önem seviyesinde kuraklık sonucunda

azalmıştır (Çizelge 1), iyileşme uygulaması sonucunda sürgün uzunluğu düzelmeye başlamış olsa da kontrole aynı seviyeye gelememiştir. İkinci yıl uygulamasında önemli bir fark oluşmamıştır 1.yıl uygulaması bitkinin kuraklıktan kaçınma mekanizması gösterdiği söylenebilir.

Yaprak alanı genel olarak kısıtlı sulama uygulamalarında azaldığı yönündedir. Bizim çalışmamızın 1. yıl iyileşme periyodunda kontrole oranla %25 azaldığı (Çizelge 1) (Şekil 2) ve diğer uygulamalarda bu farkın belirgin olmaması uygulama süresi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Birçok kısıtlı sulama çalışmalarında kuraklık ile yaprak alanının azaldığı söylenmektedir.

Bitkimizin kuraklık stresi sonrasındaki toplam biyokütlesinde önemli bir farklılık görülmemiştir. Bu durum bitkinin kaçınma mekanizmasını iyi kullandığı şeklinde yorumlanabilir.

3.2. Fizyolojik Ölçümler

Fizyolojik parametrelerden fotosentez iki yıl uygulamasında da P<0.01 önem seviyesinde (Çizelge 2) kontrole oranla azaldığı 1. yıl iyileşme uygulaması sonrasında yine %20 oranında kontrole göre daha düşük fotosentezin devam ettiği 2. yıl uygulamasında bitkinin kuraklık uygulaması sonrasında yapılan iyileşme uygulamasında fotosentez oranının hızlıca düzeldiği görülmüştür.

Stoma iletkenliği fotosentez ile kuraklık uygulaması aynı olmuştur P<0.01 önem düzeyinde kontrole göre düşmüştür (Çizelge 2), iyileşme uygulaması sonrasında 1.yıl kontrol ile aynı seviyeye ulaşmış olup 2. yılda kontrole oranla %33 daha düşük olmuştur.

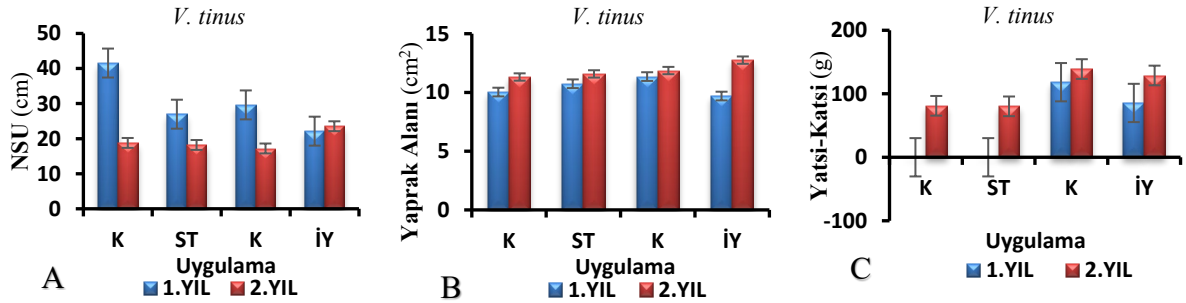
Yaprak nispi su içeriği P<0.01 önem seviyesinde her iki yılda da kontrole göre düşmüştür, iyileşme uygulaması sonrasında bitki kontrol ile aynı seviyeler ulaştırmıştır (Çizelge 2) (Şekil 3).

Membran geçirgenliği kuraklık ile artmamıştır ki bu da önemli bir göstergedir kuraklıktan korunma da başarılı olduğu söylenebilir. Bitki kuraklıktan etkilememesinin önemli göstergelerinden biri olan membran hasarı bu bitkide görülmemiştir.

Çizelge 1. İki yıl tekrarlanan kuraklık ve iyileşme uygulamalarının morfolojik parametre sonuçları

Morfolojik Parametreler	Yıllar	Kuraklık Uygulaması Sonrası			İyileşme Uygulaması Sonrası		
		Kontrol	Kuraklık	Değişim (%)	Kontrol	İyileşme	Değişim (%)
SUSTİ	1.Y	41.6a**	27.0b	-0.35	29.6	22.1	-0.25
	2.Y	18.8	18.2	-0.03	17.2	23.5	0.37
Yaprak Alanı	1.Y	10.0	10.7	0.07	11.4	9.7	-0.15
	2.Y	11.3	11.6	0.02	11.9	12.8	0.07
Toplam Biyokütle	1.Y	-	-	-	118.2	85.5	-0.28
	2.Y	81.1	80.2	-0.01	138.9	128.8	-0.07

Yüzde değişimler arasındaki farklar, a***: %0.01 ya da (P<0.01) a**: %0.05 ya da (P<0.05) a*: %0.1 ya da (P<0.1) önemlidir.

