

CİLT: 2 SAYI: 2 2022

Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi

ISSN: 2822-4167

EREĞLİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

Eregli Journal of Agricultural Sciences (EJAS)

Cilt/Volume: 2, Sayı / Issue: 2 (Aralık / December 2022)

Ulusal Hakemli Dergi / National Peer Reviewed Journal

Sahibi / Owner

Necmettin Erbakan Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı Adına /
On Behalf of Necmettin Erbakan University The Faculty of Agriculture
Prof. Dr. Önder TÜRKMEN

Baş Editör / Editor-in-Chief

Prof. Dr. Önder TÜRKMEN

Yardımcı editörler / Co-editors

Doç. Dr. Çeknas ERDİNÇ

Dr. Öğr. Üyesi Hasan CAN

Dr. Öğr. Üyesi Çetin PALTA

Yayın Türü / Publication Type

Ulusal Süreli Yayın / National Periodical

Yayın Periyodu / Publication Period

Yılda iki kez (Haziran ve Aralık) yayınlanır / Published second-annual (June and December)

Baskı Tarihi / Print Date

Aralık/ December 2022

Yazışma Adresi / Correspondence Address

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Orhaniye Mah. Üniversite Cad. no: 15 PK: 42310
Ereğli/KONYA

Tel / Phone: 0332 777 00 30

Web: <http://ereglitarimbilimleri.com>

E-posta / E-mail: info@ereglitarimbilimleri.com

Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi yılda iki kez yayınlanan ulusal hakemli bir dergidir /
Eregli Journal of Agricultural Sciences - EJASS is a national peer reviewed second-annual journal

E- ISSN: 2822-4167

YAYIN KURULU

Prof. Dr. Adem AKSOY
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Tarım Ekonomisi Bölümü
aaksoy@atauni.edu.tr

Prof. Dr. Atilla DURSUN
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Bahçe Bitkileri Bölümü
atilladursun@atauni.edu.tr

Prof. Dr. Babak Abdollahi MANDOULAKANI
Urmia University, Faculty of Agriculture and Natural Resources
Department of Plant Production and Genetics, Urmia, Iran
b.abdollahi@urmia.ac.ir

Prof. Dr. Hossein Shahsavand HASSANI
Shiraz University, College of Agriculture
Department of Agronomy and Plant Breeding, Iran
Shahsavand@shirazu.ac.ir

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü
nerminbilgicli@erbakan.edu.tr

Prof. Dr. Yusuf UÇAR
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü,
yusufucar@isparta.edu.tr

Doç. Dr. Ali Tefrik UNCU
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Fakültesi
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü
atuncu@erbakan.edu.tr

Doç. Dr. Emre DEMİRER DURAK
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Bitki Koruma Bölümü
emredemirer@yyu.edu.tr

Doç. Dr. Musa SEYMEN
Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Bahçe Bitkileri Bölümü
mseymen@selcuk.edu.tr

Doç. Dr. Neşe OKUT
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü
neseokut@yyu.edu.tr

Doç. Dr. Serhat KARACA
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Zootekni Bölümü
skaraca@yyu.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Akife DALDA ŞEKERCİ
Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi
BAHçe Bitkileri Bölümü
akifedalda@erciyes.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Aras TÜRKOĞLU
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü
aras.turkoglu@erbakan.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Gamze PEKBEY
Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Bitki Koruma Bölümü
gamze.pekbey@yobu.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Gonca ÖZMEN ÖZBAKIR
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Zootekni Bölümü
gozmenozbakr@harran.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Zahid MALASLI
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Ziraat Fakültesi
Biyosistem Mühendisliği Bölümü
mzmalasli@erbakan.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TERİN
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Tarım Ekonomisi Bölümü
mustafaterin@yyu.edu.tr

Dr. Kazım GÜR
Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Bitki Yetiştirme Teknikleri Bölümü
kazimgurl@yahoo.com

Dr. Onur İLERİ
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü
oileri@ogu.edu.tr

Yabancı Dil Editörü / Foreign Language Editor

Dr. Öğr. Üyesi Zeliha ÜSTÜN ARGON
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya/Türkiye
ustun.zeliha@gmail.com

Yazım ve Dil Editörleri / Spelling and Language Editors

Araş. Gör. Muhammet İslam IŞIK
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya/Türkiye
Muhammetisik33@gmail.com

Mizanpaj Editörü/Layout Editor

Dr. Öğr. Üyesi Aras TÜRKOĞLU
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya/Türkiye
arash8643@gmail.com

Sayı Hakemleri / Reviewers of The Issue
Prof Dr. Ali KOÇ (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Ali TOPAL (Selçuk Üniversitesi)
Prof. Dr. Ertan Sait KURTAR (Selçuk Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet Demir KAYA (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Esra AYDOĞAN ÇİFTÇİ (Bursa Uludağ Üniversitesi)
Doç. Dr. Mustafa YORGANCILAR (Selçuk Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Akife DALDA ŞEKERCİ (Erciyes Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Rabia KÜÇÜK (Malatya Turgut Özal Üniversitesi)
Dr. Necibe KAYAK (Selçuk Üniversitesi)
Dr. Onur İLERİ (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi)

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

Araştırma Makalesi/Research Article

<i>Ispanakta Farklı Elektrik Akımı (DC) Uygulamalarının Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri</i> Muhammed Loay ALİ, Suat ŞENSOY, Selma BİTİK.....	48
<i>Bazı Nitelikli Kopya Biber Hatlarının TSWV'ne Dayanım Düzeylerinin Belirlenmesi</i> Nora ALLAM, Gülbanu KIYMACI, Ünal KAL, Önder TÜRKMEN	62
<i>Karapınar (Konya) Tuzcul Alanlarındaki Kuraklığa Dayanıklı, Mera Islahında Kullanılabilecek Bitkiler</i> Metin ARMAĞAN, Muhammet İslam IŞIK	67
<i>Effects of Early Drought Stress on Germination and Seedling Growth Parameters of Kırık Bread Wheat (Triticum aestivum L.)</i> Aras TÜRKÖĞLU, Metin TOSUN, Kamil HALILOĞLU, Halit KARAGÖZ	75
<i>Karapınar Koşullarında Şeker Mısır (Zea mays L. saccharata) Çeşitlerinin Taze Koçan ve Hasıl Verimlerinin Belirlenmesi</i> Dönay YERLİKAYA SÜMBÜL, Süleyman SOYLU.....	81

Ispanakta Farklı Elektrik Akımı (DC) Uygulamalarının Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri

Muhammed Loay ALI^{1,*}, Suat ŞENSOY^{1,b}, Selma BİTİK^{2,c}

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Başkale Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Van, Türkiye

*Sorumlu Yazar e-mail: Loayali021@gmail.com

^aORCID: (0000-0002-6913-5179), ^bORCID: (0000-0001-7129-6185), ^cORCID: (0000-0002-0563-1130)

Makale Bilgileri	ÖZ
Makale Geçmişi Geliş: 13.11.2022 Kabul: 20.12.2022 Yayın: 31.12.2022	Amaç: Bu çalışma, ıspanakta farklı elektrik akımı (DC) uygulamalarının bitki gelişimi üzerine etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Yöntem: Saksı denemesi olarak yürütülen araştırmada farklı direkt elektrik akımı (DC) uygulamaları (0, 2, 4 ve 8 volt) ve bitkisel materyal olarak da Matador, Acosta, Revere F1 ve Rembrandt F1 ıspanak (<i>Spinacia oleracea</i> L.) çeşitleri kullanılmıştır. Deneme sonunda, çıkış hızı ve yüzdesi, çıkış indeksi, bitki boyu, kök boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprak taze ve kuru ağırlığı, kök taze ve kuru ağırlığı, klorofil miktarı (SPAD değeri), lipid peroksidasyonu ürünü malondialdehit (MDA) ve enzim aktiviteleri ((süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve askorbat peroksidaz (APX)) belirlenip; yaprakta makro-mikro besin elementi [fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), sodyum (Na), demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu) ve çinko (Zn)] analizleri yapılmıştır. Bulgular: DC elektrik uygulamalarından 2 ve 4 volt uygulamalarının genel olarak ıspanakta besin element içeriğini artırdığı; çeşit-elektrik interaksyonunda ise 2 volt uygulamasının ve Rembrandt F1 ve Matador çeşitlerinin ön plana çıktığı belirlenmiştir. APX ve SOD enzim aktivitelerinde 8 volt elektrik uygulamasının ve Rembrandt F1 çeşidinin, CAT enzim aktivitesi ve MDA da ise 2 volt elektrik uygulamasının ön plana çıktığı tespit edilmiştir. Sonuç: Sonuçta bazı elektrik uygulamalarının bazı ıspanak çeşitlerinde belirli bitki büyüme parametrelerine genellikle olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Effects of Different Electric Current (DC) Applications on Plant Development in Spinach

Article Info	ABSTRACT
Article History Received: 13.11.2022 Accepted: 20.12.2022 Published: 31.12.2022	Purpose: The study was carried out to reveal the effects of different electric current (DC) applications on plant growth in spinach. Method: In the research carried out as a pot experiment, different direct electric current (DC) applications (0, 2, 4 and 8 volts) and Matador, Acosta, Revere F1 and Rembrandt F1 spinach (<i>Spinacia oleracea</i> L.) varieties were used as plant materials. At the end of the experiment, germination rate and percentage, plant height, root length, stem diameter, number of leaves, leaf area, leaf fresh and dry weights, root fresh and dry weights, chlorophyll amount (SPAD value), lipid peroxidation product malondialdehyde (MDA) and enzyme activities (superoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) and askorbat peroksidaz (APX)), were determined; and macro-micro nutrient elements in the leaf [phosphorus (P), potassium (K), magnesium (Mg), calcium (Ca), sodium (Na), iron (Fe), manganese (Mn), copper (Cu) and zinc (Zn) were analyzed. Results: Of the DC electrical applications, it was determined that 2 and 4 volt applications generally increased the nutrient content of spinach; and in the variety-electricity interaction, 2 volt application and Rembrandt F1 and Matador varieties came to the fore. It was determined that 8 volt electricity application was prominent in APX and SOD enzyme activities in Rembrandt F1 variety, while 2 volt electrical application was prominent for CAT enzyme activity and in MDA enzyme activities. As a result, it was concluded that electrical applications had positive effects on plant growth and could be used as an alternative for plant growth. Conclusions and Suggestions: As a result, it was determined that some electrical applications had usually positive effects on some plant growth parameters in some spinach cultivars.



Atıf/Citation: Ali, M. L., Şensoy, S. & Bitik, S. (2022). Ispanakta Farklı Elektrik Akımı (DC) Uygulamalarının Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri, *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2), 48-61.

"This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)"

GİRİŞ

Ispanak (*Spinacia oleracea* L.), Amaranthaceae familyası içerisinde yer alan ve yaprağı yenen en önemli kışlık sebze türlerinden birisidir. Dünya çapında yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ıspanağın yıllık üretimi 30 milyon tondan fazladır. Dünyada 229 bin ton üretim ile Türkiye; Çin, ABD ve Japonya'dan sonra 4. sırada yer almaktadır (FAO, 2019).

Ispanak bütün bölgelerimizde yetiştirilebilen bir sebzedir. Sıcak bölgelerimizde yaz sonlarında ve kışın, soğuk bölgelerimizde ise kış ve ilkbahar döneminde üretilir. Ispanak tohumla üretilen tek yıllık otsu bir bitkidir. Yaprakları basit yaprak tipinde olup yaprak ayalarının şekli çeşitlere göre büyük farklılık göstermektedir. Aynı bitki üzerinde meydana gelen yapraklarda bitkinin gelişme dönemine bağlı olarak, morfolojik farklılıklar meydana gelir. Yaprak sapları oldukça uzun, sapın gövdeye bağlandığı dip kısmı genişleyerek yayvan bir hal alır. Ispanak, fazla su tutmayan ve ağır olmayan her tip toprakta başarıyla yetiştirilebilen serin iklim sebzesidir. 16-18 °C de optimum gelişme gösteren soğuğa oldukça dayanıklı olup sıcaklık 20°C'nin üzerine çıkmaya başladığında hızlı bir şekilde generatif döneme geçerek çiçek sapı oluşturmaya başlamaktadır (Vural ve ark., 2000; Morelock ve Correll, 2008; Şalk ve ark., 2008; Sensoy ve ark., 2011). Çiğ, haşlanmış ya da fırınlanmış olarak tüketilebilen ıspanak düşük kalorili olmasına karşın askorbik asit (Vitamin C) içeriği açısından oldukça zengin bir bitkidir (Toledo ve ark., 2003). Suda çözülebilen vitaminleri oldukça fazla olan ıspanak bitkisi ışığa, ısıya ve oksijene oldukça duyarlı olduğundan hasattan hemen sonra bir işlem görmez ise bozulmaya başlar (Alibas Ozkan ve ark., 2007).

Tarım sektöründe UV-B radyasyonu, sıcaklık, kuraklık, CO₂, besinler, ağır metaller ve yaralanma ile bitki tepkilerinin abiyotik olarak ortaya çıkarılmasına ilişkin çok sayıda araştırma yapılmış ve çeşitli incelemeler ile açıklanmıştır. Bununla birlikte, elektriğin bitkileri etkilemek için bir abiyotik stres uyarıcısı olarak sınıflandırılıp sınıflandırmayacağı açık değildir. Yukarıda bahsedilen abiyotik stres uyarıcıları iyi araştırılmış olsa da elektriğin bitki gelişimi ve metabolitlerin birikimi üzerindeki etkisi iyi anlaşılmamıştır. Son zamanlarda dünya nüfusu artışını hızlandırmakta ve 2050'de nüfusun dokuz milyarı aşacağı tahmin edilmektedir. Ancak toprak bozulması, su kıtlığı vb. nedenlerle tarım arazilerini elde etmek zorlaştığından, insanların ciddi bir gıda kıtlığı içine düşmesi tahmin edilmektedir. Bu nedenle, tarımsal üretimde verimliliği artırmak için biyo-araştırma ve geliştirme çalışmalarına gereksinim vardır. Farklı alanlarda çeşitli araştırmalar yürütülmektedir. Yapılan bir çalışmada Doğru akım (DC) elektrik alanının havuç tohumunun çimlenmesini ve hıyar, domates, mısır ve soya fasulyesinin verimini artırdığı bildirilmektedir (Kurooka ve ark., 1990).

Okumura ve ark. (2012), tarafından yapılan bir çalışmada turpta (*Raphanus sativus longipinnatus*); (a) Doğru akım (DC) elektrik alanının uygulanması tohum çimlenme oranını arttırdığı, (b) DC elektrik alanının kök uzunluğu ve ağırlığını artırdığı, (c) DC elektrik alanının, tohumda depolanan maddelerin tüketimini teşvik ettiği, (d) DC elektrik alanının muhtemelen Gibberellin fitohormonun çalışmasını aktive ettiği bildirilmiştir. Afrasiyab ve ark. (2020), 100 gün boyunca her günde 10 dakikaya kadar toprağa 3,6,9 ve 12 volt maruz bırakılmıştır ve çalışma sonucunda elektrik çimlenme oranı attırdığı gibi hücrel metabolizmanın olumlu yönde artırılabilirliğini kanıtlamış ve bitki boyu, kök uzunluğu ve yaprak sayısı gibi bazı parametrelerde elektrik alanın 3, 6, 9 ve 12 V şiddetlerinin olumlu etkisi kaydedilmiştir.

Dannehl (2018), mevcut çalışmalara dayanarak, elektriğin bitkileri etkilemek için abiyotik stres uyarıcısı olarak görülebileceğini önermiştir. Bu bağlamda birçok rapor; bitkilere güçlü veya zayıf elektrik alanları, manyetik alanlar veya elektrik akımları uygulandığında dezavantajdan çok avantaj olduğunu göstermiştir. Genel olarak, ön işlem olarak tohumlara elektrik ve manyetik alanların uygulanmasının, sonraki bitki gelişimini iyileştirmek için basit bir yöntem olduğu not edilebilmektedir.

Buna çimlenme oranı, kök ve sürgün uzunluğu, toplam yaş ve kuru ağırlık, meyve verimi, ayrıca yaprak alanı, dallar, fotosentez, stoma iletkenliği, farklı iyonların birikimi ve klorofil içeriği dahildir. Manyetik alanlara maruz kalan tohumlar ayrıca daha yüksek ROS üretimi ve buna bağlı olarak POD, SOD ve CAT gibi antioksidan savunma sistemlerinin aktivasyonu ile tepki verebilir. Bu durum, elektriğin hem bitkilerin hem de tohumların stres tepkilerini harekete geçirebileceği anlamına gelmektedir.

Ozuna ve ark. (2017), horozibiği tohumlarının çimlenmesinden önce elektrik akımı ile muamele edilmesinin filizlerinin enzimatik antioksidan sistemi üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve DC uygulamaları altında tohumlarda ve horozibiği filizlerinde biyoaktif bileşiklerdeki değişiklikleri ve enzimatik antioksidan aktiviteleri belirlemişlerdir. Horozibiği tohumları, farklı sürelerde (0, 2, 5, 10 ve 30 dakika) 500 mA'da DC ile muamele edilmiş ve 6 gün boyunca filizlenmeye (% 85 RH, 25 ± 2 °C) bırakılmıştır. DC ile muamele edilmiş tohumlardan 6 günlük filizlerde antioksidan enzimatik aktivitelerde ve flavonoidlerin (15.44 ± 0.56 mg RE/gDW) ve toplam fenol miktarında (35.87 ± 0.17 mg GAE/gDW) önemli değişiklikler bulunmuştur. Sonuçlar, kısa süre (5 dakika) için DC tedavisinin, horozibiği filizlerinin enzimatik antioksidan sisteminde nicel değişikliklere neden olabileceğini ve böylece filizlerin, sağlığı iyileştirici özelliklere sahip olduğunu ve tohumlar için 5 dk'lık süre önerilmiştir.

Dymek ve ark. (2012)'nin çalışmasına göre, darbeli elektrik alanlarının (PEF) uygulanması üzerine çimlenen arpa tohumlarının metabolik tepkileri araştırılmıştır. Maltlık arpa tohumları 24 saat boyunca havalandırılmış suda demlenmiş ve değişen voltajlarda (0 (kontrol), 110, 160, 240, 320, 400 ve 480 V) PEF ile işleme tabi tutulmuştur. Tohumların daha sonra doymuş havada çimlenmeyi bitirmesine izin verilmiştir. Çimlenmekte olan arpanın PEF'e maruz kalmasının, tohumların brüt metabolik aktivitesini önemli ölçüde etkilemeden kök oluşumunu etkilediği, izotermal kalorimetri ile ölçüldüğü gibi gösterilmiştir. Hem embriyonun hem de nişastalı endospermin protein 2-DE profillerinin araştırılması, tespit limitinden daha yüksek konsantrasyonlarda bulunan proteinlerde önemli bir değişiklik bulunmadığı gösterilmiştir. Bununla birlikte western blot, PEF ile muamele edilmiş tohumlarda a-amilaz konsantrasyonunun azaldığını göstermiştir.