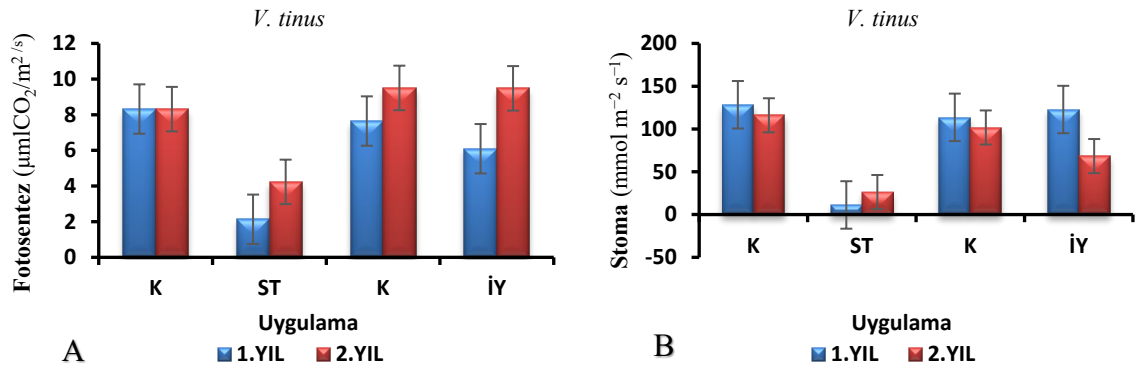


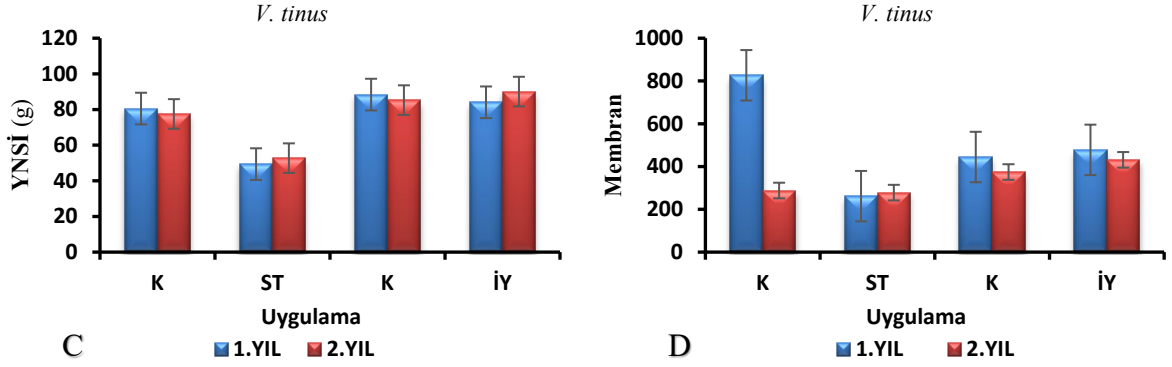
Şekil 2. İki yıl tekrarlanan kuraklık ve iyileşme uygulamalarının morfolojik verileri grafikleri. A. Sürge Uzunluğu, B. Yaprak Alanı, C. Toplam Biyokütle

Çizelge 2. İki yıl tekrarlanan kuraklık ve iyileşme uygulamalarının fizyolojik parametre sonuçları

Fizyolojik Parametreler	Yıllar	Kuraklık Uygulaması Sonrası			İyileşme Uygulaması Sonrası		
		Kontrol	Kuraklık	Değişim (%)	Kontrol	İyileşme	Değişim (%)
Fotosentez	1.Y	8.3a***	2.1b	-0.74	7.6a**	6.1b	-0.20
	2.Y	8.3a***	4.2b	-0.49	9.5	9.5	0.00
Stoma	1.Y	128.3a***	11.2b	-0.91	113.6	122.7	0.08
	2.Y	116.0a***	26.3b	-0.77	101.8 a**	68.3b	-0.33
YNSİ	1.Y	80.5a***	49.4b	-0.39	88.4	84.0	-0.05
	2.Y	77.5a***	52.7b	-0.32	85.3	90.1	0.06
Membran Hasarı	1.Y	826.5a***	261.5b	-0.68	444.5	477.9	0.08
	2.Y	287.9	278.0	-0.03	374.3	431.3	0.15

Yüzde değişimler arasındaki farklar, a***: %0.01 ya da (P<0.01) a**: %0.05 ya da (P<0.05) a*: %0.1 ya da (P<0.1) önemlidir.





Şekil 3. İki yıl tekrarlanan kuraklık ve iyileşme uygulamalarının fizyolojik verileri grafikleri. A. Fotosentez, B. Stoma İletkenliği, C. Yaprak Nispi Su İçeriği D. Membran Geçirgenliği

4. TARTIŞMA

Vejetatif dönemde su eksikliğinin belirgin belirtileri bitki boyunun azalması, yaprakların solması, yaprak sayısı ve alanının değişmesidir. (Shujun Yang vd., 2010).