Bu çalışma standart ve hibrit ıspanak çeşitlerinde farklı elektrik akımı (DC) uygulamalarının, bitki gelişimi üzerine etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Denemede ikişer adet ıspanak standart çeşidi (Matador ve Acosta) ve ikişer adet de F1 ıspanak çeşidi (Revere ve Rembrandt) kullanılmıştır. Doğru elektrik akımı (DC) uygulamaları olarak 40 saat süreyle power supply kullanılarak tohumlara farklı voltaj dozları (0, 2, 4 ve 8 volt) ile eşit miktarda amper (0.1 mA) uygulanmıştır. Deneme 16 uygulama ile 4 tekerrür olmak üzere toplam 64 saksıdan oluşmuştur. Tohumların saksıya ekimi yapılmadan önce her uygulama için petri kabı içerisine 50 tohum bırakılmış ve power supply kullanarak 40 saat süreyle elektrik akımı sağlanmıştır. Yetiştirme ortamı olarak 5 litrelik saksılar kullanılmıştır. Saksılara Eylül ayının son haftasında tohum ekimi yapılmış olup, her saksıya 50 tohum bırakılmıştır. Daha sonra seyreltme işlemi yapılarak, her saksıda 5 adet bitki bırakılmıştır.

Tohum Çıkış Oranı, Süresi ve İndeksi:

Çıkış oranı (ÇO, %)=(G/T)×100 (1)

Çıkış Süresi (OÇS, gün)= [(1. günde G×1.gün) + (2. günde G×2.gün) + (3.günde G×3.gün) + (n. günde G×n.gün)] / (Toplam G)

Çıkış İndeksi (Çİ)=(1. Günde Ç.O/Dt1) + (2. günde Ç.O/Dt2) + (n. günde Ç.O/Dtn)
(Türkmen ve ark., 2002)

Bitki Boyu:

Bitki boyu ve kök boyu hasat yapıldıktan sonra bir cetvel ile mm (± 1) cinsinden ölçülmüştür.

Gövde Çapı:

Bitkilerde gövde çapı kumpas ile mm ($\pm 0,5$) cinsinden belirlenmiştir.

Yaprak Sayısı:

Uygulamalar sonunda ıspanak bitkilerinin tüm yaprakları teker teker sayılarak belirlenmiştir.

Yaprak Alanı (cm² / bitki):

İspanak bitkisinin farklı yaşlardaki yapraklarının alanı kağıt üzerinde çizilmiş ve tarayıcı ile fotoğrafı çekilmiş daha sonra IMAGEJ bilgisayar programı kullanılarak yaprak alanı hesaplanmıştır.

Yaprak Taze ve Kuru Ağırlığı:

Uygulamalar sonucunda hasat edilen tüm bitkilerin yaprak ağırlığı 0.1g hassasiyetindeki bir terazide tartılarak kaydedilmesinin ardından bitki sayısına bölünerek bitki yaşı belirlenmiştir. Aynı örnekler bir gün açıkta serilerek bekletilmiş, ardından 65 °C etüvde 48 saat süreyle kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları hassas terazide tartılarak tespit edilmiştir.

Kök Taze ve Kuru Ağırlığı:

Uygulamalar sonucunda hasat edilen tüm bitkilerin kök ağırlığı 0.1g hassasiyetindeki bir terazide tartılarak kaydedilmiştir. Daha sonra aynı örnekler bir gün açıkta serilerek bekletilmiş ve 65 °C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları da hassas terazide tartılarak tespit edilmiştir.

Klorofil Miktarının (SPAD değeri) Belirlenmesi:

Çalışmada hasat olgunluğundaki bitkilerin üzerindeki klorofil miktarını belirlemek için SPAD metre kullanılmıştır. Aynı bitkinin farklı yapraklarında 3 ile 4 ölçüm yapılmış ve alınan ölçümler toplanıp, yapılan ölçüm miktarına bölünerek, o bitkinin klorofil miktarı belirlenmiştir (Kabay ve Şensoy, 2016).

Bitkilerde Lipit Peroksidasyonu Ürünü Malondialdehit (MDA) Miktarının Belirlenmesi:

Bitkilerin alttan 3. yaprağından alınan 0.5 g yaprak örneği 10 ml % 0.1'lik trikloroasetik asit (TCA) ile homojenize edildikten sonra homojenat 15000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneğin berrak kısmından 1 ml alınıp üzerine 4 ml % 20'lik TCA içerisinde çözülmüş % 0.5'lik tiobarbiturik asit (TBA) katılmıştır. Karışım 95 °C'de 30 dakika bekletildikten sonra hızla buz banyosunda soğutulup 10000 rpm'de 10 dakika santrifüj yapıldıktan sonra berrak kısımda 532 ve 600 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Güneri Bağcı, 2010; Jebara ve ark., 2010).

Antioksidatif Enzim Analizleri

Dondurulmuş 1 g yaprak örneği (bitkilerin alttan üçüncü yaprağı) 5 ml soğuk 0.1 M Na-fosfat, 0.5 mM Na-EDTA ve 1 mM askorbik asit karışımı (pH: 7.5) ile homojenize edildikten sonra, homojenat 4 °C'de 30 dakika 18000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan homojenatta hemen askorbat peroksidaz (AP) aktivitesi belirlenmiştir. Katalaz (CAT) ve süperoksit dismutaz (SOD) aktivitelerinin belirlenmesi için, 1 g dondurulmuş yaprak örneği 5 ml soğuk 0.1 M Na-fosfat, 0.5 mM Na-EDTA karışımı (pH: 7.5) ile homojenize edildikten sonra, homojenat 4 °C'de 30 dakika 18000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Homojenatın bir kısmında hemen spektrofotometrede 240 nm dalga boyunda H₂O₂'nin kaybolmasının izlenmesi ile CAT aktivitesi, Nitroblue tetrazolium'un (NBT) 560 nm dalga boyunda inhibisyonu sonucu SOD aktivitesi, askorbat peroksidaz aktivitesi ise 290 nm dalga boyunda askorbik aside bağlı H₂O₂'nin indirgenmesi ile ölçülmüştür (Jebara ve ark., 2010; Güneri Bağcı, 2010; Kabay ve Şensoy, 2016).

Besin Elementleri Analizi

Bitkilerde besin element analizi kuru yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar, 1984). Besin element okuması AAS'de yapılmıştır, fosfor okuması ise spektrofotometre (Uv-Vis Genesys 10S) de analiz edilmiştir.

Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme sonucunda elde edilen veriler SPSS paket programında tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre varyans analizi ile değerlendirilmiş ve istatistiksel olarak önemli bulunan sonuçlarda, uygulamalar arasındaki farklılığı belirlemek için %1 veya %5 önem düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak, sonuçlar ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çıkış Oranı, Süresi ve İndeksi

Çeşitler ve uygulamalar arasında ıspanak bitkisi çıkış oranı, çıkış süresi ve çıkış indeksi bakımından elde edilen veriler Tablo 1'de verilmiştir. Çıkış oranı verileri istatistiksel olarak incelendiğinde hem çeşitler, hem elektrik uygulamaları hem de çeşit ve elektrik interaksyonu arasında önemli fark olduğu, fakat çıkış süresi verilerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı, çıkış indeksi bakımından elde edilen değerler istatistiksel olarak incelendiğinde ise çeşitler ve çeşit ve elektrik interaksyonu arasında önemli fark olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Ispanak Uygulamalarında Çıkış Oranı (%), Çıkış Süresi (Gün) ve Çıkış İndeksi Değerlerinin Belirlenmesi. Veriler \pm Standart Hata Olarak İfade Edilmiştir.

	Uygulamalar	Matador	Acosta	Revere F1	Rembrandt F1	Ortalama
Çıkış Oranı (%)	0 volt	45.00 \pm 1.29 ^{c**}	71.00 \pm 1.29 ^{ab}	74.50 \pm 2.22 ^{ab}	72.50 \pm 6.60 ^{ab}	65.75 \pm 3.50 ^{A**}
	2 volt	48.50 \pm 6.19 ^c	18.50 \pm 3.78 ^e	57.00 \pm 8.81 ^{a-c}	75.00 \pm 6.61 ^a	49.75 \pm 6.04 ^B
	4 volt	40.50 \pm 7.81 ^{cd}	24.50 \pm 8.77 ^{de}	53.50 \pm 7.68 ^{bc}	71.00 \pm 2.51 ^{ab}	47.38 \pm 5.42 ^B
	8 volt	36.50 \pm 4.65 ^{c-e}	38.00 \pm 9.63 ^{c-e}	54.00 \pm 10.61 ^{a-c}	73.50 \pm 2.63 ^{ab}	50.50 \pm 5.16 ^B
	Ortalama	42.63 \pm 2.74 ^{C***}	38.00 \pm 6.07 ^C	59.75 \pm 4.20 ^B	73.00 \pm 2.24 ^A	
Çıkış Süresi	0 volt	4.304 \pm 1.15	4.749 \pm 0.14	3.758 \pm 0.39	4.765 \pm 0.48	4.394 \pm 0.31
	2 volt	3.732 \pm 0.57	5.852 \pm 0.83	4.700 \pm 0.68	3.884 \pm 0.24	4.542 \pm 0.35
	4 volt	3.984 \pm 1.01	5.225 \pm 0.96	4.707 \pm 0.77	4.143 \pm 0.40	4.515 \pm 0.39
	8 volt	4.069 \pm 1.03	4.409 \pm 0.34	4.364 \pm 0.36	3.321 \pm 0.30	4.041 \pm 0.29
	Ortalama	4.022 \pm 0.44	5.059 \pm 0.33	4.382 \pm 0.28	4.028 \pm 0.21	
Çıkış indeksi	0 volt	11.797 \pm 1.156 ^{a-c*}	10.941 \pm 0.256 ^{a-c}	16.200 \pm 1.943 ^{ab}	14.153 \pm 2.880 ^{a-c}	13.273 \pm 0.978
	2 volt	14.078 \pm 1.847 ^{a-c}	2.422 \pm 0.476 ^f	11.872 \pm 2.778 ^{a-c}	17.928 \pm 2.456 ^a	11.575 \pm 1.745
	4 volt	11.051 \pm 1.476 ^{a-c}	4.495 \pm 1.691 ^{ef}	9.828 \pm 1.876 ^{c-e}	15.510 \pm 1.169 ^{a-c}	10.221 \pm 1.234
	8 volt	9.755 \pm 1.430 ^{c-e}	6.918 \pm 1.858 ^{d-f}	10.807 \pm 2.661 ^{a-c}	19.121 \pm 1.130 ^a	11.650 \pm 1.438
	Ortalama	11.670 \pm 0.783 ^{B***}	6.194 \pm 1.000 ^C	12.177 \pm 1.224 ^B	16.678 \pm 1.050 ^A	

***= $p < 0.001$ Düzeyinde önemli, *= $p < 0.05$ Düzeyinde önemli

Novak ve Bjeliš. (2015) tarafından tohum ve fidelere elektrik uygulamasının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada farklı elektrik dozları uygulanan fasulye, ıspanak ve turp bitkilerinde çimlenme ve bitki büyüme üzerinde farklı sonuçlar elde edilmiş olup, 1.5 V elektrik uygulamasının kontrol bitkilerine göre daha iyi sonuç verdiği; 4.5 V ve 9 V uygulananlarının ise kontrol bitkilerine göre daha kötü sonuç verdiği tespit edilmiştir. Afrasiyab ve ark. (2020), tarafından nohut üzerine yapılan bir çalışmada 100 gün boyunca günde 10 dakika toprağa 3,6,9 ve 12 volt elektrik verilmiş ve çalışma

sonunda elektrik uygulamalarının nohutta çimlenme oranını artırdığı belirtilmişlerdir.

Elde edilen sonuçlar ile literatürler karşılaştırıldığında çeşitler arasında elektrik etkisi farklılık gösterebildiği anlaşılmakta olup; uyguladığımız sürenin fazla olduğu; gelecekteki çalışmalarda elektrik voltajı ve süresinin ayarlanması gerektiği düşünülmektedir.

Bitki Boyu

Elektrik uygulaması yapılan ıspanak bitkisinde bitki boyu (cm), kök boyu (cm), gövde çapı (cm) ve yaprak sayısı (adet) bakımından elde edilen veriler Tablo 2’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde bitki boyu ve gövde çapı verilerinin istatistiksel olarak çeşitler arasında önemli bir fark bulunduğu tespit edilmiştir.

Kamweru (2020), yapmış olduğu çalışmada, elektrik alanının Rose coco fasulye çeşidinde çimlenme ve büyüme üzerindeki etkisini incelemiştir. Toprağa belli bir elektrik alanı uygulanmış ve oda koşullarında günde 6 saat 9V DC akım ile elektrik darbesi oluşturan farklı polaritelere sahip (- ve +) bakır plaka çiftlerinde oluşan elektrik enerjisi yoğunluğu cinsinden ifade edilmiştir. Araştırılan büyüme parametreleri çimlenme oranı ve sapların yüksekliği. Elde edilen veriler 4 günde bir kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlar, çimlenme üzerinde yaklaşık %27.8 ve boy oranı üzerinde ise %32.1 oranında olumlu bir etki göstermiştir. Lee ve Oh (2020), iki çeşit yaprak lahana (*Brassica oleracea* var. *acephala*) üzerine yapmış oldukları çalışmada elektrik alanlarının etkisini araştırmışlar. Hidroponik olarak yetiştirilen bitkilerin besin çözeltilisine üç hafta boyunca üç seviyeli elektrik akımı (10, 50 ve 100 mA) uygulanmış. Başta 50 mA olmak üzere elektrik alanlarına maruz kalan lahana bitkileri kontrole kıyasla sürgün ve kök büyümesinde önemli bir azalmaya neden olmuş. Liu ve ark. (2021), tarafından yapılan bir çalışmada, pamuk bitkisi sürekli olarak farklı yoğunluklarda (0 kV/m, 2 kV/m ve 10 kV/m) güç frekanslı elektrik alanına (PF EF) maruz bırakılmış, pamuk üzerindeki etkileri incelemiş ve çalışma sonunda elektrik yoğunluğunun, pamukta bitki boyunu önemli ölçüde artırdığı rapor edilmiştir.

Scopa ve ark. (2009), tarafından yapılan bir çalışmaya göre Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) bitkisi, organik substrat üzerinde büyütülerek bir DC elektrik alanına (10 mA akım yoğunluğu ile 12,0 V m⁻¹) maruz bırakılmıştır. Muamele edilen bitkilerin kök uzunluğu 50-60 cm arasında değişirken, kontrol 4 - 7 cm’lik bir uzunluk değişkeni göstermiştir. Lee ve Min, (2020), iki çeşit yaprak lahana (*Brassica oleracea* var. *acephala*) üzerindeki elektrik alanlarının etkisini araştırmışlar. Hidroponik olarak yetiştirilen bitkilerin besin çözeltilisine üç hafta boyunca üç seviyeli elektrik akımı (10, 50 ve 100 mA) uygulanmıştır. 50 mA’ya Elektrik akımına maruz kalan TBC çeşidinin bitkileri kontrol bitkilerine göre kök boyu konusunda artış farkı tespit edilmiştir.

Gogo ve ark. (2016), yapmış oldukları bir çalışmada Afrika it üzümü bitkisi üzerinde 8 volt ve 16 volt DC elektrik akımı uygulamışlardır. Voltaj uygulamaları, Afrika it üzümü bitkilerinde gövde çapının olumsuz etkilediği ve kontrol bitkilerinin elektrik uygulamalarına göre daha yüksek gövde çapına sahip oldukları rapor edilmiştir. Lee ve Oh, (2020) iki çeşit yaprak lahana (*Brassica oleracea* var. *acephala*) üzerine yapmış oldukları çalışmada uygulamış oldukları elektrik akımlarının hidroponik ortamda yetiştirilen bitkilerde gövde çapının farklı etkilendiğini bir çeşit üzerinde olumlu etki yaparken, diğer çeşit üzerine herhangi bir etki yapmadığı rapor edilmiştir. Pamuk bitkisi üzerinde elektrik etkileri inceleyen bir çalışmada Liu ve ark. (2020) pamuk bitkisi sürekli olarak farklı yoğunluklarda (0 kV/m, 2 kV/m ve 10 kV/m) güç frekanslı elektrik alanına (PF EF) maruz bırakılmış ve çalışma sonucunda elektrik gövde çapı farklı dönemde farklı etkiler göstermiş olduğu, çıkış sonrası ve fide büyüme döneminde olumlu etki yaptığı, verim döneminde gövde çapı oranlarının birbirine benzer değerler aldığı ve bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 2. *Ispanak Uygulamalarında Bitki Boyu (cm), Kök Boyu (cm), Gövde Çapı (cm) ve Yaprak Sayısı (Adet) Değerlerinin Belirlenmesi. Veriler \pm Standart Hata Olarak İfade Edilmiştir.*

	Uygulamalar	Matador	Acosta	Revere F1	Rembrandt F1	Ortalama
Bitki Boyu (cm)	0 volt	14.410 \pm 1.166	9.744 \pm 1.108	12.900 \pm 1.562	11.885 \pm 0.648	12.235 \pm 0.648
	2 volt	16.120 \pm 1.308	9.033 \pm 1.089	10.090 \pm 1.928	10.300 \pm 0.489	11.386 \pm 0.952
	4 volt	15.660 \pm 1.591	8.038 \pm 0.562	10.780 \pm 0.536	10.080 \pm 1.534	11.139 \pm 0.892
	8 volt	13.480 \pm 1.350	8.925 \pm 0.901	11.180 \pm 1.063	9.755 \pm 0.784	10.835 \pm 0.646
	Ortalama	14.918 \pm 0.666 ^{A***}	8.935 \pm 0.449 ^C	11.238 \pm 0.671 ^B	10.505 \pm 0.476 ^B	
	Kök Boyu (cm)	0 volt	6.030 \pm 0.514	6.560 \pm 0.785	4.715 \pm 0.571	4.619 \pm 1.128
	2 volt	4.490 \pm 0.337	5.189 \pm 0.780	4.300 \pm 0.534	6.283 \pm 0.928	5.065 \pm 0.366
	4 volt	5.342 \pm 1.236	6.875 \pm 0.828	4.420 \pm 0.168	5.463 \pm 0.612	5.525 \pm 0.427
	8 volt	5.135 \pm 0.756	5.880 \pm 1.201	6.420 \pm 0.737	4.580 \pm 0.892	5.504 \pm 0.448
	Ortalama	5.249 \pm 0.380	6.126 \pm 0.443	4.964 \pm 0.328	5.236 \pm 0.445	
Gövde Çapı (cm)	0 volt	0.765 \pm 0.124	0.765 \pm 0.098	0.563 \pm 0.040	0.615 \pm 0.081	0.677 \pm 0.047
	2 volt	0.835 \pm 0.159	0.455 \pm 0.089	0.555 \pm 0.152	0.580 \pm 0.122	0.606 \pm 0.070
	4 volt	0.516 \pm 0.031	0.565 \pm 0.081	0.525 \pm 0.019	0.415 \pm 0.104	0.505 \pm 0.034
	8 volt	0.637 \pm 0.085	0.630 \pm 0.131	0.560 \pm 0.137	0.275 \pm 0.049	0.525 \pm 0.061
	Ortalama	0.688 \pm 0.059 ^{A**}	0.604 \pm 0.054 ^{AB}	0.551 \pm 0.047 ^{BC}	0.471 \pm 0.054 ^C	
	Yaprak Sayısı (Adet)	0 volt	8.100 \pm 0.823	9.650 \pm 0.465	8.450 \pm 0.287	9.000 \pm 0.837
2 volt		9.800 \pm 1.699	8.550 \pm 0.732	8.400 \pm 0.698	9.750 \pm 1.037	9.125 \pm 0.527
4 volt		9.000 \pm 0.868	9.238 \pm 0.657	9.000 \pm 0.779	9.300 \pm 0.835	9.134 \pm 0.354
8 volt		8.400 \pm 0.346	10.050 \pm 1.159	8.400 \pm 0.589	9.800 \pm 0.678	9.163 \pm 0.391
Ortalama		8.825 \pm 0.500	9.372 \pm 0.383	8.563 \pm 0.28	9.463 \pm 0.392	

***= $p < 0.001$ Düzeyinde önemli, **= $p < 0.01$ Düzeyinde önemli

Yaprak- Kök Yaş ve Kuru Ağırlık

Farklı dozlarda doğru akım uygulaması yapılan ıspanak bitkisinde yaprak yaş-kuru ağırlık (gr) ve kök yaş- kuru ağırlık (gr) bakımından elde edilen veriler Tablo 3'te verilmiştir. Tablo incelendiğinde bakılan parametrelerden elde edilen veriler istatistiksel olarak incelendiğinde önemli bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir (Tablo 3).

Afrika it üzümü bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada, elektrik uygulamalarının it üzümünde yaprak yaş ve kuru ağırlığını sırasıyla %14.4 ve %24.4 önemli oranda arttırdığı rapor edilmiştir (Gogo ve ark., 2016). Hidroponik ortamda yetiştirilen lahanalara farklı seviyelerde (10, 50 ve 100 mA) DC akımı uygulanmış, elde edilen veriler ışığında kontrole göre 50 ve 100 mA uygulamalarında yaprak kuru ağırlığının sırasıyla %61 ve %34, kök kuru ağırlığının ise kontrol bitkilerine göre 1.7 kat daha artış göstermiş olduğu belirlenmiştir (Lee ve Oh., 2020).

Pamuk bitkisi üzerinde elektrik etkileri inceleyen bir çalışmada Liu ve ark. (2020) pamuk bitkisi sürekli olarak farklı yoğunluklarda (0 kV/m, 2 kV/m ve 10 kV/m) güç frekanslı elektrik alanına (PF EF) maruz bırakılmış ve çalışma sonucunda elektrik uygulamalarının yaprak kuru ağırlığı oranı üzerinde artış gösterdiği tespit edilmiştir. Yaprak-kök yaş ve kuru ağırlığı bakımından yaptığımız çalışmada farklı seviyelerde uygulanan elektrik akımlarının çeşit arasında genel olarak artış ve azalışların olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3. *Ispanak Uygulamalarında Yaprak Yaş-Kuru Ağırlık (gr) ve Kök Yaş- Kuru Ağırlık (gr) Değerlerinin Belirlenmesi. Veriler ± Standart Hata Olarak İfade Edilmiştir.*

	Uygulamalar	Matador	Acosta	Revere F1	Rembrandt F1	Ortalama
Yaprak yaş ağırlık (gr)	0 volt	4.080 ± 0.815	4.645 ± 1.269	5.230 ± 1.220	5.115 ± 0.928	4.768 ± 0.495
	2 volt	6.065 ± 1.583	3.910 ± 1.223	4.520 ± 1.343	5.070 ± 1.021	4.891 ± 0.620
	4 volt	6.405 ± 1.454	4.114 ± 1.131	4.920 ± 1.236	5.485 ± 1.431	5.231 ± 0.628
	8 volt	4.180 ± 0.945	4.450 ± 1.361	4.755 ± 1.284	6.137 ± 1.371	4.881 ± 0.593
	Ortalama	5.183 ± 0.620	4.280 ± 0.563	4.856 ± 0.572	5.452 ± 0.551	
Yaprak kuru ağırlık (gr)	0 volt	0.299 ± 0.093	0.352 ± 0.124	0.362 ± 0.130	0.417 ± 0.107	0.357 ± 0.052
	2 volt	0.447 ± 0.153	0.252 ± 0.092	0.298 ± 0.138	0.386 ± 0.105	0.346 ± 0.059
	4 volt	0.471 ± 0.145	0.264 ± 0.094	0.452 ± 0.143	0.410 ± 0.140	0.399 ± 0.063
	8 volt	0.265 ± 0.070	0.423 ± 0.120	0.262 ± 0.064	0.431 ± 0.103	0.431 ± 0.103
	Ortalama	0.370 ± 0.059	0.323 ± 0.052	0.343 ± 0.058	0.411 ± 0.051	
Kök yaş ağırlık (gr)	0 volt	0.188 ± 0.032	0.350 ± 0.124	0.205 ± 0.067	0.250 ± 0.087	0.248 ± 0.041
	2 volt	0.230 ± 0.075	0.165 ± 0.038	0.140 ± 0.040	0.270 ± 0.118	0.201 ± 0.036
	4 volt	0.180 ± 0.046	0.230 ± 0.079	0.125 ± 0.025	0.240 ± 0.076	0.194 ± 0.030
	8 volt	0.180 ± 0.039	0.250 ± 0.125	0.150 ± 0.044	0.218 ± 0.030	0.244 ± 0.038
	Ortalama	0.194 ± 0.023	0.249 ± 0.047	0.155 ± 0.022	0.199 ± 0.033	
Kök kuru ağırlık (gr)	0 volt	0.012 ± 0.005	0.034 ± 0.015	0.018 ± 0.009	0.021 ± 0.011	0.021 ± 0.005
	2 volt	0.018 ± 0.008	0.016 ± 0.005	0.019 ± 0.013	0.031 ± 0.017	0.021 ± 0.005
	4 volt	0.020 ± 0.008	0.021 ± 0.010	0.012 ± 0.006	0.020 ± 0.005	0.018 ± 0.004
	8 volt	0.014 ± 0.006	0.022 ± 0.011	0.014 ± 0.006	0.021 ± 0.004	0.017 ± 0.003
	Ortalama	0.016 ± 0.003	0.023 ± 0.005	0.016 ± 0.004	0.023 ± 0.005	

Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışma literatür ile kıyaslandığına sonuçların nispeten farklı olduğu; ıspanakta çeşitler arasındaki uygulamaların istatistiksel olarak daha önem arz ettiği anlaşılmaktadır. Çalışılan tür farklılığı ve kullandığımız elektrik doz ve süresi farklı olması nedeniyle bitki boyu, kök boyu, gövde çapı ve yaprak sayısının farklı tepkiler gösterdiği düşünülmektedir.

Yaprak Alanı

Elektrik uygulaması yapılan ıspanak bitkisinde yaprak alanı (cm²), krolofil (SPAD değeri) ve MDA miktarı bakımından elde edilen veriler Tablo 4’te sunulmuştur. Tablo incelendiğinde yaprak alanı verilerinin hem çeşitler hem de çeşit ve elektrik uygulaması interaksyonu arasında, klorofil miktarının ise sadece çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir.

Dannehl (2018), mevcut çalışmalara dayanarak elektriğin bitkileri etkilemek için abiyotik stres uyarıcısı olarak görülebileceğini önermiştir. Bu bağlamda birçok rapor; bitkilere güçlü veya zayıf elektrik alanları, manyetik alanlar veya elektrik akımları uygulandığında dezavantajlardan çok avantaj olduğunu göstermiştir. Genel itibarıyla; ön işlem olarak tohumlara elektrik ve manyetik alanların uygulanmasının, bitki gelişimini iyileştirmek için basit bir yöntem olduğu not edilebilmektedir. Buna çimlenme oranı, kök ve sürgün uzunluğu, toplam yaş ve kuru ağırlık, meyve verimi, yaprak alanı, dallar, fotosentez, stoma iletkenliği, farklı iyonların birikimi ve klorofil içeriği dahildir.

Lee ve Oh (2020), yapmış oldukları çalışmada iki çeşit yaprak lahanası (*Brassica oleracea* var. *acephala*) üzerindeki elektrik alanlarının etkisini araştırmışlar. Hidroponik olarak yetiştirilen bitkilerin besin çözeltisine üç hafta boyunca üç seviyeli elektrik akımı (10, 50 ve 100 mA) uygulanmış. Başta 50 mA olmak üzere elektrik alanlarına maruz kalan lahanası bitkilerinde kontrol bitkilere kıyasla yaprak alanı

değerlerinde önemli bir artış olduğu izlenmiştir. Gogo ve ark. (2016), Afrika itüzümü bitkisi üzerinde DC elektrik akımı (8 volt ve 16 volt) olmak üzere bitki üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Voltaj dozları, karotenoidler (β -karoten ve lutein), klorofil a ve b'nin yanı sıra Mg, Ca ve Zn gibi karakteristik mineral elementler ve yapısal karbonhidratlar (hemiselüloz) seviyelerini yükseltmiştir. Pamuk bitkisi üzerinde elektrik etkileri inceleyen bir çalışmada Liu ve ark. (2020), pamuk bitkisi sürekli olarak farklı yoğunluklarda (0 kV/m, 2 kV/m ve 10 kV/m) güç frekanslı elektrik alanına (PF EF) maruz bırakılmış ve çalışma sonucunda elektrik klorofil değeri farklı dönemde farklı etkiler göstermiştir. Çıkış sonrası ve fide büyüme döneminde her hangi bir fark ya da etki yapmamış iken, verim döneminde elektriğe maruz kalan bitkilerin klorofil miktarı kontrole göre daha yüksek bulunmuştur ve bitkinin yaşlanmasını geciktirmede yardımcı olabileceğini ve yaprak ve kloroplast aktivitesini daha uzun süre korunabileceği gösterilmiştir.

Pamuk bitkisi üzerinde elektrik etkileri inceleyen bir çalışmada Liu ve ark. (2020) pamuk bitkisi sürekli olarak farklı yoğunluklarda (0 kV/m, 2 kV/m ve 10 kV/m) güç frekanslı elektrik alanına (PF EF) maruz bırakılmış ve çalışma sonucunda MDA değeri farklı dönemde farklı etkiler göstermiş; çıkış sonrası ve fide büyüme döneminde EF muamelesi kontrol ile karşılaştırıldığında daha büyük ve 10 kV/m grubundaki aktivite 2 kV/m'deki aktiviteden biraz daha düşük bulunmuştur. Huang ve ark. (2006), iki hıyar çeşidi (Bingo 1 ve Bingo 2) üzerinde elektrik alanı ve hidropriming işlemleri uygulamışlar ve Bingo 1 çeşidi üzerinde 3 dakika 5 kV/cm elektrik alanına maruz bırakma ve Bingo 2 çeşidinde ise 5 dakika 5 kV/cm elektrik alanına maruz bırakma sonucu olarak MDA uygulamalarında önemli ölçüde azalma tespit edilmiştir.

Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışma, literatür ile kıyaslandığında sonuçların benzerlik gösterdiği, klorofil miktarı (SPAD değeri) üzerinde çeşitlere bağlı olarak nispeten bazı artışlar olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4. *Ispanak Uygulamalarında Yaprak Alanı Değerleri (cm²), Klorofil Miktarı (SPAD Değeri) ve MDA (gr/YA) Değerlerinin Belirlenmesi. Veriler \pm Standart Hata Olarak İfade Edilmiştir.*

Uygulamalar	Matador	Acosta	Revere F1	Rembrandt F1	Ortalama	
Yaprak Alanı (cm ²)	0 volt	14.771 \pm 3.000 ^{cd*}	15.436 \pm 4.884 ^{cd}	15.688 \pm 1.863 ^{cd}	23.425 \pm 2.035 ^b	17.330 \pm 1.690
	2 volt	21.175 \pm 2.721 ^{bc}	14.107 \pm 3.880 ^d	14.380 \pm 2.912 ^{cd}	19.463 \pm 2.624 ^{b-d}	17.281 \pm 1.591
	4 volt	31.271 \pm 3.000 ^a	15.062 \pm 3.811 ^{cd}	12.990 \pm 1.478 ^d	17.387 \pm 1.651 ^{b-d}	19.177 \pm 2.198
	8 volt	15.606 \pm 2.006 ^{cd}	16.488 \pm 3.108 ^{cd}	18.019 \pm 2.454 ^{b-d}	17.117 \pm 2.792 ^{b-d}	16.807 \pm 1.195
	Ortalama	20.706 \pm 2.087 ^{A*}	15.273 \pm 1.790 ^B	15.269 \pm 1.112 ^B	19.348 \pm 1.225 ^A	
Klorofil Miktarı (SPAD Değeri)	0 volt	38.125 \pm 2.002	44.275 \pm 2.527	36.625 \pm 3.006	39.350 \pm 2.408	39.594 \pm 1.346
	2 volt	39.925 \pm 3.959	41.675 \pm 3.784	33.300 \pm 2.797	38.700 \pm 1.556	38.400 \pm 1.632
	4 volt	41.175 \pm 2.284	45.525 \pm 2.500	37.725 \pm 1.597	38.300 \pm 2.508	40.681 \pm 1.285
	8 volt	39.350 \pm 1.063	46.325 \pm 4.285	35.575 \pm 3.308	37.700 \pm 1.987	39.738 \pm 1.674
	Ortalama	39.644 \pm 1.175 ^{B***}	44.450 \pm 1.572 ^A	35.806 \pm 1.302 ^C	38.513 \pm 0.973 ^B	
MDA (gr / YA)	0 volt	0.532 \pm 0.028	0.895 \pm 0.444	0.774 \pm 0.121	0.452 \pm 0.143	0.663 \pm 0.117
	2 volt	0.565 \pm 0.084	0.702 \pm 0.238	0.952 \pm 0.227	0.863 \pm 0.185	0.770 \pm 0.095
	4 volt	0.573 \pm 0.208	0.524 \pm 0.556	0.629 \pm 0.028	0.750 \pm 0.669	0.619 \pm 0.073
	8 volt	0.677 \pm 0.121	0.556 \pm 0.090	0.927 \pm 0.092	0.669 \pm 0.229	0.708 \pm 0.073
	Ortalama	0.587 \pm 0.059	0.669 \pm 0.123	0.821 \pm 0.070	0.683 \pm 0.094	

*: $p \leq 0.05$, ***= $p < 0.001$ Düzeyinde önemli

Katalaz (CAT) Aktivitesi

Elektrik uygulaması yapılan ıspanak bitkisinde yaprakta enzim miktarı bakımından elde edilen veriler Tablo 5'te sunulmuştur. Tablo incelendiğinde CAT enzim miktarının elektrik uygulaması

arasında, APX ve SOD enzim miktarının ise hem çeşitler hem de çeşit ve elektrik uygulamaları interaksyonu arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir.

Leong ve ark. (2016), 2 kV/cm aralıklı elektrik uygulanan buğday çimi tohumlarında antikosidatif enzim (SOD, CAT ve APX) değerlerinin elektrik uygulanmayanlara göre artış gösterdiği tespit edilmiştir. Pamuk bitkisi üzerinde elektrik etkileri inceleyen bir çalışmada, Liu ve ark. (2020), pamuk bitkisi sürekli olarak farklı yoğunluklarda (0 kV/m, 2 kV/m ve 10 kV/m) güç frekanslı elektrik alanına (PF EF) maruz bırakılmış ve çalışma sonucunda CAT aktivesinde önemli ölçüde artmış ve bu etki, pamuk büyüme periyodu boyunca devam etmiştir. Huang ve ark. (2006), iki hıyar çeşidi (Bingo 1 ve Bingo 2) üzerinde elektrik alanı ve hidropriming işlemleri uygulamışlar; Bingo 1 çeşidi üzerinde 3 dakika 5 kV/cm elektrik alanına maruz bırakma ve Bingo 2 çeşidinde ise 5 dakika 5 kV/cm elektrik alanına maruz bırakma sonucu olarak SOD, CAT ve APX aktiviteyi artmıştır.

Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışma literatür ile kıyaslandığına sonuçların nispeten farklı olduğu; ıspanakta hem çeşitlerin hem de çeşit-elektrik uygulamaları interaksyonunun önem arz ettiği anlaşılmaktadır.

Tablo 5. Ispanak Uygulamalarında Yaprakta Enzim Aktivite Değerlerinin Belirlenmesi. Veriler \pm Standart Hata Olarak İfade Edilmiştir.

	Uygulamalar	Matador	Acosta	Revere F1	Rembrandt F1	Ortalama
CAT enzimi	0 volt	0.0055 \pm 0.0022	0.0073 \pm 0.0038	0.0056 \pm 0.0008	0.0047 \pm 0.0010	0.0058 \pm 0.0011 ^{B*}
	2 volt	0.0297 \pm 0.0096	0.0159 \pm 0.0130	0.0056 \pm 0.0009	0.0077 \pm 0.0056	0.0147 \pm 0.0045 ^A
	4 volt	0.0125 \pm 0.0081	0.0047 \pm 0.0014	0.0091 \pm 0.0041	0.0045 \pm 0.0031	0.0077 \pm 0.0023 ^{AB}
	8 volt	0.0055 \pm 0.0015	0.0059 \pm 0.0019	0.0033 \pm 0.0011	0.0045 \pm 0.0013	0.0048 \pm 0.0007 ^B
	Ortalama	0.0133 \pm 0.0038	0.0085 \pm 0.0033	0.0059 \pm 0.0011	0.0054 \pm 0.0015	
	APX enzimi	0 volt	0.705 \pm 0.297 ^{a**}	0.214 \pm 0.108 ^{bc}	0.134 \pm 0.070 ^c	0.335 \pm 0.039 ^{bc}
2 volt		0.254 \pm 0.162 ^{bc}	0.219 \pm 0.106 ^{bc}	0.107 \pm 0.043 ^c	0.259 \pm 0.129 ^{bc}	0.210 \pm 0.055
4 volt		0.567 \pm 0.084 ^{ab}	0.165 \pm 0.040 ^c	0.134 \pm 0.075 ^c	0.290 \pm 0.031 ^{bc}	0.289 \pm 0.052
8 volt		0.138 \pm 0.064 ^c	0.411 \pm 0.109 ^{a-c}	0.125 \pm 0.053 ^c	0.723 \pm 0.196 ^{a**}	0.349 \pm 0.083
Ortalama		0.416 \pm 0.099 ^{A***}	0.252 \pm 0.049 ^{AB}	0.125 \pm 0.028 ^B	0.402 \pm 0.072 ^A	
SOD enzimi		0 volt	3.831 \pm 0.880 ^{b**}	1.963 \pm 0.098 ^b	3.100 \pm 0.557 ^b	32.559 \pm 3.640 ^b
	2 volt	3.533 \pm 0.894 ^b	3.487 \pm 1.245 ^b	3.141 \pm 1.424 ^b	32.620 \pm 8.003 ^a	10.695 \pm 3.756
	4 volt	2.226 \pm 0.140 ^b	1.793 \pm 0.242 ^b	3.041 \pm 0.644 ^b	37.566 \pm 9.099 ^a	11.157 \pm 4.436
	8 volt	2.351 \pm 0.422 ^b	42.662 \pm 8.814 ^a	1.637 \pm 0.037 ^b	42.804 \pm 12.496 ^a	22.394 \pm 6.688
	Ortalama	2.929 \pm 0.337 ^{C***}	10.464 \pm 4.567 ^B	2.803 \pm 0.426 ^C	36.387 \pm 4.123 ^A	

*** = $p < 0.001$, ** = $p < 0.01$ ve * = $p < 0.05$ Düzeyinde önemli

Ispanakta Elektrik Uygulamalarının Bitki Besin Elementleri Miktarlarına Etkisinin Değerlendirilmesi

Yapılan çalışma sonunda ıspanak bitkisinin yapraklarında makro (fosfor (P), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca) ve potasyum (K)) ve mikro (mangan (Mn), demir (Fe), çinko (Zn) ve bakır (Cu)) besin element içeriklerine ait veriler Tablo 6 ve Tablo 7’de verilmiştir. Ispanak yaprağında elde edilen veriler ışığında P % miktarı hem çeşit hem de çeşit ve elektrik uygulaması interaksyonu arasında, Mg% miktarı çeşit, elektrik uygulaması ve çeşit ve elektrik uygulaması interaksyonu arasında, Ca% miktarı çeşitler ve K% miktarı ise çeşit ve elektrik uygulaması interaksyonu arasında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 6). Ispanak yaprağında mikro elementlerden Fe ve Mn (ppm) içeriği hem çeşit hem de çeşit ve elektrik uygulaması interaksyonu arasında, Cu ve Zn (ppm) içeriği ise çeşit ve elektrik uygulaması interaksyonu arasında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 7).