Callistephus chinensis Nees., *Xerochrysum bracteatum* (Vent.), *Calendula officinalis* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Glebionis carinata* (Schousb.), *Ageratum houstonianum* Mill. bitkileri ile yapılan şiddetli kuraklık uygulaması tüm bitkilerde sürgün uzunluğunu azalttığını (Mircea vd. 2023). Diğer bir çalışmada *Matthiola incana* L. nın iki çeşidinde farklı kısıtlı sulama uygulamasında da sürgün uzunluğunun azaldığını (Jafari vd., 2019), bildirmişlerdir. Şiddetli kuraklık uygulamasından 3 hafta sonra *Callistemon citrinus* da kontrol bitkileri en büyük boya ulaşırken, bitkilerin nispi büyümelerinde gelişimde azalma gösterdiğini bildirilmiştir. Alvarez ve Sánchez-Blanco (2013), bu çalışmaya yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermiş olup sürgün uzunluğu uygulamanın 1. yılında istatistiksel olarak $P < 0.05$ önem seviyesinde kuraklık sonucunda azalmıştır. İyileşme uygulaması sonucunda sürgün uzunluğu düzelmeye başlamış kontrolle aynı seviyeye ulaşamamıştır. İkinci yıl uygulamasında önemli bir fark oluşmamıştır 1.yıl da bitkimiz kuraklıktan kaçınma mekanizması sergilemiştir.

Lantana ve *ligustrum* ile yapılan çalışmada yaprak sayısı bakımından önemli bir fark olmamasına karşın strese maruz kalan bitkilerin yaprak alanlarında azalmalar olduğunu, kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde gözlemlenen bir tepki olduğunu da Toscano vd. (2018) de bildirildiği gibi toplam yaprak alanı ve yaprak sayısı, kontrol ve şiddetli eksik sulamalar arasında *Lantana camara* L.'da belirgin bir azalma gösterdiğini *Ligustrum lucidum* W.T.

Aiton'da ise toplam yaprak alanı için daha belirgin bir azalma ve yaprak sayısında farkın kontrole göre önemli olmadığı bildirmişlerdir.

Cistus albidus ve *Cistus monspeliensis*, *Lotus creticus* Sub, *Bougainville* genotipleri süs bitkileri ile yapılan çalışmalar da da toplam biyokütle, yaprak sayısı ve toplam yaprak alanı gibi morfolojik parametreleri azaldığını bildirmişlerdir (Sánchez-Blanco vd. 2002, Bañon vd. 2004, 2006, Cirillo vd. 2014). Şiddetli ve orta seviyede kuraklık ile yapılan çalışmada *Viburnum opulus* L.'ta yaprak alanını azalmasının yanı sıra erken yaprak yaşlanması ve erken dökülme tepkileri verdiğini Ugolini vd. (2015)'de bildirmiştir.

Bitkilerin morfolojik tepkileri, *Prunus sargentii* ve *Larix kaempferi* kuraklık koşulları altında sırasıyla yaprak boyutunda, yaprak genişliğinde ve uzunluğunda önemli bir azalma şeklinde gösterdiğini (Bhusal vd. 2020). Yaptığımız çalışmanın 1. yıl iyileşme uygulamasında kontrole oranla %15 daha az yaprak alanını oluşturduğu kuraklık stres uygulaması her ne kadar tamamlanıp iyileşme uygulansa da stresin etkisinin hala devam ettiği söylenebilir.

Kuraklık stresinin bitki büyümesi ve kuru madde üzerindeki etkisi çok sayıda süs bitkisinde fark edilmiştir; örneğin, *Bougainvillea* (Cirillo vd., 2014), *Callistemon* (Álvarez & Sánchez-Blanco, 2013). Kuraklık stresinin şiddeti ve süresi bitkilerin kuru madde miktarlarını etkilediği yapılan birçok çalışmada bildirilmiştir. (Cameron vd., 2006) *Cotinus coggygia* 'Royal Purple'da ve *Forsythia x intermedia* 'Lynwood ile yaptıkları kısıtlı sulama ve şiddetli kuraklık sulama sonucunda *Cotinus coggygia* 'Royal Purple'da büyümeyi azalttığını, ancak *Forsythia x intermedia* 'Lynwood'da yalnızca eksik sulama ile önemli azalmalar kaydedildiğini bildirmiştir.

(Cameron vd. 2006). Kuraklık stresi uygulamasının farklı sürelerde *Adonis amurensis* Regel et Radde ve *Adonis pseudoamurensis* W. T. Wang bitkilerinde toplam biyokütlenin stressin ilk aşamasında belirgin bir düşüş göstermemesine rağmen sonrasında 10. 20. günlerden sonra belirgin düşüşlerin olduğu bildirmiştir (Gao vd. 2020).

İki farklı kuraklık seviyesinde *Rosa damascena* Miller (şam gülü) ile yapılan çalışma her iki kuraklık uygulaması da toplam yaş ve kuru ağırlıklar açısından tüm bitki büyümesini ciddi şekilde azaltmıştır, şiddetli stres uygulamasında hafif stres uygulamasından daha fazla azalttığını, kontrol ile karşılaştırıldığında, toplam yaş ve kuru ağırlıklar hafif kuraklık uygulamasında sırasıyla %29.1 ve %29.4 ve şiddetli kuraklık uygulamasında %48.3 ve %33.7 oranında azalttığı bildirilmiştir (Attia vd. 2020). *Citrus albitus* L. ile yapılan çalışmada stresin sürgün uzunluğunu azaltmasına rağmen toplam biyokütleyi arttırdığını, lipid peroksidasyon değerini arttırdığı bunun yanı sıra kuantum verimini düşürmek şeklinde tepki verdiği belirtilmiştir (Lorente vd. 2021a). Toplam biyokütle stres ve iyileşme uygulamaları sonrasında yıllar olarak sırasıyla %28 ve %7 kontrole göre daha az kuru madde oluşturması diğer çalışmalar ile uyumludur ikinci yıl uygulamasında farkın az olma sebebi bitkilerin solgunluk belirtilerini 1. yıla göre daha kısa sürede göstermeleri olarak değerlendirilebilir.