Gogo ve ark. (2016), Afrika itüzümü bitkisi üzerinde DC elektrik akımının (8 volt ve 16 volt) etkilerini incelemiştir. Voltaj uygulamaları, Afrika itüzümü bitkilerinin minerallerini ve ağır metallerini hem yapraklarda hem de gövdelerde farklı şekilde etkilemiştir. Voltajdaki genel bir artış, analiz edilen mineral elementlerin ve ağır metallerin çoğunda bir artışa neden olmuştur. Genel olarak yapraklarda daha yüksek N, C, Ca, Mg, Fe, Zn, Ni ve Cd içeriği gözlenirken gövdelerde K, Na, Pb ve Cr içerikleri daha yüksek bulunmuştur. Lee ve Min (2020), iki çeşit yaprak lahanası (*Brassica oleracea* var. *acephala*) üzerindeki elektrik alanlarının etkisini araştırmışlar. Hidroponik olarak yetiştirilen bitkilerin besin çözeltisine üç hafta boyunca üç seviyeli elektrik akımı (10, 50 ve 100 mA) uygulanmış ve elektrik akımına maruz kalan bitkilerin besin elementleri miktarlarının şu şekilde etkilendiği açıklanmıştır: Birinci çeşitte fosfor (P), demir (Fe), manganez (Mn) ve bor (B) absorpsiyonu, kontrol ile karşılaştırıldığında 50 mA muamele ile yaklaşık 1.3 ila 1.7 kat artmış ve potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), kükürt (S), çinko (Zn) ve bakır (Cu) hem 50 mA hem de 100 mA uygulamaları ile artmış; sodyum (Na), tüm elektrik muamele altında 1.4 ila 1,5 kat arasında önemli ölçüde artmış; Nikel (Ni) ve molibden (Mo) sadece 10 mA ve 50 mA muameleleri altında analiz için kullanılan ekipman tarafından saptanabilmiştir. İkinci çeşitte ise Fe ve Zn alımı, kontrol ile karşılaştırıldığında 50 mA muamele ile yaklaşık 1.3 ve 1.8 kat artmıştır.

Tablo 6. İspanak Uygulamalarında Yaprakta Makro Mineral Madde (%) Miktarının Belirlenmesi. Veriler \pm Standart Hata Olarak İfade Edilmiştir.

	Uygulamalar	Matador	Acosta	Revere F1	Rembrandt F1	Ortalama
P (%)	0 volt	0.789 \pm 0.058 ^{b-d} **	0.856 \pm 0.037 ^{a-c}	0.716 \pm 0.022 ^{c-e}	0.740 \pm 0.016 ^{b-e}	0.755 \pm 0.022
	2 volt	0.865 \pm 0.018 ^{a-c}	0.745 \pm 0.053 ^{b-e}	0.679 \pm 0.058 ^{de}	0.844 \pm 0.025 ^{a-c}	0.783 \pm 0.027
	4 volt	0.897 \pm 0.053 ^{ab}	0.956 \pm 0.068 ^a	0.723 \pm 0.051 ^{c-e}	0.749 \pm 0.024 ^{b-e}	0.831 \pm 0.034
	8 volt	0.977 \pm 0.103 ^a	0.851 \pm 0.037 ^{a-c}	0.598 \pm 0.051 ^e	0.628 \pm 0.014 ^e	0.764 \pm 0.049
	Ortalama	0.882 \pm 0.034 ^{A***}	0.852 \pm 0.030 ^A	0.679 \pm 0.025 ^B	0.740 \pm 0.022 ^B	
Mg (%)	0 volt	0.722 \pm 0.0051 ^{b-d} *	0.691 \pm 0.021 ^{b-d}	0.706 \pm 0.017 ^{b-d}	0.696 \pm 0.066 ^{b-d}	0.704 \pm 0.020 ^{AB*}
	2 volt	0.964 \pm 0.026 ^a	0.880 \pm 0.215 ^{ab}	0.527 \pm 0.046 ^d	0.703 \pm 0.024 ^{b-d}	0.769 \pm 0.066 ^A
	4 volt	0.953 \pm 0.016 ^a	0.544 \pm 0.086 ^d	0.621 \pm 0.054 ^{a-c}	0.639 \pm 0.021 ^{cd}	0.689 \pm 0.047 ^{AB}
	8 volt	0.844 \pm 0.052 ^{a-c}	0.592 \pm 0.008 ^d	0.511 \pm 0.057 ^d	0.650 \pm 0.022 ^{cd}	0.649 \pm 0.036 ^B
	Ortalama	0.871 \pm 0.031 ^{A***}	0.677 \pm 0.062 ^B	0.591 \pm 0.029 ^B	0.672 \pm 0.019 ^B	
Ca (%)	0 volt	0.808 \pm 0.052	0.650 \pm 0.088	0.773 \pm 0.046	0.926 \pm 0.082	0.845 \pm 0.031
	2 volt	0.874 \pm 0.059	0.814 \pm 0.069	0.931 \pm 0.206	0.963 \pm 0.034	0.840 \pm 0.062
	4 volt	0.829 \pm 0.049	0.720 \pm 0.059	0.613 \pm 0.047	0.846 \pm 0.013	0.752 \pm 0.032
	8 volt	0.860 \pm 0.062	0.627 \pm 0.055	0.661 \pm 0.042	0.925 \pm 0.024	0.768 \pm 0.039
	Ortalama	0.828 \pm 0.027 ^{AB**}	0.718 \pm 0.039 ^C	0.745 \pm 0.059 ^{BC}	0.915 \pm 0.023 ^A	
K (%)	0 volt	5.926 \pm 0.602 ^{a-c*}	7.723 \pm 0.213 ^a	7.152 \pm 0.180 ^{a-c}	6.273 \pm 0.442 ^{a-c}	6.769 \pm 0.256
	2 volt	7.240 \pm 0.192 ^{a-c}	6.078 \pm 0.485 ^{a-c}	7.529 \pm 1.180 ^{a-c}	6.759 \pm 0.234 ^{a-c}	6.902 \pm 0.326
	4 volt	7.115 \pm 0.219 ^{a-c}	6.924 \pm 0.464 ^{a-c}	5.797 \pm 0.707 ^c	6.374 \pm 0.070 ^{a-c}	6.552 \pm 0.237
	8 volt	7.037 \pm 0.188 ^{a-c}	5.537 \pm 1.114 ^c	6.650 \pm 0.121 ^{a-c}	6.561 \pm 0.022 ^{a-c}	6.507 \pm 0.240
	Ortalama	6.829 \pm 0.206	6.634 \pm 0.333	6.782 \pm 0.354	6.492 \pm 0.123	

*** = $p < 0.001$ Düzeyinde önemli, ** = $p < 0.01$ ve * = $p < 0.05$ Düzeyinde önemli

Gerçekleştirmiş olduğumuz çalışma literatür ile kıyaslandığında sonuçların nispeten farklı olduğu; ıspanakta hem çeşitlerin hem de çeşit-elektrik uygulamaları interaksyonunun daha önem arz ettiği anlaşılmaktadır. Bitki besin elementleri bazı elektrik uygulamaları ile birlikte artış göstermişken,

bazıları düşüş göstermiştir; bu durumun elektrik voltaj dozundan ve uygulama süresi farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 7. *Ispanak Uygulamalarında Yaprakta Mikro Mineral Madde (ppm) Miktarının Belirlenmesi. Veriler \pm Standart Hata Olarak İfade Edilmiştir.*

	Uygulamalar	Matador	Acosta	Revere F1	Rembrandt F1	Ortalama
Fe (ppm)	0 volt	1072.15 \pm 36.817a**	817.31 \pm 115.430 b-e	578.94 \pm 62.194 ef	685.48 \pm 41.601 c-f	788.47 \pm 57.249
	2 volt	756.31 \pm 118.268 b-f	518.21 \pm 43.91 f	675.65 \pm 75.743 c-f	899.11 \pm 13.568 a-c	712.32 \pm 48.539
	4 volt	669.27 \pm 65.035 c-f	704.47 \pm 30.275 b-f	622.13 \pm 92.127 d-f	851.94 \pm 10.562 a-c	711.95 \pm 34.346
	8 volt	927.72 \pm 45.400 ab	517.42 \pm 69.059 f	687.10 \pm 155.536 c-f	902.04 \pm 79.169 a-c	758.57 \pm 61.145
	Ortalama	856.36 \pm 51.893 A***	639.35 \pm 46.236 B	640.96 \pm 47.326 B	834.64 \pm 30.586 A	
Mn (ppm)	0 volt	45.187 \pm 1.335 a-c	41.885 \pm 2.995 a-d	40.760 \pm 2.833 b-d	44.387 \pm 3.070 a-c	43.055 \pm 1.275
	2 volt	43.351 \pm 5.348 a-d	37.903 \pm 2.821 cd	41.420 \pm 8.026 a-d	52.577 \pm 3.686 ab	43.813 \pm 2.773
	4 volt	38.037 \pm 0.727 cd	46.488 \pm 2.229 a*	42.134 \pm 3.587 a-d	53.207 \pm 1.341 a*	44.966 \pm 1.764
	8 volt	52.523 \pm 4.167 ab	32.440 \pm 2.225 d	40.825 \pm 4.033 b-d	48.823 \pm 1.487 a-c	43.653 \pm 2.455
	Ortalama	44.774 \pm 2.051 AB	39.679 \pm 1.767 B	41.285 \pm 2.258 B	49.748 \pm 1.476 A**	
Cu (ppm)	0 volt	15.290 \pm 0.456 b*	8.935 \pm 0.700 b	9.730 \pm 0.238 b	9.370 \pm 0.423 b	10.831 \pm 0.703
	2 volt	12.186 \pm 0.409 b	8.437 \pm 0.359 b	8.197 \pm 0.476 b	36.610 \pm 20.220 a	16.357 \pm 5.454
	4 volt	11.747 \pm 0.278 b	13.179 \pm 1.076 b	8.741 \pm 1.000 b	10.727 \pm 0.862 b	11.098 \pm 0.568
	8 volt	15.120 \pm 1.830 b	10.097 \pm 0.982 b	8.597 \pm 0.625 b	8.610 \pm 1.131 b	10.606 \pm 0.881
	Ortalama	13.586 \pm 0.606	10.162 \pm 0.603	8.816 \pm 0.324	16.329 \pm 5.453	
Zn (ppm)	0 volt	119.753 \pm 56.233 a-c*	154.420 \pm 11.553 a-c	116.107 \pm 21.879 a-c	114.870 \pm 4.584 a-c	126.288 \pm 14.407
	2 volt	47.649 \pm 2.739 c	141.390 \pm 31.466 a-c	178.043 \pm 47.820 a-c	138.083 \pm 17.102 a-c	126.291 \pm 18.239
	4 volt	198.740 \pm 96.733 ab	247.330 \pm 12.761 a	116.747 \pm 12.989 a-c	147.187 \pm 32.391 a-c	177.501 \pm 26.505
	8 volt	97.503 \pm 38.050 bc	109.497 \pm 17.924 bc	209.903 \pm 65.219 ab	114.213 \pm 5.354 a-c	132.779 \pm 20.910
	Ortalama	115.911 \pm 29.944	163.159 \pm 15.988	155.200 \pm 21.635	128.588 \pm 9.133	

*** = $p < 0.001$, ** = $p < 0.01$ ve * = $p < 0.05$ Düzeyinde önemli

SONUÇ

Yapılan bu çalışmada ıspanak çeşitleri üzerinde uygulanan farklı elektrik uygulamalarının nispeten farklı sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Bazı elektrik uygulamalarının bazı ıspanak çeşitlerinde bazı bitki büyüme parametrelerine genelde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Elektrik uygulamalarının olumlu etkilerinin artırılmasında gelecekte her çeşide uygun elektrik akımı doz ve süresini belirlemek amacıyla daha fazla çalışma ve deneme kurulması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Afrasiyab, A., Zafar, J., & Muhmmad, H. (2020). Effect of electric field on seed germination and growth parameters of chickpea *Cicer arietinum* L. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (4), 12-16.
- Alibas-Ozkan, I., Akbudak B., & Akbudak N. (2007). Microwave drying characteristics of spinach. *Journal of Food Engineering*, 78 (2), 577-583.
- Dannehl, D. (2018). Effects of electricity on plant responses. *Scientia Horticulturae*, 234, 382-392.
- Dymek, K., Dejmek, P., Panarese, V., Vicente, A. A., Wadsö, L., Finnie, C., & Galindo, F. G. (2012). Effect of pulsed electric field on the germination of barley seeds. *LWT- Food Science and Technology*, 47 (1), 161-166.
- FAO (2019). Food and agricultural organization bitkisel ürünler istatistikleri, <http://www.fao.org>

- Gogo, E. O., Huyskens-Keil, S., Krimlowski, A., Ulrichs, C., Schmidt, U., Opiyo, A., & Dannehl, D. (2016). Impact of direct-electric-current on growth and bioactive compounds of African nightshade (*Solanum scabrum* Mill.) plants. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 89, 60-67.
- Güneri Bağcı, E. (2010). *Nohut Çeşitlerinde Kuraklığa Bağlı Oksidatif Stresin Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametrelerle Belirlenmesi* (doktora tezi, basılmamış), AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Huang, R., Sukprakarn, S., Phavaphutanon, L., Juntakool, S., & Chaikul, C. (2006). A comparison of electric field treatments to hydropriming on cucumber seed germination enhancement. *Agriculture and Natural Resources*, 40 (3), 559-565.
- Jebara, S., Jebara, M., Limam, F., & Aouani, M.E. (2010). Changes in ascorbate peroxidase, catalase, guaiacol peroxidase and superoxide dismutase activities in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules under salt stress. *Journal of Plant Physiology*, 162 (8), 929-936.
- Kabay, T., Şensoy, S. (2016). Kuraklık stresinin bazı fasulye genotiplerinde oluşturduğu enzim, klorofil ve iyon değişimleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3), 380-395.
- Kanyago, G. A., & Kuria, K. P. (2020). Effect of electric field in the soil on the germination and growth rate of rosecoco beans plant. *Researchjournali's Journal of Agriculture*, 7 (1), 2-11.
- Kurooka, H., Horiuchi, S., Fukunaga, S., & Yuda, E. (1990). Effects of electric current on breaking bud dormancy in grapes. *Bulletin of the University of Osaka Prefecture. Series B, Agriculture and Biology*, 42, 111-119.
- Lee, S., & Oh, M.M. (2021). Electric stimulation promotes growth, mineral uptake, and antioxidant accumulation in kale (*Brassica oleracea* var. acephala). *Bioelectrochemistry*, 138, 107727.
- Leong, S. Y., Burritt, D. J., & Oey, I. (2016). Electropriming of wheatgrass seeds using pulsed electric fields enhances antioxidant metabolism and the bioprotective capacity of wheatgrass shoots. *Scientific Reports*, 6 (1), 1-13.
- Liu, X., Wan, B., Hua, H., & Li, X. (2021). Electric field generated by high-voltage transmission system is beneficial to cotton growth. *Acta Ecologica Sinica*, 41, 552-559
- Novak, V., Bjeliš, M. (2015). Effect of electricity on growth and development of several plant species. <https://paperzz.com/doc/6851406/effect-of-electricity-on-growth-and-development-of>
- Okumura, T., Muramoto, Y., & Shimizu, N. (2012). Influence of DC electric field on growth of daikon radish (*Raphanus sativus*). *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 19 (6), 2237-2241.
- Ozuna, C., Cerón-García, A., Sosa-Morales, M.E., Salazar, J.A.G., León-Galván, M.F., & Del Rosario Abraham-Juárez, M. (2017). Electrically induced changes in amaranth seed enzymatic activity and their effect on bioactive compounds content after germination. *Journal of Food Science and Technology*, 55(2), 648-657.
- Scopa, A., Colacino, C., Barone Lumaga, M. R., Pariti, L., & Martelli, G. (2009). Effects of a weak DC electric field on root growth in *Arundo donax* (Poaceae). *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 59 (5), 481-484.
- Sensoy, S., Turkmen, O., & Gorgun, Y. (2011). Determination of suitable sowing dates for spinach production in Van ecological condition. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 21, 140-145.
- Toledo, M.E.A., Ueda, Y., Imahori, Y., & Ayaki, M. (2003). L-ascorbic acid metabolism in spinach (*Spinacia oleracea* L.) during postharvest storage in light and dark. *Postharvest Biology and Technology*, 28 (1), 47-57.
- Türkmen, Ö., Şensoy, S., Erdal, İ., & Kabay, T. (2002). Kalsiyum uygulamalarının tuzlu fide yetiştirme ortamlarında domateste çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 12(2), 53-57.

Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)* Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, ISBN: 975- 97190-0-2. S:95-105.

Bazı Nitelikli Kopya Biber Hatlarının TSWV'ne Dayanım Düzeylerinin Belirlenmesi

Nora ALLAM^{1,a}, Gülbanu KIYMACI^{1,b}, Ünal KAL^{2,c}, Önder TÜRKMEN^{2,3,*},d

¹Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuklu-Konya

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Selçuklu – Konya

³Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Ziraat Fakültesi, Ereğli- Konya

*Sorumlu Yazar e-mail: turkmenonder@hotmail.com

^aORCID: (0000-0003-2022-6464), ^bORCID: (0000-0002-7693-7663), ^cORCID: (0000-0002-3447-316X),

^dORCID: (0000-0003-3218-6551)

Makale Bilgileri

ÖZ

Makale Geçmişi
Geliş: 17.11.2022
Kabul: 30.12.2022
Yayın: 31.12.2022

Anahtar Kelimeler:

Biber,
TSWV,
Moleküler markör

Domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV) dünyada biber üretimini sınırlayan ve ekonomik kayıplara neden olan bir viral hastalık etmenidir. TSWV'ye dayanıklılığı kontrol eden gen (Tsw) birçok *Capsicum chinense* biber genotipinde ('PI 152225', 'PI 159236', 'CNPH 275' 'C00943' ve '7204') tespit edilerek 10. kromozomda haritalanmış ve kültür çeşitlerine (*Capsicum annuum*) aktarılmıştır. Sw-5'in homoloğu haritalanamamasına rağmen fenotipik olarak benzer genler domateste vardır, birçok Sw5 homoloğu hem domates hem biberde benzer bölgelerde bulunmuştur. Tsw ve Sw5 arasındaki ilişki TSWV'nin genetik çalışmaları yoluyla incelenmiştir. Viral kökenli bu patojen ile mücadelede etkili ve çevreci yol dayanıklı çeşit kullanmaktır. Çalışmamızda S3 kademesinde 40 adet genotipin domates lekeli solgunluk virüsü (tswv) e karşı dayanım düzeyleri çalışmalarda SCAR markörü kullanılmıştır. Genotiplerin 5 adet homozigot dayanım (RR), 15 adet hassas (rr), 20 dayanıklı (Rr) olarak tespit edilmiştir.

Determination of TSWV Resistance Levels of Some Properties of Capia Pepper Lines

Article Info

ABSTRACT

Article History

Received: 17.11.2022

Accepted: 30.12.2022

Published: 31.12.2022

Keywords:

Pepper,
TSWV,
Molecular marker

Tomato spotted wilt virus (TSWV) is a viral disease agent that limits pepper production and causes economic losses in the world. The gene controlling resistance to TSWV (Tsw) has been detected in many *Capsicum chinense* pepper genotypes ('PI 152225', 'PI 159236', 'CNPH 275' 'C00943', and '7204') and mapped on chromosome 10 it has been mapped to cultivars (*Capsicum annuum*). Although the homolog of Sw-5 could not be mapped, phenotypically similar genes are present in tomatoes, with many Sw5 homologs found in similar regions in tomatoes and pepper. The relationship between Tsw and Sw5 has been studied through genetic studies of TSWV. The most effective and environmentally friendly way to combat this viral pathogen is to use resistant varieties. Our study investigated the resistance levels of 40 genotypes at S3 stage against tomato spotted wilt virus (TSWV) investigated. SCAR marker was used in molecular studies. Genotypes were determined as 5 homozygous resistant (RR), 15 sensitive (rr), and 20 heterozygous resistant (Rr).



Atıf/Citation: Allam, N., Kıymacı, G., Kal, Ü. & Türkmen, Ö. (2022). Bazı Nitelikli Kopya Biber Hatlarının TSWV'ne Dayanım Düzeylerinin Belirlenmesi, *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2), 62-66.

"This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)"

GİRİŞ

Biber, patlıcangiller (*Solanaceae*) familyasından *Capsicum* cinsi içerisinde yer alan bir sebze türüdür. Yetiştiricilikte biber verimliliğini sınırlandıran birçok abiyotik ve biyotik stres faktörleri vardır. Domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV) dünyada biber üretimini sınırlayan ve ekonomik kayıplara neden olan bir viral hastalıktır. Domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV) yaprakların sararmasına ve bazı durumlarda bitkinin yapraklarının kırmızımsı bir renk oluşturmasına, yaprak uçlarının kırılmasına neden olur iken, gövde üzerinde görülen belirtiler ise bodurlaşma, dal uçlarında yanma şeklinde kurumalar meydana gelir, meyveler üzerinde ise, şekil bozuklukları, siğil şeklinde kabarcıklar meydana gelmektedir (Soler ve ark., 1998). Hastalık doğrudan meyveleri etkileyip ürünün pazar değerini oldukça düşürür (Yılmaz, 2002). Patojene karşı etkin bir mücadele yöntemi yoktur. Biber tarımında bu en etkin ve en ekonomik yöntem olarak dayanıklı çeşit kullanılmalıdır. TSWV'ye dayanıklılığı kontrol eden gen (Tsw) birçok *Capsicum chinense* biber genotipinde ('PI 152225, 'PI 159236, 'CNPH 275' 'C00943' ve '7204') tespit edilerek 10. kromozomda haritalanmış ve kültür çeşitlerine (*Capsicum annum*) aktarılmıştır (Black ve ark., 1991; Costa ve ark., 1995; Boiteux, 1995; Moury ve ark., 1997; Jahn ve ark., 2000). Sw-5'in homoloğu haritalanamamasına rağmen fenotipik olarak benzer genler domateste de vardır ve birçok Sw-5 homoloğu hem domates hem biberde benzer bölgelerde bulunmuştur. Tsw ve Sw-5 arasındaki ilişki TSWV'nin genetik çalışmaları yoluyla incelenmiştir (Jahn ve ark., 2000). Hastalık ve zararlılarla mücadelede kimyasal uygulamalar, kültürel uygulamalar ve dayanıklı çeşit kullanımı gibi yöntemler kullanılmaktadır. Viral hastalıklara karşı kimyasal mücadele ile birlikte, kültürel uygulamaların kullanımı da hastalıkla mücadelede zaman zaman etkisiz kalmaktadır. Dayanıklı çeşit kullanımı ise en etkili ve çevreci mücadele yöntemi olarak kabul edilmektedir. Bu yönü ile dayanıklı çeşit geliştirmek bitki ıslahının önemli konuları arasında yer almaktadır. Dayanıklı çeşit kullanımı sadece verim ve kalitenin artışı değil, aynı zamanda sürdürülebilir bir çevre ile uyumlu bir mücadele yöntemidir (Qi ve ark., 2022; Boiteux, 1995; Moury ve ark., 1997). Günümüzde birçok yeni çeşit geliştirilmiş olmasına rağmen hastalık ve zararlılara dayanıklılığın iyileştirilmesi konusunda çalışmalar halen devam etmektedir. Domates lekeli solgunluk virüsü biber yetiştiriciliği yapılan ülkelerde ciddi kayıplara sebep olmaktadır. Viral etmen Türkiye dahil dünyanın birçok yerinde önemli hasarlar meydana getirmektedir. TSWV (domates lekeli solgunluk virüsü)'nin kültür bitkilerinde neden olduğu ürün kaybından kaynaklanan ekonomik kayıp miktarı, yetiştirilen bölge şartlarına ve mevsim koşullarına göre değişim gösterebilmektedir. Bundan dolayı tarımsal ürünlerin ekonomik kayıp miktarının rakamsal değerini net bir şekilde belirtmenin güç olduğu belirlenmiştir (Bos, 1982; Strange ve Scott, 2005). Ayrıca meyve kalitesinin düşmesine bağlı olarak ürünlerin pazar veriminin düşmesi de bir başka kayıp olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma ile ülkemizde ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılmakta olan biber genotiplerinin domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV) 'e karşı dayanım durumları moleküler olarak belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bitkisel Materyal

Çalışmada 2021 bahar Aksu ilçesinde SELKO şirketine ait AR-Ge serasında S3 kademesinde 40 adet kapa tipi biber bitkisel materyalini oluşturmuştur.

Yöntem

Moleküler karakterizasyon için genç fide döneminde bulunan bitkilerden steril bistöri yardımıyla bitkinin sağlıklı, genç yapraklarından her genotipin temsil edecek şekilde on adet bitkiden DNA izolasyonu için örnekler alınmıştır. Bitkilerden alınan genç yaprak örnekleri 80 °C derin dondurucuda DNA izolasyonu yapıncaya kadar muhafaza edilmiştir. Biber yaprak doku örneklerinden toplam DNA izolasyonu, QiagenTissueLyzerIIcihazında CTAB protokolüne göre gerçekleştirilmiştir. Biber yaprak DNA örnekleri ve CAPS moleküler işaretleyiciler (Moury ve ark., 2000) (aşağıda Çizelge 1’de verilmiştir) kullanılmıştır. PCR reaksiyonları Frary önerilen yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemine göre: 25 µl reaksiyon karışımı içerisinde 1 µl kalıp DNA (40-60 ng/µl), 2.5 µl 10X PCR tampon çözeltisi (1x), 0.5 µl dNTP (0.2 mM), her birinden 0.5 µl olmak üzere ileri (Forward) ve geri (Reverse) primerler (10 pmol), 0.25 µl Taqpolymerase enzimi (0.25U) ve 19.75 µl steril dH₂O içermektedir. PCR reaksiyonları GeneAmp®PCRSytem 9700 (Applied Biosystems) cihazı kullanılarak yapılmıştır. PCR döngüsü (35 döngü için 94°C/5 dakika, 94°C/30 saniye, 50°C/45 saniye, 72°C/45 saniye 72°C/5 dakika ve so sıcaklık 4°C) kullanılarak uygulanmıştır amplifikasyonun olup olmadığı, PCR ürünleri %1’lik agarose jelde yürütülerek amplifikasyonun olup olmadığı kontrol edilmiştir. PCR ürünleri polimorfizm sağlayan (gerekli ise) uygun bir restriksiyon enzimi ile kesilmiştir. Bu işlem için 15 µl PCR ürünü, 1.5 µl 10x kesimleme tampon çözeltisi (1x), 0.2 µl (100x) BSA (1x) (enzim için gerekliyse), 0.5 µl restriksiyon enzimi ve 2.8 µl steril dH₂O kullanılmıştır. Reaksiyonda kullanılan enzim tipine bağlı olarak uygun sıcaklıklarda en az 3-4 saat inkübe edilmiştir. Örneklerin kesimlenen parçacıklarının ayrıştırılması için kapiller rektroforez sistemi kullanılmıştır.

Tablo 1. Hastalık testlemede kullanılan primer listesi.

Markör isimleri	Markörler	Primerlerinnükleoit dizilimi
SCAC568- F	SCAR	GTGCCAGAGGAGGATTT
SCAC568-R	SCAR	GCGAGGTGGACTGATA

BULGULAR VE TARTIŞMA

Moleküler işlemler sonucunda elde edilen örnekler kapillar ektroforez sistemi ile görüntülenmiş bu görüntüler değerlendirilerek pozitif ya da negatif şekilde dayanıklılık durumları belirlenmiştir. Sonuç olarak çalışmada yer alan biber genotiplerinin TSWV etmenine karşı; % 12.5 homozigot dayanımlı (RR), % 67.5 heterozigot dayanımlı (Rr), % 20’sinin ise hassas (rr) olduğu belirlenmiştir.

Çelik ve ark., (2018), yaptıkları bir çalışmada 210 bitki fide döneminde SCAC568 markırı ile taranmış ve 44 bitki hassas, 166 bitki heterozigot dayanıklı olarak belirlenmiştir. Çoban (2021)’in yaptığı bir çalışmada SCAR yöntemi ile, 6 farklı F₁ bitkisinin TSWV hastalığına dayanıklılık geni taşıdığı tespit edilmiştir. Biberde yapılan başka bir çalışmada F2 popülasyonunda, 26’sının heterozigot (Rr), 14 homozigot (RR) dayanımlı ve 12 hassas (rr) olarak bulmuştur. Ayrıca F2 popülasyonun 56 adetinden PCR ürünü elde edilmiş bunların XbaI enzimi ile yapılan kesim analizi sonucunda, 11 adet hassas (rr) bireye ait PCR ürününün kesime uğramadığını bildirilmiştir (İkten, 2019). Polat ve ark., 2016’da yaptıkları çalışmada 118 birey testlenmiş ve 568 bp band elde edilen 48 homozigot birey tespit edilmiştir. Çalışmada SCAC568 kullanılarak dayanıklı ve homozigot- heterzigot dayanıklı bireylerin belirlenmesinde yöntemin başarılı şekilde uygulanabilir olduğunu bildirmişlerdir. Kün ve ark., (2013)’de

yaptıkları çalışmada 773 birey testlenmiş ve 455 homozigot dayanıklı, 117 heterozigot dayanıklı olarak bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada CAPS markırları kullanılmış ve 346 genotip içerisinde 150 adet homozigot (RR) 83 adet heterozigot (Rr) dayanıklı ve 113 adet hassas (rr) olduğunu tespit etmişlerdir (Özalp, 2019).

Tablo 2. Genotiplerin TSWV'ye Dayanımlarını Gösteren Çizelge

Genotip No	(TSWV) dayanım durumu *	Genotip No	(TSWV) dayanım durumu *
2-1	Rr	46-1	rr
2-3	Rr	49-1	Rr
3-2	Rr	50-1	Rr
14-1	RR	53-1	Rr
20-1	Rr	55-1	rr
21-1	Rr	58-1	Rr
22-1	Rr	59-1	rr
32-1	Rr	60-1	Rr
33-1	Rr	61-1	rr
34-1	Rr	61-2	rr
26-1	Rr	66-2	rr
37-1	Rr	72-1	Rr
37-2	RR	73-1	rr
37-3	Rr	74-1	rr
39-1	Rr	78-1	Rr
42-1	Rr	82-1	RR
43-1	Rr	82-3	Rr
45-1	RR	84-1	Rr
45-2	Rr	85-1	Rr
45-3	RR	85-2	Rr

*: RR =homozigot dayanıklı, *: Rr = heterozigot dayanıklı, *: rr =hassas

SONUÇ

Sonuç olarak dünya üzerinde oldukça geniş bir üretim alanı ve üretim miktarına sahip olan biber yetiştiriciliğinde önemli problemler oluşturan Domates lekeli solgunluk virüsüne (TSWV)'e karşı dayanıklılık genine sahip olan genotiplerin bulunması ıslah açısından değerli bir durumdur. Çalışma sonucunda biberde önemli problemler oluşturan Domates lekeli solgunluk virüsüne dayanım düzeyi göz önüne alınmıştır. Tez çalışmamızda S3 kademesinde 40 genotipin 5 adet homozigot dayanıklı, 27 adet heterozigot dayanıklı ve 8 adet hassas rr TSWV'ye dayanımlarının moleküler olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda homozigot dayanım gösteren 14-1, 37-2, 45-1, 45-3, 82-1 nolu genotiplerin ileride yürütülecek ıslah çalışmalarını için ebeveyn hat potansiyelleri ortaya çıkmıştır. Bu çalışma sonucu elde edilen veriler ışığında melezleme programları oluşturulabileceği ve TSWV ye dayanıklı kopya biber çeşitleri geliştirilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Black L.L., Hobbs, H.A., & Gatti, J.M. (1991). Tomato spotted wilt virus resistance in *Capsicum chinense* 'PI 152225' and 'PI 159236'. *Plant Disease*, 75, 863.
- Boiteux, L.S. (1995). Allelic relationships between genes for resistance to tomato spotted wilt tospovirus in *Capsicum chinense*. *Theoretical and Applied Genetics*, 90(1), 146-149.

- Bos, L. (1982). Crop Losses Caused By Viruses. *Crop Protection*, 1(3), 263-282.
- Costa, J., Catalá, M.S., Lacasa, A., Díez, M.J., & Nuez, F. (1995). Introduction of plant genetic resistance to TSWV from *C. chinense* 'PI 159236' in different pepper genetic back grounds.
- Çelik, İ., Ramazan, Ö., Nejla, Ç., İlknur, P., & SÜLÜ, G. (2018). Domates lekeli solgunluk virüsü (TSWV)'ne dayanıklı sivri biber hatlarının geliştirilmesi. *Derim*, 35(1), 27-36.
- Çoban, O. (2021). *Biberde Tswv Dayanımının Yerli Kapya Biber Çeşitlerine Moleküler İşaretleyiciler Kullanılarak Aktarılması*. (Yüksek Lisans Tezi), Bursa Uludağ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Türkiye.
- Jahn, M., Paran, I., Hoffmann, K., Radwanski, E.R., Livingstone, K.D., Grube, R.C., Aftergoot, E., Lapidot, M., & Moyer, J. (2000). Genetic mapping of the Tsw locus for resistance to the tospovirus tomato spotted wilt virus in *Capsicum* spp. and its relationship to the Sw-5 gene for resistance to the same pathogen in tomato. *The American Phytopathological Society*, 13(6), 673-682.
- İkten, H. (2019). Farklı genetik kaynaklardan elde edilen F₂ biber genotiplerinde (*Capsicum annuum* L.) TSWV'ye dayanıklılığın moleküler analizi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(1), 43-48.
- Kün, A., Atasayar, A., Güneşdoğdu, N., Cansız, A., Özdemir, D., & İlbi, H. (2013). *Development of Resistant Varieties to Tomato Spotted Wild Virus and Root Knot Nematodes in Pepper by Using Molecular Markers*. I. International Plant Breeding Congress. Abstract Book, p.454, Oral presentation. 10-14 November (2013). Antalya.
- Moury, B., Pflieger, S., Blattes, A., Lefebvre, V., & Palloix, A. (2000). A CAPS marker to assist selection of tomato spotted wilt virus (tswv) resistance in pepper. *Genome*, 43(1), 137-142.
- Moury, B., Palloix, A., Gebre-Selassie, K., & Marchoux, G. (1997). Hypersensitive resistance to tomato spotted wilt virus in three *Capsicum chinense* accessions is controlled by a single gene and is overcome by virulent strains. *Euphytica*, 94, 45-52.
- Özalp, R. (2019). *Hibrit Biber (Capsicum annuum L.) Islahında Biyolojik Test ve Moleküler İşaretleyici Yardımıyla Hat ve Aday Hibritlerin Geliştirilmesi*. (Doktora Tezi), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe bitkileri Anabilim Dalı.
- Polat, I., Çelik, İ., Çelik, N., & Özalp, R. (2016). *Biological And Molecular Determination For Resistance To Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) In F2 Population Of Long-Type Pepper (Capsicum Annuum L.)*. International Symposium on Biotechnology and Other Omics in Vegetable Science. *Acta Horticulturae*, 26 (1), 115-120.
- Qi, S., Shen, Y., Wang, X., Zhang, S., Li, Y., Islam, M., Wang, J., Zhao, P., Zhan, X., & Zhang, F. (2022) A new NLR gene for resistance to tomato spotted wilt virus in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Theoretical and Applied Genetics*, 135(5), 1493-1509.
- Soler, S., Díez, M. J., & Nuez, F., (1998). Effect of temperature regime and growth stage interaction on pattern of virus presence TSWV-resistant accessions of *Capsicum chinense*. *Plant Disease Journal*, 82(11), 1199-1204.
- Strange, R.N., & Scott, P.R. (2005). Plant Disease: A Threat to Global Food Security. *Annual Review of Phytopathology*, 43, 83-116.
- Yılmaz, S. (2002). Batı Akdeniz Bölgesi'nde yeni bir virus hastalığı. *Derim Dergisi*, 19(2), 55-60.

Karapınar (Konya) Tuzcul Alanlarındaki Kuraklığa Dayanıklı, Mera Islahında Kullanılabilecek Bitkiler

Metin ARMAĞAN^{1,*}, Muhammet İslam IŞIK^{1,b}

¹Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye

*Sorumlu Yazar e-mail: metinarmagan@erbakan.edu.tr

^aORCID: (orcid.org/0000-0002-3913-954X), ^bORCID: (orcid.org/0000-0002-9616-1364)

Makale Bilgileri

ÖZ

Makale Geçmişi

Geliş: 21.11.2022

Kabul: 23.12.2022

Yayın: 31.12.2022

Anahtar Kelimeler:

Küresel ısınma,

Hayvancılık,

Yem,

Mera.

Özellikle coğrafyamızda, meralar küresel ısınmadan ve düzensiz otlatmadan dolayı hızla bozulmakta ve dokusunu kaybetmektedir. Bugün bilim, kuraklığa ve çoraklaşmaya toleransı yüksek, potansiyel hayvan yemi olabilecek ve meraların iyileştirilmesinde kullanılabilecek bitkiler üzerinde çalışmalar yürütmektedir. Kurak bir iklime sahip Karapınar (Konya)'da yürütülen küçükbaş hayvancılık bu durumdan en fazla etkilenecek yerlerdendir. Bu çalışmayla Karapınar ve çevresinde meraların iyileştirilmesinde yararlanılabilecek bölgesel türlerin ve potansiyellerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan arazi çalışmaları ile yaygın olan 13 tuzcul bitki tespit edilmiş ve bunların yem bitkisi ya da mera iyileştirmesindeki potansiyelleri değerlendirilmiştir. Mera ıslah çalışmalarında kullanılan *Atriplex canescens* ile aynı aileden 9 türün Karapınar'da bulunduğu, bunlardan özellikle *Salicornia perennans*'ın hayvan yemi, *Camphorosma monspeliaca* ve *Bassia prostrata*'nın ise mera ıslahında kullanılabileceği önerilmiştir.

The Drought Tolerant Halophyte Plants That Can Be Used for Pasture Improvement in Karapınar (Konya)

Article Info

ABSTRACT

Article History

Received: 21.11.2022

Accepted: 23.12.2022

Published: 31.12.2022

Keywords:

Global warming,

Livestock,

Feed,

Pasture.