Tipik ısı stresi semptomlarından biri, çeşitli metabolik süreçlerde membran fonksiyonel özelliklerin kademeli olarak bozulmasıdır; lipidlerinin akışkanlığının artması, lipid peroksidasyonu ve protein bozunumu ile ilişkili ve membran hasarı olarak kabul edilir (Savchenko, 2022). Düşük elektrolit sızıntısı, su stresi altında bir hücre zarı stabilitesine sağladığı, toleranslı bitki yapraklarının dehidrasyon altında hücre zarı bütünlüğünü koruduğu düşünülmektedir (Karimi vd. 2012, Rafi vd., 2019).

Adonis amurensis ve *Adonis pseudoamurensis* ile yapılan çalışmada türler arasında elektrolit sızıntısı açısından başlangıçta anlamlı bir fark olmadığı, önemli ölçüde elektrolit sızıntısının artışın kuraklık süresinin artmasıyla olduğu 30. günde maksimuma ulaştığı (%34.13 ve %39.88) benzer bir varyasyon gösterdiği bildirmiştir (Gao vd., 2020).

Rafi vd. (2019)'da yaptıkları farklı su kısıtlılığı çalışmasında tüm bitki türlerinin elektrolit sızıntısı seviyelerinde ve yaralanma indeksinde artışa

neden olduğunu. Beklendiği gibi, su stresinin etkisi elektrolit sızıntısında %100, %75, %50 ve %25 sulama seviyelerinde %50 ve %25 uygulamalarında daha belirgin farkların olduğunu. Elektrolit sızıntısı ve yaralanma indeksindeki artış oranı türler arasında benzer olmadığını ve en yüksek *Malva sylvestris* 'te meydana geldiğini ve bunu azalan bir sıralamayla, *Callistephus chinensis*, *Althea rosea* ve *Rudbeckia hirta* şeklinde olduğunu söylemişlerdir (Nazemi Rafi vd. 2019). Bitkimiz kuraklık stres zararından korunmak için membran geçirgenliğini kontrole göre azaltmış ve membran hasarının oluşmadığını söylenebilir. Kuraklık stresi lipid peroksidasyonuna sebep olarak membran hasarına yol açarak bitkiye zarar verir bu hasarın oluşmaması iyi bir korunma mekanizması olarak yorumlanabilir.

Stoma hareketleri çok dinamiktir ve çeşitli çevresel faktörler tarafından karmaşık bir şekilde düzenlenir. Ayrıca stoma iletkenliğinin kuraklık altında fotosentetik tepkilerini değerlendirmek için, bütünleştirici bir parametre olarak alınmalıdır. (Reddy vd. 2004).

Artan stoma hassasiyeti, bitkilerin kurak dönemlerde bol miktarda suyu korumasına olanak tanıyan işlevsel bir mekanizmadır. Stomalar su stresi arttıkça kademeli olarak kapanır (Navarro Rocha vd. 2017, Reddy vd. 2004, Gündüz vd. 2010).

Ugolini vd. (2015)'de yaptıkları çalışmada *Photinia x fraseri* 'Red robin' ve *Viburnum opulus*'ta fotosentez oranını orta ve şiddetli kuraklık 'da azaldığını.(Acosta-Motos vd., 2015)'de *Eugenia myrtifolia* da tuz stresi ve iyileşme çalışmasında tuz stresinin stoma iletkenliğini azalttığını bildirmiştir. *Passiflora*'nın farklı türleri ile yapılan kuraklık uygulaması çalışmasında sulamanın kesilmesinden sonraki ilk dönemde, sadece *P. gibertii* stoma iletkenliğinde azalma gösterdiğini ve bu da su kıtlığına çok hızlı yanıt verdiğini göstermiş, *P. gibertii* ve *P. edulis* su kıtlığı ve kontrol uygulamaları arasında farklılık olduğunu uygulamanın son aşamada, tüm türler toprak su potansiyelinden bağımsız olarak stoma kapanması göstermiştir. Rehidrasyonda, stoma iletkenliğinin en hızlı iyileşmeyi gösteren türler *P. alata*, *P. edulis* ve *P. gibertii* olarak bildirilmiştir. Çalışma sonucunda *Passiflora*'nın kuraklığa uyum mekanizmaları gösterdiği ve her türün kendine has hayatta kalma stratejisi gösterdiği de söylenmiştir (Souza vd. 2018).

Bolla vd. (2010)'da 'Eurored' Hybrid Tea kesme güllerde yapılan hafif su stresinin fotosentetik hız ve stoma iletkenliğini, yaprak klorofilinde ve klorofil floresanında ve hücre içi CO₂'de azalma yönünde tepki gösterdiğini bildirmiştir. Bir diğer çalışmada *Citrus albitus*'un kuraklık uygulaması sonucunda stomanın neredeyse tamamen kapandığı ve fotosentezinde aynı şekilde etkilendiğini ifade etmişlerdir (Lorente vd. 2021b).