Especially in our geography, pastures are rapidly deteriorating and losing their texture due to global warming and irregular grazing. Today, science is working on plants that are highly drought and barren tolerant, can be potential animal feed, and can be used to improve pastures. Small cattle breeding in Karapınar (Konya), which has a dry climate, is one of the places that will be most affected by this situation. With this study, it is aimed to determine the local species and their potentials that can be used in the improvement of rangelands in Karapınar and its surroundings. 13 common halophyte have been identified through field studies and their potential for forage crops or pasture improvement has been evaluated. It has been suggested that 9 species from the same family as *Atriplex canescens*, which is used in rangeland improvement studies, are found in Karapınar, and that especially *Salicornia perennans* can be used for animal feed, and *Camphorosma monspeliaca* and *Bassia prostrata* can be used for rangeland improvement.



Atıf/Citation: Armağan, M. & Işık, M. İ. (2022). Karapınar (Konya) Tuzcul Alanlarındaki Kuraklığa Dayanıklı, Mera Islahında Kullanılabilecek Bitkiler, *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2), 67-74.

"This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)"

GİRİŞ

Meralar, içerisinde birçok türü barındıran canlı ve dinamik ekosistemlerdir. Gen kaynaklarının korunması, yaban hayatının devamlılığı ve kaba yem temin etmesi açısından hayati öneme sahip alanlardır. Ayrıca bu geniş alanlar, başlıca toprağı erozyondan korumak ve temiz su sağlamak üzere ekosistemin devamlılığı üzerine olan faydaları nedeniyle vazgeçilmez unsurlardır. Meralar dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaban hayatı ve hayvan besleme yönünden ön plana çıkmaktadır.

2021 yılındaki verilere göre ülkemizde yaklaşık 38 milyon hektar toplam tarım alanının 14.6 milyon hektarını (%38) çayır mera alanları oluşturmaktadır (TÜİK, 2021). Zaman içerisinde bilinçsiz fazla otlatma ve gerekli ıslah çalışmalarının yürütülmemesi sebebi ile mevcut meralarda bozulmalar meydana gelmiş, üretim güçleri kaybolmuş ve erozyona açık hale gelmiştir (Koç ve ark., 2015). Bu nedenle ülkemizdeki meraların büyük çoğunluğu orta ve zayıf sınıfta yer almaktadır (Gökkuş, 2020). Bunların yanısıra değişen iklim koşulları sebebiyle yağış rejimlerindeki değişim de artmış ve beraberinde tuzluluk sorunu ortaya çıkmıştır. Tuzluluk sorunu dünya genelinde görüldüğü gibi ülkemizde de bitki çeşitliliğini ve tarımsal üretimi kısıtlayan en önemli abiyotik stres faktörlerinden birisidir (Yılmaz ve ark., 2011).

Tuzluluk sorunu doğal ve yapay olarak iki başlık altında değerlendirilmektedir. Normal oluşum sürecinde, doğal oluşum; kurak-yarıkurak, düz veya düze yakın havzalarda toprakta drenaj yetersizliğinde, yağışlarla tuzların yer değiştirmesi veya aşırı sıcaklık koşullarında tuzların kapillarite ile toprak yüzeyine çıkmasıyla meydana gelmektedir (Karaoğlu ve Yalçın, 2018). Türkiye topraklarında doğal olarak tuzluluk sorununun görüldüğü alanlara bakıldığında, Muğla-Aydın sınırı arasındaki kıyı şeridi, Konya iç kesimleri ve Konya-Karaman doğu il sınırının bir kısmındaki bölgelerdir (Anonim, 2000). Ülkemizde çoraklık problemi görülen 1.5 milyon hektar alanın yaklaşık 325.000 hektarı Konya havzasındadır (Bahçeci ve ark., 2021). Tuzluluk riski bulunan en önemli alanlardan birisi de GAP proje sahasıdır (Koç ve Tan, 1999).

Tekstür, strüktür, toprak derinliği, pH, organik madde ve bitki besin elementleri içeriği gibi faktörlerin birbiriyle, iklim ve topografya ile olan ilişkisi, bölgenin vejetasyon tipini ve kalitesini belirlemektedir (Holecheck ve ark., 1995). Mera alanlarının büyüklüğü göz önüne alındığında toprak ıslahı yaparak bitkilerin yaşayabileceği topraktaki çözünebilir tuz ve değişebilir sodyum yüzdesi seviyelerini düzenlemek mümkün olmamaktadır. Bu sebeple bölgelere göre değişmekle birlikte mera ıslahında tuzluluğa toleranslı türlerin kullanılması ihtiyacı doğmuştur (Garg, 1998).

Gomez Mercado ve ark., (2012), tuzlu meralarda *Phragmites australis*, *Suaeda vera*, *Sportinia densiflora*, *Sarcocornia fruticosa*, *Arthrocnemum macrostrachyum*, *Astrecicus maritimus*, *Asparagus horridus*, *Salsola vermiculata*, *Typha dominguensis* ve *Tamarix galica* türlerini tespit ettiklerini ve bu bitkilerin tuzluluğa toleranslı olduğu sonucuna varmışlardır. Bir diğer çalışmada Doğan (2011) Malatya, Niğde, Kayseri ve Yozgat illerinde bulunan 65 merada vejetasyon etüdü yaparak, tuzlu topraklara sahip meralarda en yaygın *Atriplex portulacoides*, *Camphorosma monspeliaca*, *Limonium spp.*, *Puccinella koeieana subsp. anatolica*, *Salsola spp.*, *Scorzonera hieraciifolia*, *Saponaria halophila*, *Sueda spp.*, *Taraxacum farinosum* gibi bitki türlerini tespit etmiştir.

Bazı bitkiler diğer bitkiler için uygun olmayan yüksek tuzlu alanlardaki şartlara adapte olarak hayatta kalmayı başarabilmektedirler. Bu alanlara özgü halofitler çoğu zaman endemik ve nadir kategorisinde yer alırlar. Günümüzde yaşanan ve ileride daha da artacağı öngörülen kuraklık sebebiyle biliminsanları bu özel bitkilerin aşırı tuzluluğa nasıl bir çözüm bulduklarını, bu fizyolojinin mekanizmasını anlamaya çabalamaktadırlar. Özellikle orta kuşakta, meralar da küresel

ısınmadan ve uygun olmayan otlatmadan dolayı erozyon tehditi altında, hayvanları besleyemeyecek bir duruma doğru hızla bozulmaktadır. Bu çalışmada, kuraklığa ve çoraklaşmaya toleransı yüksek, potansiyel hayvan yemi olabilecek ve meraların iyileştirilmesinde kullanılabilecek türler yerinde değerlendirilmiştir. Karapınar (Konya) hemen hemen bütün iklim sınıflandırmalarında kurak veya yarı kurak sınıfta yer almaktadır (MGM, 2022). Bu çalışmayla Karapınar ve çevresinde meraların iyileştirilmesinde yararlanılabilecek bölgesel türlerin ve potansiyellerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada Konya'nın Karapınar ilçesinde yer alan doğal tuzcul alanlarda yayılış gösteren bitkilerin tespit edilebilmesi için 2008-2010 yılları arasında arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Toplanan örnekler Türkiye Florası (Davis, 1965-1985; Davis ve ark., 1988)'ndan yararlanılarak teşhis edilmiştir. Bitki taksonlarının bilimsel isimleri ve Türkçe isimleri ise Bizimbitkiler (2013)'e göre verilmiştir.

BULGULAR

Karapınar (Konya)'da doğal tuzcul alanlarda (Şekil 1) yapılan çalışmalarda yaygın olarak tespit edilen türler Tablo 1'de verilmiştir. Yoğunlukla (9 tanesi) Amaranthaceae familyası olmak üzere 13 tür tespit edilmiştir.

Tablo 1. Karapınar (Konya) Doğal Tuzcul Alanlarda Yaygın Olarak Tespit Edilen Türler

FAMİLYA	TÜR ADI	TÜRKÇE ADI
Amaranthaceae	<i>Bassia prostrata</i> (L.) A.J.Scott	Yatıkateştopu
Amaranthaceae	<i>Camphorosma monspeliaca</i> L.	Ezgen
Amaranthaceae	<i>Halimione verrucifera</i> (M.Bieb.) Aellen	Betne
Amaranthaceae	<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) M.Bieb.	Çuvan
Amaranthaceae	<i>Petrosimonia brachiata</i> (Pall.) Bunge	Çatalcı
Amaranthaceae	<i>Petrosimonia nigdeensis</i> Aellen	Kuruacı
Amaranthaceae	<i>Salicornia perennans</i> Wild.	Yaşlıgeren
Amaranthaceae	<i>Salsola crassa</i> M.Bieb.	Etlisoda
Amaranthaceae	<i>Suaeda cucullata</i> Aellen	Kalıncırım
Frankeniaceae	<i>Frankenia hirsuta</i> L.	Tülpembe
Plumbaginaceae	<i>Limonium iconicum</i> (Boiss. & Heldr.) Kuntze	Narinkuduzotu
Solanaeae	<i>Datura stramonium</i> L.	Boruçiçeği
Tamaricaceae	<i>Tamarix smyrnensis</i> Bunge	Ilgın

TARTIŞMA / SONUÇ / ÖNERİ

Amaranthaceae familyası çokyıllık veya tek yıllık, otlar, sarmaşıklar, çalılar veya nadiren ağaçlardan oluşur. Amaranthaceae çöllerde, nehir yakınlarında veya alkalın bölgelerde, tropikal bölgelerde ve bazı ılıman bölgelerde yaşayabilen dünya çapında bir dağılıma sahiptir. Pancar (*Beta vulgaris* L.), Ispanak (*Spinacia oleracea* L.), bazı *Amaranthus* ve *Chenopodium* türleri ekonomik öneme sahiptir. *Celosia argentea* L. ve *Amaranthus caudatus* L. (horozibiği) gibi bazıları park ve bahçelerde süs bitkisi olarak kültüre alınmıştır (Simpson, 2010).

Atriplex canescens (Pursh) Nutt. Kuzey Amerika kıtasına özgü yaprak dökmeyen bir çalı türüdür. *Bassia prostrata* Amerika Birleşik Devletleri'nde yangın kontrolü ve yem bitkisi olarak yetiştirilmiş Avrasya kökenli bir bitkidir. Amaranthaceae familyasından, kuraklığa ve tuzluluğa karşı toleranslı olan heriki tür meraların ıslahında faydalanılan, kuru yem periyodunda yeşil kalan ve kış aylarına kadar otlatmayı sağlayabilen çalılardır. İran'da, *Atriplex canescens* ilk olarak 1960'ların ortalarında Kazvin ovasına getirilmiş ve ekilmiştir. O dönemden beri, İran'da kurak mera alanlarında önemli bir hayvan yemi olarak ve bozulmuş meraların restorasyonu için kullanılmaktadır (Chahouki ve Zarei, 2011;

Nemati, 1977). Yapılan araştırmalarda *Bassia prostrata* ve *Atriplex canescens*'in yetiştikleri toprak fakir olmasına rağmen, protein ve besin elementleri içeriğinin hayvanlar için besleyici olduğu tespit edilmiştir (Koç ve ark., 2020).

Camphorosma monspeliaca; Ahmadi ve ark. (2013) yürüttükleri çalışmada, vejetatif dönemdeyken yem kalitesini en yüksek seviyede olduğunu, bitkiler olgunlaştıkça önemli ölçüde yem kalitesinin azaldığını tespit etmişler ve bu bitkilerin küçükbaşlar için nispeten lezzetli olduğu sonucuna varmışlardır.

Petrosimonia brachiata; yem kalitesi düşüktür. Kış periyodunda kurumuş dalları hayvanlar tarafından yenmektedir (Asadova, 2019).

Halocnemum strobilaceum; lezzetlilik bakımından hayvanlar tarafından tercih edilmemektedir, fakat yüksek besin değerleri ve iyi bitkisel verimleri sebebiyle yem üretimi için doğal hammaddeler olarak uygun adaylardır (Nafea, 2017).

Datura stramonium; otunun tüm parçaları zehirlidir ve içeriğinde antikolinerjik toksisiteden sorumlu olan belladonna alkaloidleri, atropin, L-hiyosiyamin ve L-kopolamin bulunmaktadır. Bu sebeple yenilmesi durumunda, insanlarda ve hayvanlarda akut antikolinerjik zehirlenmeye ve ölüme neden olabilmektedir (Spina ve Taddei, 2007).

Salicornia perennans; hayvanların taze iken tüketmediği fakat kuruduğunda rahatlıkla yiyebildikleri halk tarafından belirtilmektedir (Şekil 2). Aynı cinse ait Deniz Börülcesi insanlar tarafından yemek olarak tüketilmesine rağmen henüz bu tür ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır.

***Frankenia hirsuta* (Şekil 3)**; vejetatif büyüme döneminde % 10.3 ham protein bulundururken, bu oran çiçeklenme döneminde % 8.7'ye ve tohum olgunlaşma döneminde % 7.1'e düşmektedir (Abarsaji ve ark., 2015). Bitki yaşı ilerledikçe CP, DMD, OMD, DE ve ME miktarları azalırken, DM, ADF ve ADL miktarları artmaktadır (Pasandi ve ark., 2017).

Koç Koyun ve Acar (2021), Konya'da 5 farklı lokasyondan toplanan *Bassia* (syn. *Kochia*) populasyonlarının sorunlu topraklara sahip sıradışı alanlardaki büyümedeki morfolojik özelliklerini incelemişlerdir. Karapınar Kartal Kayaları Popülasyonu ve Selçuk Üniversitesi Yerleşkesi Çevreyolu-Selçuklu Popülasyonu, verim ve bileşen, özellikle toprağın örtülmesinde hayati bir ölçüt olan kanopi çapı açısından öne çıkmıştır. Çevresel baskı altındaki direncinin yüksek olmasından dolayı mera alanlarının ıslahında bu cinsin çeşitlerinin kullanılabilirliğini önermişlerdir.

Mera ıslahında tercih edilen türler, çalışmamızda da yoğunlukla elde ettiğimiz türlerin ait olduğu *Amaranthaceae* familyasındandır. Bu bölgenin iklimine ve toprağına uyum sağlamış olan türlerin seçilerek mera ıslahında kullanılması küçükbaş hayvancılığın çokça yapıldığı Karapınar için faydalı olacaktır. Mera ıslah çalışmalarında kullanılan *Atriplex canescens* ile akraba 9 türün, bunlardan özellikle *Salicornia perennans*'in hayvan yemi, *Camphorosma monspeliaca* ve *Bassia prostrata*'nın ise mera ıslahında kullanılabilirliği düşünülmektedir. Karapınar bölgesindeki *Bassia prostrata* populasyonları üzerinde yapılan çalışmalarda bizim bu savımızı desteklemektedir. Seçilecek türlerin büyüme fizyolojisi, besleyiciliği, dayanıklılığı gibi önemli değişkenlerin daha detaylı çalışmalarla tespit edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Abarsaji, G. H., Mahdavi, M., & Jouri, M. H. (2015). Some ecological characteristics of *Frankenia hirsuta* in saline rangelands of Golestan Province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 22 (2), 308-318.
- Ahmadi, A., Gomarian, M., & Sanjari, M. (2013). Variations in forage quality of two halophyte species, *Camphorosma monspeliaca* and *Limonium iranicum* at three phenological stages. *Journal of*

- Rangeland Science*, 3(3), 245-251.
- Anonim (2000). http://cografyaharita.com/haritalarim/2fturkiye_corak_topraklar_haritasi.png
- Asadova, K. (2019). Bioecological features of some feed, poisonous and noxious plants on the winter pastures of the mil steppe in Azerbaijan. *Khazar Journal of Science and Technology*, 3(2), 56-62.
- Bahçeci, B., Tarı, A. F., & Bahçeci, İ. (2021). Kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzlu ve sığ yeraltı sularından etkilenen meralarda bazı yem bitkilerinin performansları. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 292-302.
- Bizimbitkiler (2013). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). <http://www.bizimbitkiler.org.tr> (Erişim tarihi: 20 Kasım 2022).
- Chahouki, Z. & Zarei, A. (2011). Ecological effects of *Atriplex canescens* on planted areas in Iran *Vegetos*, 24, 1-12.
- Davis, P. H. (1965-1985). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburg, UK: Edinburg Univ.
- Davis, P. H., Mill R. R., & Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburg, UK: Edinburg Univ. Press.
- Doğan Ç. (2011). *Yarı Kurak İklim Kuşağında Yer Alan Mera'larda Yabancı Otların Dağılımı Üzerine Toprak Özelliklerinin Etkisi*. (PhD), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye.
- Garg, V. K. (1998). Interaction of tree crops with a sodic soil environment: potential for rehabilitation of degraded environments. *Land Degradation & Rehabilitation*, 9, 81-93.
- Gomez Mercado F., Del Moral Torres, F., Gimenez Luque, E., & De Haro Lozano, S. (2012). Salinity tolerance of the hygrophilous plant species in the wetlands of the south of the Iberian Peninsula. *Not Bot Horti Agrobo*, 40(1), 18-28
- Gökkuş, A. (2020). A review on the factors causing deterioration of rangelands in Turkey. *Turkish Journal of Range and Forage Science*, 1(1), 28-34.
- Holechek J. L., Pieper R. D., & Herbel, C.H. (1995). *Range Management: Principles and Practices*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Karaoğlu, M., & Yalçın, A. M. (2018). Toprak Tuzluluğu ve Iğdır Ovası Örneği. *Journal of Agriculture*, 1(1), 27-41.
- Koç Koyun, N., & Acar, R. (2021). The determination of botanical properties of forage kochia population grown in Konya conditions. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 5(3), 311-321.
- Koç, A., & Tan, M. (1999). *GAP Sahasında Ortaya Çıkabilecek Tuzluluk Problemine Karşı Yembitkilerinin Rolü*. GAP I. Tarım Kong, 26-28.
- Koç, A., Schacht, W. H., & Erkovan, H. I. (2015). The history and current direction of rangeland management in Turkey. *Rangelands*, 37(1), 39-46.
- Koç, N., Korkmaz, A., Gülcan, K., & Aracena Santos, P. (2020). *Atriplex canescens* ve *Kochia prostrata*'nın yaprak ve dalındaki kimyasal içeriğinin karşılaştırılması. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(2), 74-82.
- MGM (2022). İklim Sınıflandırması Konya – Karapınar. <https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx?m=KARAPINAR> (Erişim Tarihi: 20 Kasım 2022).
- Nafea, E. (2017). Nutritive values of some wetland plants in the Deltaic Mediterranean coast of Egypt. *Egyptian Journal of Botany*, 57(1), 1-10.
- Nemati, N. (1977). Comparative palatability of *Atriplex canescens*. *J. Range Manag.*, 30, 368-369.
- Pasandi, M., Hosseini, S. A., & Kavian, A. (2017). Forage quality of important halophytes in saline and alkaline rangelands of Golestan province at two phenological stages. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 24(3), 537-546.
- Simpson, M. G. (2010). *Plant Systematics*. Academic Press, Elsevier Inc.
- Spina, S. P. & Taddei, A. (2007). Teenagers with Jimson weed (*Datura stramonium*) poisoning. *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 9(6), 467-469.
- TÜİK (2021). Bitkisel üretim istatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111> (Erişim tarihi: 20 Kasım 2022).
- Yılmaz, E., Tuna, M., & Bürün, B. (2011). Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 7.1 (2011), 47-66.



Şekil 1. *Karapınar (Konya)'da tuzcul alan bitki formasyonu*



Şekil 2. *Salicornia perennans*



Şekil 3. *Tamarix smyrnensis* ve *Frankenia hirsuta*

Effects of Early Drought Stress on Germination and Seedling Growth Parameters of Kırık Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.)