Kuraklık stresinden kaçınmanın önemli bir fizyolojik parametresi olan stoma iletkenliğinin azalmasıdır. Bizim bitkimizde iki yıl da $P<0.01$ anlam düzeyinde kontrole göre stomayı azalttığı, iyileşme uygulamasında da 1. yıl uygulamasında hızlı bir iyileşme göstermiş 2. yıl uygulamasında kontrole oranla %33 daha az stoma iletkenliği göstermiştir yapılan çalışmalar ile benzer sonuçlar vermiştir.

Stoma iletkenliğinin azalmasına paralel olarak fotosentez oranının düşmesi de beklenen bir sonuçtur $P<0.01$ anlam düzeyinde stoma ile aynı şekilde fotosentez oranı da düşmüştür iyileşme uygulamasında 2. uygulamasında hızlı bir düzelme 1. yıl uygulamasında kontrole oranla %20 daha az fotosentez yaptıkları ölçülmüştür diğer çalışmalar ile benzer sonuçlar vermiştir.

Bitkilerde su alımında bir azalma başladığında bitki su kaybını engellemek için Su alımında azalma ile su kaybı korunurken, odunsu bitkilerin hücrelerinden su çekilir, hücrelerin su potansiyeli azalır ve hücre hacmi, hücrelerin veya dokuların elastikiyetine bağlı olarak belirli bir oranda azalır (He et al., 2017).

Spartina alterniflora yapılan su stresi uygulaması, toprak %50 (hafif stres) ve %25 (şiddetli stres) ve kontrol tarla kapasitesine ulaşana kadar sulanmış şiddetli ve hafif su stresi altında yetiştirilen bitkiler, sırasıyla -3.1, -1.6 ve -0.9 MPa olan değerlerle kontrol bitkilerine göre daha düşük yaprak su potansiyeli gösterdiği (Hessini vd., 2009).

Su stresinin etkisi, Akdeniz'in tuzdan etkilenen kıyı bölgelerinde iç kesimlerdeki kurutulmuş bir alanda olmak üzere iki *Atriplex halimus* L. popülasyonundan elde edilen bitkilerde araştırılmıştır. Kuraklık uygulaması 22 gün boyunca suyun kesilmesi şeklinde yapılmış ve çalışma sonunda yaprak bağıl su içeriği (RWC), Sulama kesildikten 1, 8, 15 ve 22 gün sonra su stresi, sürgün RWC, azalmaya, ancak glisinbetain ve şeker yaprak içeriğinde bir artışa neden olduğu belirtilmiştir (Martínez vd. 2004).

Cicevan vd., (2016) da *Tagetes* ile yapılan çalışmada Su içeriği (% WC) de tüm çeşitlerde kendi kontrolleriyle karşılaştırıldığında kuraklık stresi altındaki bitkilerde azaldığını, *T. tenuifolia*'da %37,6'ya ulaştığını; yine türler içinde önemli farklılıklar oluştuğunu *T. patula* çeşitleri arasında en küçük azalma sadece %6,6 ile 'Bolero' çeşidinde tespit etmişlerdir. Nazemi Rafi vd. (2019)'da dört süs bitkisinin Su stresine yanıtlarını incelemiş dört tür arasında nispi su içeriğinde farklı azalma aralıkları sergilediklerini *C. chinensis* ve *M. sylvestris*'in su kaybı diğer türlere oranla daha fazla olduğunu *R. hirta* ve *A. rosea*'daki daha iyi yaprak suyu içeriği sergilediğini belirtmiştir. Aynı zamana da yaprak su potansiyelini koruyabilen bitkiler metabolik aktiviteleri ve ışık dağılımını koruyabileceklerini de söylemiştir (Pourghayoumi vd., 2017). Kuraklık ve sonrasında iyileşme olarak yapılan uygulamada *Cornus florida* ve *Cornus kousa* ile yapılan çalışmada yaprak su potansiyelinin kuraklık ile düştüğü ve iyileşme uygulamasından sonra tekrar %97.80 civarlarına yükseldiği açıklanmıştır (Lu vd., 2020).

Yaprak su potansiyeli bitki türüne ve kuraklık şiddeti ve süresi ile ilişkili olduğu çalışmalarda bildirilmiştir. Çalışmamızda istatistiksel olarak $P<0.01$ anlam düzeyinde 1. yıl ve 2. yıl uygulamalarında kontrole göre azalmıştır bu sonuç diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. İyileşme uygulaması sonrasında kontrol bitkileri ile iki yılda da aynı seviyelere ulaşmıştır ki buda bitkimizin stres sonrasında iyileşme kabiliyetinin iyi olduğunu gösteren bir sonuç olarak söylenebilir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada *Viburnum tinus* L. bitkisinin kuraklık stresi ve sonrasında morfolojik ve fizyolojik tepkileri araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

- Bitki morfolojisindeki değişiklikler incelendiğinde, yaprak alanının 1. yıl iyileşme periyodunda kontrole oranla %25 azaldığı ve diğer uygulamalarda bu farkın belirgin olmaması uygulama süresinin etkili olduğu şeklinde yorumlanmaktadır.
- Bitkimizin kuraklık stresi sonrasındaki toplam biyokütlesinde önemli bir farklılık görülmemiştir. Bu durum bitkinin kuraklık stresinden kaçınma mekanizmasını iyi kullandığı şeklinde yorumlanabilir.
- Fizyolojik parametrelerden fotosentez

incelendiğinde, 1. yıl iyileşme uygulaması sonrasında yine %20 oranında kontrole göre daha düşük devam ettiği, 2. yıl uygulamasında bitkinin kuraklık uygulaması sonrasında yapılan iyileşme uygulamasında oranının hızlıca düzeldiği görülmüştür.