Aras TÜRKÖĞLU^{1,*}, Metin TOSUN^{2,b}, Kamil HALILOĞLU^{2,c}, Halit KARAGÖZ^{3,d}

¹Necmettin Erbakan University, Faculty of Agriculture, Department of of Field Crops, Konya, Türkiye

²Ataturk University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Erzurum, Türkiye

³East Anatolia Agricultural Research Institute, Gezköy-Dadaskent, Erzurum, Turkey

*Corresponding author e-mail: aras.turkoglu@erbakan.edu.tr

^aORCID: (<https://orcid.org/0000-0003-2611-8034>), ^bORCID: (<https://orcid.org/0000-0001-9478-2485>), ^cORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-4014-491X>), ^dORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-4055-7984>)

Article Info

ABSTRACT

Article History

Received: 22.11.2022

Accepted: 30.12.2022

Published: 31.12.2022

Keywords:

PEG-6000,
Germination,
Wheat.

This study is to evaluate effects of polyethylene glycol (PEG-6000) on germination and seedling growth parameters and determine the optimal dose which can be used in Kırık wheat (*Triticum aestivum* L.) mutation breeding programs. In this study, 11 different PEG-6000 application doses [0 (control), -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9 and -10 bar] were applied as randomized designs. Germination percentage (GP), mean germination time (MGT), root (RL) and shoot length (SL) were measured. Analysis of variance indicated that different concentration of PEG-6000 was significant ($P < 0.01$) in GP, MGT, RL and SL parameters. The highest GP, RL and SL were obtained at control concentration, whereas; the highest MGT was observed at high -10 bar concentration. As the concentration of PEG-6000 increased, the germination percentage, root length and shoot length decreased significantly, while the mean germination time was prolonged. Based on the data obtained, it was concluded that an effective selection could be achieved at a concentration of -10 bar and this osmotic potential, can be used to select the drought tolerant during the germination period.

Erken Kuraklık Stresinin Kırık Ekmeklik Buğdayın (*Triticum aestivum* L.) Çimlenme ve Fide Parametrelerine Etkisi

Makale Bilgileri

ÖZ

Makale Geçmişi

Geliş: 22.11.2022

Kabul: 30.12.2022

Yayın: 31.12.2022

Keywords:

PEG-6000,
Çimlenme,
Buğday.

Bu çalışma, polietilen glikolün (PEG-6000) çimlenme ve fide parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve Kırık buğdayı (*Triticum aestivum* L.) mutasyon ıslah programlarında kullanılabilecek optimal dozu belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmada 11 farklı PEG-6000 uygulama dozu [0 (kontrol), -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9 ve -10 bar] tesadüf deneme desenine göre yapılmıştır. Çimlenme oranı (GP), ortalama çimlenme zamanı (MGT), kök (RL) ve sürgün uzunluğu (SL) ölçülmüştür. Varyans analizi, farklı PEG-6000 konsantrasyonunun GP, MGT, RL ve SL parametrelerinde önemli olduğunu ($P < 0.01$) göstermiştir. En yüksek GP, RL ve SL kontrol konsantrasyonunda elde edilirken; en yüksek MGT, -10 bar konsantrasyonda gözlenmiştir. PEG-6000 konsantrasyonu arttıkça çimlenme oranı, kök uzunluğu ve sürgün uzunluğu önemli ölçüde azalırken, ortalama çimlenme zamanı uzamıştır. Elde edilen verilere dayanarak, -10 bar'lık bir konsantrasyonda etkili bir seleksiyonun gerçekleştirilebileceği sonucuna varılmış ve bu ozmotik potansiyel, çimlenme döneminde kuraklığa dayanıklı çeşidin seçiminde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.



Atıf/Citation: Türkoglu, A., Tosun, M., Haliloğlu, K. & Karagöz, H. (2022). Effects of Early Drought Stress on Germination and Seedling Growth Parameters of Kırık Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.), *Eregli Journal of Agricultural Science*, 2(2), 75-80.

"This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)"

INTRODUCTION

Wheat still maintains its status as the leading basic nutrient in the in our country and world, as a result, it is widely grown. Most of the wheat produced in Erzurum is consumed by producer families. Producers prefer the Kırık variety because of its alternative character and white grain, suitable for traditional bread making. In order to increase wheat production, many varieties (Doğu 88, Karasu 90, Palandöken 97, Nenehatun) that can be grown in barren and irrigated conditions and are compatible with the ecology of the region have been registered and offered to the use of farmers in recent years, although these varieties are not sufficient enough by the regional farmer due to their insufficient quality characteristics and their production is not widespread. This is due to the fact that the new breeding varieties do not have the appropriate quality characteristics as Kirik and the planting of these varieties, all of which are absolute winter, could not be done on time for various reasons. The most important reason why Kırık is still the most preferred variety by local farmers is its high bread quality and alternative character (Hosseinpur, 2016). The quality feature of the variety is always evaluated in terms of yield. Despite these characteristics, it has been noted that it is a low-yielding, weak-stemmed and drought-sensitive variety compared to other registered varieties grown in the region (Öztürk, 2011).

Product production in the world is greatly limited by environmental stresses. It is estimated that only 10% of arable land in the world is free from some forms of stress. The main factor responsible for the difference between potential yield and obtained yield is environmental stress. One of the common problems in crop production areas is water shortage. Plants require large amounts of water to grow, and drought restricts not only plant size but also the development of various plant parts. The effect is sometimes so great that the yield approaches zero (Blum, 1989). Considering the changes in the climate in recent years, it is stable, highly productive; development of high-quality wheat varieties that are resistant to drought, diseases and pests are among the most important goals of breeding studies. Therefore, in today's breeding studies; yield and quality factors are considered together, on the one hand, the possibilities of increasing the amount of yield obtained from the unit area are investigated, on the other hand, it is aimed to improve the quality characteristics that can meet the demands of different consumer segments (Kaya, 2006). One of the breeding studies that can be done to develop a biotic and abiotic stress resistant variety is mutation breeding. If the desired mutant types can be obtained, the result will be achieved in a shorter time and at a lower cost with mutation breeding than with hybrid breeding. The success of the mutation breeding program largely depends on (1) the type of mutations desired, (2) the ability of specific mutations to induce a maximum number of independent mutations (the efficiency of mutagenic treatment), and (3) the selection method employed to select the desired mutations. Induction of mutations is a matter of chance, and the selection of desired mutants may depend on the selection method to be applied (Tosun, 2015). In order to select the desired mutants, effective selection method should be applied and sufficient amount of M₂ and/or M₃ line material should be kept. Polyethylene Glycol (PEG) compound has been widely used to simulate *in vitro* osmotic stress effects to maintain uniform water potential for plants throughout the experimental period (Khayatnezhad *et al.*, 2010). One of the critical stages in drought tolerance is the germination period (Hossein pour, 2016). In mutation breeding, studies on drought, examining the parameters of PEG concentrations at different doses in the germination and seedling stages are important criteria in the selection applications to be made in the early stages. Therefore, the effects of different concentrations of PEG, which is a selection tool in eraly drought studies, on the germination and seedling growth parameters of the Kırık bread wheat variety were investigated.

MATERIAL and METHOD

The study was performed in Atatürk University Faculty of Agriculture. Kirik bread wheat as plant material were used. After washing the seeds in tap water, they were mixed in 70% ethyl alcohol (EtOH) for 3 minutes, washed 3 times with sterile deionized water in a sterile cabinet and mixed in 20% sodium hypochlorite containing a few drops of Tween 20 (Sigma) for 15 minutes. In this experiment, 11 different PEG concentrations [0 (control), -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9 and -10 bar] was carried out in 4 repetitions according to the randomized plot design. The osmotic potentials generated at different concentrations of PEG were calculated according to Michel and Kaufmann (1973). The seeds were taken to germinate in the germination cabinet between paper in petri dishes. 14 ml of their respective dose of PEG-6000 concentration was added for each application. During germination, the temperature was adjusted to 25 °C and 16 hours of light and 8 hours of dark periods were applied. After the seeds were placed in the germination medium, germination data were obtained by counting every day for 14 days (the ones with a root length of 1 mm and above were considered germinated). (Haliloğlu *et al.*, 2022).

Germination and seedling related parameters

Germination percentage (GP) (%), and mean germination time (MGT) (day) characters were obtained at the end of the 14th day (Hosseinpour *et al.*, 2021). 14 days after the seeds were placed in the germination medium, 10 seedlings were randomly taken from each petri dish, including root length (cm) (RL), shoot length (cm) (SL) characters were measured (Hosseinpour *et al.*, 2021).

Statistical Analysis

The effect of the 11 different PEG-6000 concentration was analyzed in according randomized design. Differences between the means of variation sources in terms of germination and seedling growth characteristics were determined by Duncan's test multiple comparison test at 5% significance level.

RESULTS

The averages of germination percentage (GP), mean germination time (MGT), root length (RL) and shoot length (SL) and variance analysis results of different PEG-6000 concentration are given in Table 1. PEG-6000 concentrations had significant effects on all germination and seedling growth parameters ($P < 0.01$). GP was higher for control group (100%). The lowest germination percentage was found in -10 bar (0.00%) concentration. Seeds exposed to germination test under different PEG-6000 concentration showed reduced germination percentages than the control. As can be seen from these results, the germination rate did not show a change in parallel with the increase in concentration. MGT of kirik belong to control group were 1.94 day. The highest MGT value was obtained at -9 bar concentration (3.00 day). The highest MGT (3.00 day) was obtained in -9 bar concentration. MGT increases as the concentration of drought increases. The results showed that no seeds germinated at a concentration of -10 bar. RL ranged from 0.00 cm (-10 bar) to 5.20 cm (0 bar) under different PEG-6000 concentrations. The results showed that RL increases as the concentration of drought increases. Also the result showed control groups had the highest SL (13.50 cm) in the study and the lowest SL (0.00 cm) were found under high PEG-6000 concentrations (Table 1).

Table 1. Variance Analysis Mean Values of Germination and Seedling Growth Parameters in Kirik Bread Wheat under Drought Stress

PEG-6000 concentration (bar)	GP (%)	MGT (day)	RL (cm)	SL (cm)
0	100.00 ^a	1.94 ⁱ	5.20 ^a	13.50 ^a
-1	99.00 ^a	1.95 ^h	5.20 ^a	12.75 ^{ab}
-2	98.00 ^a	1.96 ^h	5.05 ^a	12.25 ^b
-3	96.00 ^{ab}	1.97 ^g	4.95 ^a	11.00 ^c
-4	90.00 ^b	1.99 ^f	4.85 ^a	10.00 ^d
-5	87.00 ^b	2.00 ^e	4.20 ^b	8.75 ^e
-6	83.00 ^b	2.10 ^d	4.05 ^b	7.25 ^f
-7	20.00 ^c	2.50 ^c	2.95 ^c	4.25 ^g
-8	13.00 ^{cd}	2.60 ^b	1.75 ^d	2.25 ^h
-9	2.00 ^d	3.00 ^a	1.25 ^e	1.50 ^h
-10	0.00 ^e	0.00 ^j	0.00 ^f	0.00 ⁱ
Means	62.54	2.00	3.58	7.59
Mean Square	7488.29**	2.251**	13.39**	94.61**

DISCUSSION

Drought is an important problem that severely restricts crop production worldwide, and today, global climate change makes this situation even more serious (Pan *et al.*, 2003). The effect of arid conditions on plant growth and grain yield depends on the severity of the drought and the development period of the plant in the drought period. Seedling emergence is one of the growth periods sensitive to water deficiency. The rate and degree of the seedling plant; are important factors that determine the yield and maturity time (Rauf *et al.*, 2007). Therefore, for a good plant establishment, characteristics such as seed germination, vermilion and coleoptile length should be at a sufficient level. One of the breeding studies that can be done to develop a biotic and abiotic stress resistant variety is mutation breeding. The success of the mutation breeding program largely depends on the selection method employed to select the desired mutations. In the selection to be made in terms of drought resistance in the early development period of the seedlings, chemicals such as PEG are frequently used in the germination medium to stimulate drought. It has been reported that PEG can be used to modify the osmotic potential of the nutrient solution culture, thereby providing water deficiency in plants in a relatively controlled manner in accordance with experimental protocols (Zhou, 1997). Seed germination parameters could be used to identify early drought stress at germination stage. Different seed parameters were calculated using germination and seedling growth parameters. Analysis of variance indicated that different concentration of PEG-6000 was significant in GP, MGT, RL and SL parameters. The highest GP, RL and SL were obtained at control concentrations, whereas; the highest MGT was observed at high -10 bar. As the concentration of PEG-6000 increased, the germination percentage, root length and shoot length decreased significantly, while the mean germination time was prolonged. Similar to the findings obtained in the research (Hossein Pour *et al.*, 2013), it was determined that the germination rate and the development of the grass decreased due to the increase in the PEG concentration in their study on the wheat plant. Alam *et al.* (2002) determined that the germination rate and the development of grass decreased depending on the increase in PEG concentration in their study on the rice plant. In another study Zeid and Shedeed (2006) in alfalfa, it was determined that increasing PEG concentration caused a decrease in germination rate, hypocotyl length, root and shoot fresh and dry weight. In this study analysis of variance indicated that different concentration of PEG-6000 was significant ($P < 0.01$) in GP, MGT, RL and SL parameters. The highest GP, RL and SL were

obtained at control concentration, whereas; the highest MGT was observed at high -10 bar concentration. As the concentration of PEG-6000 increased, the germination percentage, root length and shoot length decreased significantly, while the mean germination time was prolonged. Based on the data obtained, it was concluded that an effective selection could be achieved at a concentration of -10 bar and this osmotic potential was used to select the drought tolerant ones during the germination period.

Conflict of Interest Statement

The authors declare that there is no conflict of interest between them.

Author Contributions

MT and KH designed the research. AT conducted the study and HK analyzed the data. All authors contributed to the writing of the article and took part in the publication process of the article and read and approved it.

REFERENCES

- Alam, M.Z., Stuchbury, T., & Naylor, R.E.L., (2002). Effect of NaCl and PEG induced osmotic potentials on germination and early seeding growth of rice cultivars differing in salt tolerance. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5 (11), 1207- 1210.
- Blum, A., (1989). 11 Breeding methods for drought resistance. *Plants under stress: biochemistry, physiology and ecology and their application to plant improvement*, 39, 197.
- Haliloğlu, K., Türkoğlu, A., & Aydın, M. (2022). Determination of imazamox herbicide dose in in vivo selection in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Eregli journal of Agricultural Science*.
- Hossein Pour, A., Aydın, M., Tosun, M. & Haliloğlu, K., (2013). *Effects of drought and putrescine application on seed germination in wheat*. Turkey X. Field Crops Congress, Konya, 528-533.
- Hosseinpour, A. (2016). *Effects of chemical mutagenesis on in vitro parameters and drought tolerance of wheat*. (Ph. D), Ataturk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences.
- Hosseinpour, A., Tosun, M., & Haliloğlu, K. (2021). The effects of ethyl methanesulfonate (EMS) applied at different times and doses on some characteristics related to germination and seedling in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Atatürk University Faculty of Agriculture*, 52 (2), 190-200.
- Kaya, A. (2006). *Determination of the morphological and technological characteristics of some bread wheat genotypes in the bottom and arid conditions of Çukurova*. Master Thesis. 82 Pp
- Khayatnezhad, M., Gholamin, R., Jamaatie-Somarin, S. H., & Zabihi-Mahmoodabad, R. (2010). Effects of peg stress on corn cultivars (*Zea mays* L.) at germination stage. *World Applied Sciences Journal*, 11(5), 504-506.
- Lagerwerff, J., Ogata, G. & Eagle, H.E. (1961). Control of osmotic pressure of culture solutions with polyethylene glycol. *Science*, 133 (3463), 1486-1487.
- Michel, B.E. & Kaufmann, M.R. (1973). The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51 (5), 914-916.
- Öztürk, A. (2011). Characterization of bread wheat genotypes in terms of drought resistance in early development periods. *Tubitak*.
- Pan, X., Wang, G., Chen, J. & Wei, X. (2003). Elevated growth redundancy and size inequality in spring wheat populations mulched with clear plastic film. *The Journal of Agricultural Science*, 140 (02), 193-204.
- Rauf, M., Munir, M., ul Hassan, M., Ahmad, M. and Afzal, M. (2007). Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. *African Journal of Biotechnology*, 6 (8), 971-975.

- Tosun, M. (2015). *Mutation Breeding*. Faculty of Agriculture Course Publications, Atatürk University.
- Zeid, I. & Shedeed, Z. (2006). Response of alfalfa to putrescine treatment under drought stress. *Biologia Plantarum*, 50 (4), 635-640.
- Zhou, X., 1997. Plant growth regulators. *Plant Physiology Communications*, 33 (6), 480-481.

Karapınar Koşullarında Şeker Mısır (*Zea mays L. saccharata*) Çeşitlerinin Taze Koçan ve Hasıl Verimlerinin Belirlenmesi

Dönay YERLİKAYA SÜMBÜL^{1,a}, Süleyman SOYLU^{2,*},^b

¹Toros Tarım Meram Yenilenebilir Enerji Üretim Tesisi, Konya

²Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Konya

*Sorumlu Yazar e-mail: ssoylu@selcuk.edu.tr

^aORCID: (0000-0001-9061-6439), ^bORCID: (0000-0002-0420-5033)

Makale Bilgileri

ÖZ

Makale Geçmişi

Geliş: 29.11.2022

Kabul: 31.12.2022

Yayın: 31.12.2022

Anahtar Kelimeler:

Adaptasyon,

Şeker Mısır,

Taze Koçan Verimi.

Bu çalışma Konya ili Karapınar ilçesi ekolojik şartlarında 13 adet şeker mısır çeşidinin taze koçan ve hasıl verim özelliklerinin incelenerek bölgede yetiştirilebilecek en uygun şeker mısır çeşitlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada tüm çeşitlerde taze koçan verimleri, pazarlanabilir koçan verimleri ve hasıl verimi özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda çeşitlerin ortalama taze koçan verimi 1583 kg/da olarak elde edilirken, çeşitler bazında taze koçan verimi değerleri en yüksek olan Vega (1729 kg/da) çeşidinde, en düşük değer ise Yummy (1511 kg/da) çeşidinde belirlenmiştir. Şeker mısır çeşitleri arasında pazarlanabilir koçan verimi en yüksek Vega (1600 kg/da) çeşidi olurken, en düşük değer ise Caramelo (1231 kg/da) çeşidinde tespit edilmiştir. Araştırma incelenen çeşitlerin hasıl verim değerleri 1352 kg/da (Khan) – 1100 kg/da (Adapare) arasında değişmiştir. Çalışma sonucunda Karapınar ilçesinin de içinde yer aldığı Orta Anadolu şartlarının şeker mısır yetiştiriciliği için çok uygun olduğu ve yetiştiricilikte çeşit seçiminin pazarlanabilir koçan verimi açısından çok önemli olduğu, Vega ve Khan çeşitlerinin bölge için öne çıkan çeşitler olduğu sonucuna varılmıştır.

Determination of Fresh Cob and Green Matter Yield Sweet Corn (*Zea mays L. saccharata*) Varieties in Karapınar Conditions

Article Info

ABSTRACT

Article History

Received: 29.11.2022

Accepted: 31.12.2022

Published: 31.12.2022

Keywords:

Adaptation,

Sweet Corn,

Fresh Ear Yield.