- Stoma iletkenliği fotosentez ile kuraklık uygulaması aynı olmuştur. İyileşme uygulaması sonrasında 1.yıl kontrol ile aynı seviyeye ulaşmış olup, 2. yılda kontrole oranla %33 daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

- Yaprak nispi su içeriği her iki yılda da kontrole göre düşmüştür. İyileşme uygulaması sonrasında bitki kontrol ile aynı seviyeler ulaştırmıştır.

- Bitki kuraklıktan etkilememesinin önemli göstergelerinden biri olan membran hasarı görülmediği gibi, membran geçirgenliği de kuraklık ile artmamıştır.

Çalışmamız sonucunda *Viburnum tinus* L.

bitkisinin gerek morfolojik gerekse fizyolojik parametrelerine bakıldığında kuraklık stresinden kaçınma ve korunma mekanizmalarını iyi kullandığını iyileşme uygulaması sonrasında kontrol grubu ile aynı seviyeleri yakalamasıyla stres sonrasında bitkinin hızlı bir şekilde iyileşebildiği belirlenmiştir.

Elde edilen bulgular sulamanın kısıtlı veya yetersiz olduğu peyzaj uygulama alanlarında, ekolojik çevre koşulları bakımından baskı altındaki sorunlu uygulama sahalarında, kurakçıl peyzaj uygulamalarında, metropol kentlerde her giden yıl önemi dahada artan yeşil alan miktarını artırma ya da beton blokları arasında sıkışmış mekân tasarımında ve önemli bir uygulama sahası olan çatı bahçelerinde uygulanabilir niteliktedir. Bu mekanların yanı sıra, suyu sınırlı vermek zorunda kaldığımız diğer mekan tasarımlarında, form özelliklerini kaybetmeden kullanılabilir olması nedeniyle, su etkin kullanımına katkı sunacağı düşünülmektedir.

Yazar katkısı: Yazarlar; makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler. Bu çalışma, İnönü Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından FDK-2024-3416 nolu proje ile desteklenmiştir.

Çıkar çatışması beyanı: Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Teşekkür: Bu çalışmada katkı sağlayan; Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümüne, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ve Battalgazi Meslek Yüksekokuluna Teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Acosta-Motos, J. R., Diaz-Vivancos, P., Álvarez, S., Fernández-García, N., Sanchez-Blanco, M. J., & Hernández, J. A. (2015). Physiological and biochemical mechanisms of the ornamental *Eugenia myrtifolia* L. plants for coping with NaCl stress and recovery. *Planta*, 242(4), 829-846. <https://doi.org/10.1007/s00425-015-2315-3>.
- Adil Güner, Serdar Aslan, Tuna Ekim, Mecit Vural, & Mehmet Tekin Babaç. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi*.
- Alkan, G., & Seferoğlu, HG. (2014). *Bazı Badem Çeşitlerinin Aydın Ekolojisindeki Fenolojik Ve Morfolojik Özellikleri. Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü 09100 Çakmar/AYDIN*, 38-44.
- Álvarez, S., & Sánchez-Blanco, M. J. (2013). Changes in growth rate, root morphology and water use efficiency of potted *Callistemon*

- citrus* plants in response to different levels of water deficit. *Scientia Horticulturae*, 156, 54-62. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.03.024>.
- Attia, H., Al-Yasi, H., Alamer, K., Esmat, F., Hassan, F., Elshazly, S., & Hessini, K. (2020). Induced anti-oxidation efficiency and others by salt stress in *Rosa damascena* Miller. *Scientia Horticulturae*, 274. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109681>.
- Bañon, S., Fernandez, J. A., Franco, J. A., Torrecillas, A., Alarcón, J. J., & Sánchez-Blanco, M. J. (2004). Effects of water stress and night temperature preconditioning on water relations and morphological and anatomical changes of *Lotus creticus* plants. *Scientia Horticulturae*, 101(3), 333-342. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2003.11.007>.
- Bañon, S., Ochoa, J., Franco, J. A., Alarcón, J. J., & Sánchez-Blanco, M. J. (2006). Hardening of

- oleander seedlings by deficit irrigation and low air humidity. *Environmental and Experimental Botany*, 56(1), 36-43. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2004.12.004>.
- Bhusal, N., Lee, M., Reum Han, A., Han, A., & Kim, H. S. (2020). Responses to drought stress in *Prunus sargentii* and *Larix kaempferi* seedlings using morphological and physiological parameters. *Forest Ecology and Management*, 465. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118099>.
- Bolla, A., Voyiatzis, D., Koukourikou-Petridou, M., & Chimonidou, D. (2010). Photosynthetic parameters and cut-flower yield of rose "Eurored" (H.T.) are adversely affected by mild water stress irrespective of substrate composition. *Scientia Horticulturae*, 126(3), 390-394. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.07.034>.
- Cameron, R. W. F., Harrison-Murray, R. S., Atkinson, C. J., & Judd, H. L. (2006). Regulated deficit irrigation - A means to control growth in woody ornamentals. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(3), 435-443. <https://doi.org/10.1080/14620316.2006.11512085>.
- Cicevan, R., Al Hassan, M., Sestras, A. F., Prohens, J., Vicente, O., Sestras, R. E., & Boscaiu, M. (2016). Screening for drought tolerance in cultivars of the ornamental genus *Tagetes* (Asteraceae). *PeerJ*, 2016(6). <https://doi.org/10.7717/peerj.2133>.
- Cirillo, C., Roupheal, Y., Caputo, R., Raimondi, G., & De Pascale, S. (2014). The Influence of Deficit Irrigation on Growth, Ornamental Quality, and Water Use Efficiency of Three Potted *Bougainvillea* Genotypes Grown in Two Shapes. İçinde *HORTSCIENCE* (C. 49, Sayı 10).
- Dullinger, I., Wessely, J., Bossdorf, O., Dawson, W., Essl, F., Gattringer, A., Klöner, G., Kreft, H., Kuttner, M., Moser, D., Pergl, J., Pyšek, P., Thuiller, W., van Kleunen, M., Weigelt, P., Winter, M., & Dullinger, S. (2017). Climate change will increase the naturalization risk from garden plants in Europe. *Global Ecology and Biogeography*, 26(1), 43-53. <https://doi.org/10.1111/geb.12512>.
- Gao, S., Wang, Y., Yu, S., Huang, Y., Liu, H., Chen, W., & He, X. (2020). Effects of drought stress on growth, physiology and secondary metabolites of Two *Adonis* species in Northeast China. *Scientia Horticulturae*, 259. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108795>.
- Gülpınar, H. Y. (2006). *Bitkilerimiz* (Gülpınar Haluk Y, Ed.). Çevre ve Orman Bakanlığı.
- Gündüz, E. ; D. A. , T. i. . (2010). *Biyoloji*. Palme Yayınları Biyoloji Altıncı Baskıdan Çeviri.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (Eds.) (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.
- He, J., Du, Y. L., Wang, T., Turner, N. C., Yang, R. P., Jin, Y., Xi, Y., Zhang, C., Cui, T., Fang, X. W., & Li, F. M. (2017). Conserved water use improves the yield performance of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under drought. *Agricultural Water Management*, 179, 236-245. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.07.008>.
- Hessini, K., Martínez, J. P., Gandour, M., Albouchi, A., Soltani, A., & Abdelly, C. (2009). Effect of water stress on growth, osmotic adjustment, cell wall elasticity and water-use efficiency in *Spartina alterniflora*. *Environmental and Experimental Botany*, 67(2), 312-319. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.06.010>.
- Hirayama, T., & Shinozaki, K. (2010). Research on plant abiotic stress responses in the post-genome era: Past, present and future. *Plant Journal*, 61(6), 1041-1052. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2010.04124.x>.
- Jafari, S., Hashemi Garmdareh, S. E., & Azadegan, B. (2019). Effects of drought stress on morphological, physiological, and biochemical characteristics of stock plant (*Matthiola incana* L.). *Scientia Horticulturae*, 253, 128-133. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.033>.
- Karimi, S., Fraser, N., Roberts, B., & Foulkes, F. R. (2012). A review of metallic bipolar plates for proton exchange membrane fuel cells: Materials and fabrication methods. İçinde *Advances in Materials Science and Engineering* (C. 2012). <https://doi.org/10.1155/2012/828070>.
- Kaya, C. , D. H. F. I. B. M. A. A. C. and E. Sakar. (2003). Ameliorative effects of potassium phosphate on salt-stressed pepper and cucumber. . *Journal of Plant Nutrition*

- 26: 807–820.
- Klepper, B. (1968). Diurnal pattern of water potential in woody plants. *Plant Physiol.*, 43(12), 1931-1934.
- Korkmaz, H., & Durmaz, A. (2017). *Bitkilerin Abiyotik Stres Faktörlerine Verdiği Cevaplar Responses of Plants to Abiotic Stress Factors*. 7(2), 192-207. <https://doi.org/10.17714/gufbed.2017.07.013>.
- Lorente, B., Zugasti, I., Ortuño, M. F., Nortes, P., Bañón, S., Hernández, J. A., & Sánchez-Blanco, M. J. (2021). Substrate composition affects the development of water stress and subsequent recovery by inducing physiological changes in *Cistus albidus* plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 158, 125-135. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.11.048>.
- Lorente, B., Zugasti, I., Sánchez-Blanco, M. J., Nicolás, E., & Ortuño, M. F. (2021). Effect of pisolithus tinctorious on physiological and hormonal traits in *cistus* plants to water deficit: Relationships among water status, photosynthetic activity and plant quality. *Plants*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/plants10050976>.
- Lu, Q., Xu, J., Fu, X., & Fang, Y. (2020). Physiological and growth responses of two dogwoods to short-term drought stress and re-watering. *Acta Ecologica Sinica*, 40(2), 172-177. <https://doi.org/10.1016/J.CHNAES.2019.05.001>.
- Lutts S, Kinet JM, & Bouharmont J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*. 78: 389-398.
- Martinez, J. P., Lutts, S., Schanck, A., Bajji, M., & Kinet, J. M. (2004). Is osmotic adjustment required for water stress resistance in the Mediterranean shrub *Atriplex halimus* L? *Journal of Plant Physiology*, 161(9), 1041-1051. <https://doi.org/10.1016/J.JPLPH.2003.12.009>.
- Mircea, D. M., Calone, R., Shakya, R., Saavedra, M. F., Sestras, R. E., Boscaiu, M., Sestras, A. F., & Vicente, O. (2023). Use of Multivariate Analysis in Screening for Drought Tolerance in Ornamental Asteraceae Species. *Agronomy*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/agronomy13030687>.
- Navarro Rocha, J., Burillo-Alquézar, J., Aibar-Lete, J., & González-Coloma, A. (2017). Adaptability of two accessions of *Geranium macrorrhizum* L. to drought stress conditions. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 7, 149-152. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2017.07.003>.
- Özyavuz, M., & Lutfu Corbaci, O. (2017). *Kurakçıl Peyzaj (Xeriscape) ve Uygulamaları*. <https://www.researchgate.net/publication/315677470>.
- Pourghayoumi, M., Rahemi, M., Bakhshi, D., Aalami, A., & Kamgar-Haghighi, A. A. (2017). Responses of pomegranate cultivars to severe water stress and recovery: changes on antioxidant enzyme activities, gene expression patterns and water stress responsive metabolites. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 23(2), 321-330. <https://doi.org/10.1007/s12298-017-0435-x>.
- Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., & Vivekanandan, M. (2004a). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *İçinde Journal of Plant Physiology* (C. 161, Sayı 11, ss. 1189-1202). Elsevier GmbH. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2004.01.013>.
- Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., & Vivekanandan, M. (2004b). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, 161(11), 1189-1202. <https://doi.org/10.1016/J.JPLPH.2004.01.013>.
- Sánchez-Blanco, M. J., Rodríguez, P., Morales, M. A., Ortuño, M. F., & Torrecillas, A. (2002). Comparative growth and water relations of *Cistus albidus* and *Cistus monspeliensis* plants during water deficit conditions and recovery. *İçinde Plant Science* (C. 162). www.elsevier.com/locate/plantsci.
- Savchenko, G. E., Klyuchareva, E. A., Abramchik L. M., & Serdyuchenko, E. V. (2022). Effect of Periodic Heat Shock on the Inner Membrane System of Etioplasts. *Institute of Photobiology, National Academy of Sciences of Belarus, Akademicheskaya ul. 27, Minsk, 220072 Belarus; e-mail: ipb@biobel.bas-net.by Received May 24, 2001*, 49(3), 390-401.
- Sean Hogan. (2004). *Flora A Gardener's Encyclopedia* (M. M. Janer Parker, Ed.; ISBN 0-88192-538-1, C. 1).
- Shamim Ahmad Shamim Ahmad, R. A. R. A. M. Y. A. M. A. E. A. W. (2009). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. *Pakistan Journal of Botany*,

- 41(2): 647-654.
- Shujun Yang, Vanderbeld, B., Wan, J., & Huang, Y. (2010). Narrowing down the targets: Towards successful genetic engineering of drought-tolerant crops. İçinde *Molecular Plant* (C. 3, Sayı 3, ss. 469-490). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/mp/ssq016>
- Shulaev, V., Cortes, D., Miller, G., & Mittler, R. (2008). Metabolomics for plant stress response. İçinde *Physiologia Plantarum* (C. 132, Sayı 2, ss. 199-208). <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2007.01025.x>.
- Souza, P. U., Lima, L. K. S., Soares, T. L., Jesus, O. N. de, Coelho Filho, M. A., & Girardi, E. A. (2018). Biometric, physiological and anatomical responses of *Passiflora* spp. to controlled water deficit. *Scientia Horticulturae*, 229, 77-90. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.019>.
- Toscano, S., Ferrante, A., Tribulato, A., & Romano, D. (2018). Leaf physiological and anatomical responses of *Lantana* and *Ligustrum* species under different water availability. *Plant Physiology and Biochemistry*, 127, 380-392. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.04.008>.
- Toscano, S., Ferrante, A., & Romano, D. (2019). Response of mediterranean ornamental plants to drought stress. İçinde *Horticulturae* (C. 5, Sayı 1). MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/horticulturae5010006>.
- Ugolini, F., Bussotti, F., Raschi, A., Tognetti, R., & Ennos, A. R. (2015). Physiological performance and biomass production of two ornamental shrub species under deficit irrigation. *Trees - Structure and Function*, 29(2), 407-422. <https://doi.org/10.1007/s00468-014-1120-0>.
- Yang, X., Lu, M., Wang, Y., Wang, Y., Liu, Z., & Chen, S. (2021). Response mechanism of plants to drought stress. İçinde *Horticulturae* (C. 7, Sayı 3). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7030050>.
- Zahra Nazemi Rafi, F. K., & Ali Tehranifar. (2019). Effects of various irrigation regimes on water use efficiency and visual quality of some ornamental herbaceous plants in the field. *Agricultural Water Management*, 212, 78-87. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.08.012>.



Özal **Tarım ve Gıda** **Bilimleri Dergisi**

OZAL JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD SCIENCES



Cilt :2

Sayı :1

Haziran 2025