This research was carried out in order to determine the agronomic components related to fresh cob and green matter yield of sweet corn cultivars in Karapınar ecological conditions in 2021. Thirteen sweet corn varieties were used in the study. The research was carried out in a randomized block design with three replications. In the study, fresh ear yields, marketable ear yields and green matter yield characteristics of all cultivars were investigated.

As a result of the research, the average fresh ear yield of the cultivars was obtained as 1583 kg/da, the highest fresh ear yield values were determined in Vega (1729 kg/da) variety and the lowest value was determined in Yummy (1511 kg/da) variety on the basis of cultivars. Among the sweet corn varieties, the highest marketable ear yield was Vega (1600 kg/da), while the lowest value was found in Caramelo (1231 kg/da). The green matter yield values of the varieties examined in the research varied between 1352 kg/da (Khan) – 1100 kg/da (Adapare).

As a result of the study, it was concluded that the Central Anatolian conditions, including the Karapınar district, are very suitable for sugar corn cultivation and the selection of varieties in cultivation is very important in terms of marketable ear yield, Vega and Khan varieties are the prominent varieties for the region.



Atıf/Citation: Yerlikaya Sümbül, D. & Soyulu, S. (2022). Karapınar Koşullarında Şeker Mısır (*Zea mays L. saccharata*) Çeşitlerinin Taze Koçan ve Hasıl Verimlerinin Belirlenmesi, *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2), 81-89.

"This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)"

*Bu makale Ziraat Yüksek Mühendisi Dönay YERLİKAYA SÜMBÜL'ün "Orta Anadolu Koşullarında Şeker Mısır (*Zea Mays L. Saccharata* Sturt.) Çeşitlerinin Taze Koçan Ve Tane Verimleri İle Önemli Agronomik Özelliklerini Belirlenmesi" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Anavatanı Amerika olan ve binlerce yıllardan beridir yetiştiriciliği yapılmakta olan ürünlerden biridir. Birim alana hem yüksek tane verimi hem de yeşil aksamının kullanılması sebebiyle ülkemizde ve dünyada çok tercih edilen bitkiler arasında yer almaktadır.

Dünya'da yetiştirilen mısır eşitleri başlıca 7 grupta incelenir. Bunlar; at dişi mısır, sert mısır, cin mısır, şeker mısır, kavuzlu mısır, unlu mısır ve mumlu mısırdır. Dünyada sebze olarak kullanılan tatlı mısır ise içerdiği yüksek miktardaki şeker oranı ile diğer mısır varyetelerinden ayrılmaktadır.

Tatlı mısırın ülkemize ilk getirilişi 1930'lu yıllar olmasına rağmen son yıllara kadar üretim ve tktm miktarlarında dikkate değer artışlar görülmemiştir. Diğer bir ifadeyle, şeker mısır yetiştiriciliği ülkemizde, dar bir alanda ve az sayıda eşitile yapılmaktadır. Türkiye'de gıda sanayi gereksinimini karşılamak için çiftçilere sözleşmeli şeker mısır ekimi yaptırmaktadır (Eşiyok ve ark., 2004). Ekimi yaptırılan eşitilerin çoğunluğunu eski eşitiler oluşturmaktadır. Bu eşitilerin kalite özellikleri yeni eşitilere kıyasla oldukça düşüktür. Bu nedenle de, sanayi kuruluşları genellikle istedikleri niteliklere sahip ürünü yurt dışından karşılama yoluna gitmektedir. Bunun sonucu olarak da, bir miktar şeker mısır ithalatı söz konusudur (Atakul, 2011). Dünyada en büyük şeker mısır üreticisi lke ABD, en fazla dondurulmuş taze şeker mısır ihracatı yapan lke ABD (64.980 ton), en önemli ithalatçı ülke ise Japonya'dır (44.051 ton). Türkiye'de ise, 2008 yılında 4547 ton dondurulmuş şeker mısır ithalatı yapılmıştır (Anonymous, 2015). Son yıllarda gıda sanayiinde yaşanan hızlı gelişmeler ve tktcilerin beslenme alışkanlıklarındaki değişimlere bağlı olarak artan talep ayrıca üreticilerin alternatif bitki konusundaki arayışlarına yol açmıştır. (Alan, 2016).

Tatlı mısır eşitleri sarı, beyaz ve iki renkli olabilmektedir. İçerdiği şeker seviyelerine göre ise dörde ayrılır. Bunlar;

- 1)standart,
- 2)süper tatlı,
- 3)şeker oranı arttırılmış
- 4)sinerjistik tiplerdir.

şeker içerikleri, şeker oranı üzerine etkili olduğu belirtilen gen isimleriyle de belirtilmektedir. Standart tatlı mısır eşitleri 'su' geni içermekte ve diğer şeker mısır gruplarına göre daha az şeker içeriğine sahiptirler. Hasattan sonra içerdikleri şekerin hızla nişastaya dönüşmesi nedeniyle şeker içerikleri azalır. Bu nedenle konserve ve dondurma işlemi için önerilen eşitilerdir (Carey ve ark., 1982). Süper tatlı şeker mısır eşitleri 'sh-2' geni içermekte ve taneleri diğer şeker mısır gruplarına göre iki-üç kat daha fazla şeker içeriğine sahiptir. Hasattan sonra şekerin nişastaya dönüşümü daha yavaş olduğu için raf ömrü uzun eşitilerdir ve bu nedenle taze tktm için uygun eşitilerdir (Azanza ve ark., 1996). şeker oranı arttırılmış eşitleri 'se' geni içermektedir. Tatlı mısır diğer mısır çeşitlerinde bulunan şeker oranından daha fazla ihtiva etmektedir (Sade, 2002).

Ülkemizde haşlanmış taze mısır tktminin pek çok bölgede silajlık ve tanelik mısırdan yapıldığı göz önüne alınırsa, mısır tarımının yapıldığı alanlarda yetiştirilebilen tatlı mısır yüksek şeker içeriği ile daha lezzetli haşlanmış mısır sağlaması nedeniyle alternatif bir ürün olarak düşünülebilir. İlk turfanda ve son turfanda ürünler için ilk ürün ve son ürün çıkarma tarihlerinin bölgelere göre belirlenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Özellikle gıda için yapılan üretimlerde hasat sonrası kalite kayıplarının önlenmesi için, işleme tesislerine yakın üretim bölgelerinde alternatif bir ürün olarak yetiştirilebileceği ayrıca üreticiler için ek bir kaynak olması açısından, koanların hasadından sonra tarlada kalan yeşil kısımların hayvan yemi olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir (Alan, 2016; Eser, 2020). Bu alışma son yıllarda bölgemizde ekim alanı ve tktmde hızlı bir artış gözlenen

şeker mısır konusunda ülkemizde tescil edilen veya üretim izni alan farklı şeker özelliklerine sahip çeşitlerin Konya Karapınar koşullarında test edilerek bölge çiftçimize en uygun çeşit tavsiyesinde bulunabilmek amacı ile yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, 2021 vejetasyon yılında Konya ili Karapınar ilçesinde yürütülmüştür. Denemede, ülkemizde tescilli veya üretim iznli farklı firmalarca satışı yapılan 13 adet şeker mısırı çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. Denemede kullanılan çeşitler ve temin edilen kuruluşlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Denemede Kullanılan Çeşitler ve Temin Edilen Kurum/Kuruluşlar

No	Çeşit Adı	Temin Edilen Kurum / Kuruluş
1	Caremelo	MAY AGRO Tohumculuk San. Tic.
2	Tanem	MAY AGRO Tohumculuk San. Tic.
3	Maysu	MAY AGRO Tohumculuk San. Tic.
4	Khan	MAY AGRO Tohumculuk San. Tic.
5	Merit	MAY AGRO Tohumculuk San. Tic.
6	Baha	MAY AGRO Tohumculuk San. Tic.
7	Mirza	MAY AGRO Tohumculuk San. Tic.
8	Vega	MAY AGRO Tohumculuk San. Tic.
9	Yummy	Polen Tohumculuk ve Tarım Ürünleri San.
10	Batem Tatlı	Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enst.
11	Adapare	Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enst.
12	Sakarya Kompozit	Sakarya Araştırma Ens.
13	Biotek Highlow	Biotek Tohumculuk

Araştırma “Tesadüf Blokları Deneme Desenine” göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede parseller, 2.8m x 5m=14 m² ebadında tertiplenmiş olup, her parselde dört sıra olacak şekilde 70 cm sıra arası ve 20 cm sıra üzeri mesafesi uygulanmıştır. Bloklar etrafına perdeleme amacıyla 13 çeşitten karışık olarak ekim yapılmıştır. Ekimden önce fiğ tarımı yapılan deneme tarlası pullukla sürülmüş, sonrasında kültivatör ve kazayağı çekilerek ekime hazır hale getirilmiştir. Ekim tavlı toprağa, denemede ele alınan sıra arası ve farklı sıra üzeri mesafelerine uygun olarak ve açılan çizilere her ekim noktasına iki tohum gelecek şekilde yapılmıştır. Ekim işlemi 19 Mayıs 2021 tarihinde el ile yapılmıştır.

Tüm parsellere; ekimle birlikte her parsele 11 kg/da fosfor gelecek şekilde DAP formunda taban gübresi uygulaması yapılmış, bitki çıkışları sağlandıktan sonra tabana verilen ile birlikte toplam 20 kg/da N olacak şekilde üre formunda damla sulamadan 4 parça halinde azotlu gübre uygulaması yapılmıştır. Deneme alanında yabancı otlarla kimyasal mücadele yapılmıştır. Şeker Mısır bitkileri, toprak yüzeyine 26 Mayıs 2021 tarihinde çıktığı gözlemlenmiştir. Denemede çıkış için yağmurlama yöntemi ile sulama yapıldıktan sonra deneme alanına damla sulama sistemi ile bitki su ihtiyacı dikkate alınarak sulanmıştır. Toplam 7 defa su verilmiştir. Taze koçan verimlerini belirlemek için hasatlar çeşitlerin gelişme durumlarına göre 15-22 Ağustos 2021 tarihleri arasında el ile yapılmıştır.

Taze koçan hasadı; koçanda tane neminin % 70-75 olduğu dönemde (Olsen ve ark., 1990) ortadaki iki sıradaki koçanlar toplanıp tartılarak, pazarlanabilir koçan verimi ise bu toplanan koçanlardan koçan uzunluğu 10.2 cm’den daha fazla olanlar ayrılmış ve toplam pazarlanabilir koçan sayısı (USDA, 1992) dekara çevrilerek bulunmuştur. Koçan hasadı sonrası orta iki sırada kalan mısır bitkilerine ait saplar toprak seviyesinin üstünden kesilerek tartılıp hasıl verimleri kg/da olarak belirlenmiştir.

Çalışma sonucu elde edilen veriler MSTAT-C paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalama değerler arasındaki farklar LSD önem testine göre gruplandırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Konya ili Karapınar ilçesinde on üç şeker mısır çeşidi ile yürütülen çalışmada incelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları ve bu özelliklere ait ortalama değerlere ilişkin ayrıntılı değerlendirmeler aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir.

Taze Koçan Verimi

Şeker mısır çeşitlerinde tespit edilen taze koçan verimleri ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 2 ve 3'de ve Şekil 1.'de verilmiştir. Taze koçan verimi açısından çeşitler arası farklılıklar istatistikî açıdan önemli bulunmuştur (Tablo 3). Yapmış olduğumuz çalışmada çeşitlerin ortalama taze koçan verimi 1583 kg/da olarak elde edilirken, çeşitler bazında taze koçan verimi değerleri en yüksek olan Vega (1729 kg/da) ve en düşük olarak Yummy (1511 kg/da) çeşidi olarak bulunmuştur (Tablo 2). Çalışmada taze koçan verimi yönünden Vega, Tanem ve Khan çeşitleri ön plana çıkmıştır. Dünyada taze tüketimi yoğun olarak yapıldığından dolayı bu agronomik özellik çeşit seçiminde önemlidir. Daha önceki çalışmalarda taze koçan verimi ilgili olarak Kleinhenz (2003), 880-1240 kg/da, Eser (2020) ise 1384-1862 kg/da aralığında bildirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar Eser (2020)'in sonuçları ile benzerlik gösterirken, Kleinhenz (2003)'ün sonuçlarından daha yüksek bulunmuş olup, farklıkların genotip, iklimsel ve çevresel faktörler ile tarımsal işlemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 2. Şeker Mısırı Çeşitlerinde Tespit Edilen Taze Koçan Verimleri (kg/da)

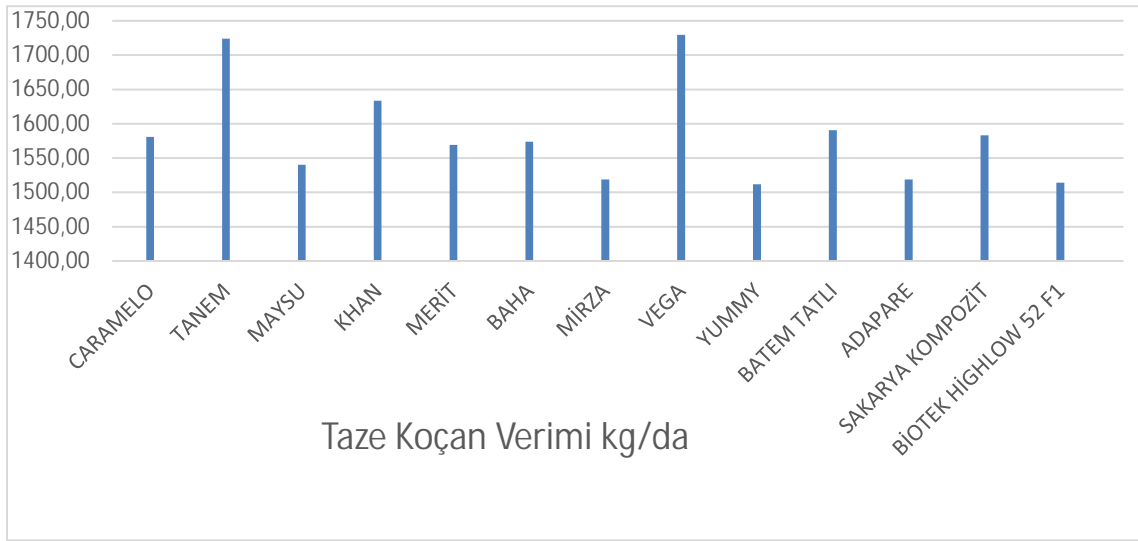
Çeşitler	Çeşitler	Çeşitler	Çeşitler
Caramelo 1817.00 bcd**	Merit 1789.00 cd	Yummy 1814.00 bcd	Biotek Highlow 1831.00 bcd
Tanem 1971.00 ab	Baha 1849.00 abcd	Batem Tatlı 1807.33 bcd	
Maysu 1828.00 bcd	Mirza 1770.00 cd	Adapare 1748.00 d	
Khan 1929.00 abc	Vega 2006.00 a	Sakarya Kompozit 1821.00 bcd	
Ortalama		1844.00	

LSD(%1): 173.3 ; (**)İşaretili aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılığın %1 ihtimal sınırına göre önemli olmadığını göstermektedir.

Tablo 3. Şeker Mısırı Çeşitlerinde Tespit Edilen Taze Koçan Verimine Ait Varyans Analizleri

Varyasyon Kaynağı	S.D	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	38	353804.35	-	-
Tekerrür	2	1182.20	591.10	0.10
Çeşit	12	214339.02	17861.58	3.10**
Hata	24	138283.12	5761.79	-

C.V: %4.11, (**)İşareti F değerli işlemler arasındaki farklılığın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 1. Şeker mısır çeşitlerine ait taze koçan verimleri

Pazarlanabilir Koçan Verimi

Taze koçan veriminde olduğu gibi pazarlanabilir koçan verimi açısından da çeşitler arası farklılık çok önemli bulunmuştur (Tablo 5). Çalışmada en yüksek pazarlanabilir koçan verimi Vega çeşidinden (1600 kg/da) elde edilirken, en düşük değer ise Caramelo çeşidinden (1230 kg/da) elde edilmiştir. Çalışmada pazarlanabilir koçan verimi ortalama 1343 kg/da olarak belirlenmiştir (Tablo 4, Şekil 2.).

Şeker mısırdaki pazarlanabilir koçan sayısı önemli bir konu olup çeşitlerde farklılık göstermektedirler (Sencar ve ark., 1997). Daha önceki çalışmalarda Kara ve Akman (2002), bu değeri 1612-1924 kg/da aralığında bulmuşlardır. Bir diğer çalışmada ise Eser (2020) 1096-1523 kg/da verim almış olup çalışma ekolojisi ve genotiplerin benzerliği nedeniyle benzer sonuçların alındığı düşünülmektedir.

Tablo 4. Şeker Mısırdaki Çeşitlerinde Tespit Edilen Pazarlanabilir Koçan Verimleri (kg/da)

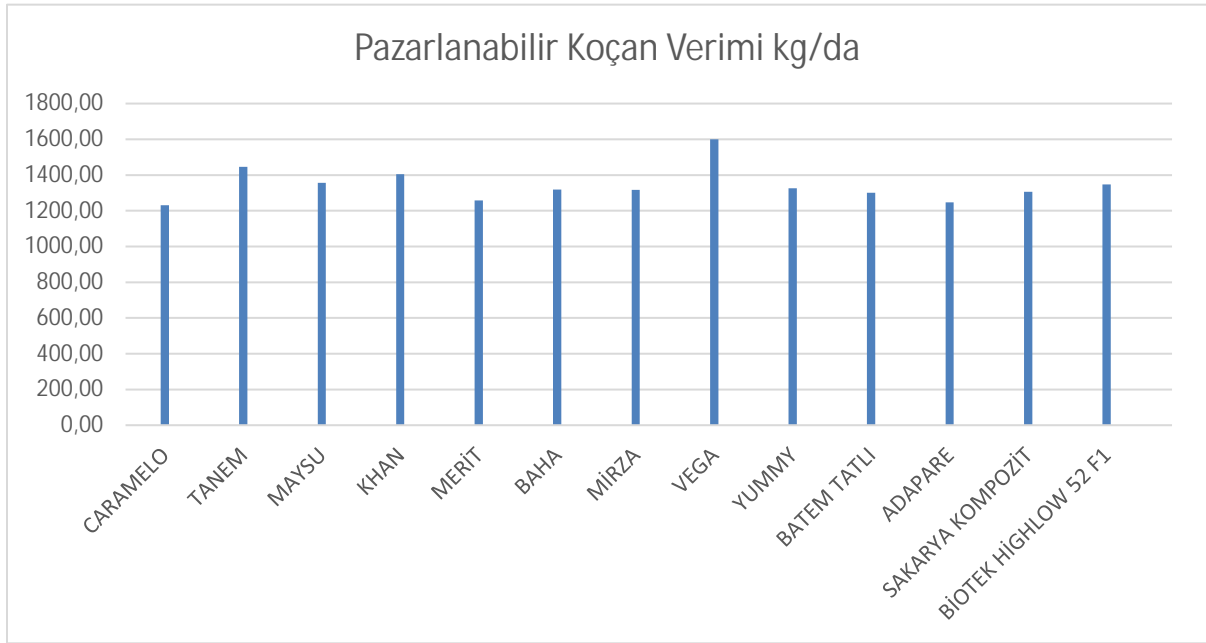
Çeşitler	Çeşitler	Çeşitler	Çeşitler
Caramelo 1456.00 e	Merit 1477.00 de	Yummy 1619.00 bcde	Biotek Highlow 1664.00 bc
Tanem 1692.00 b	Baha 1594.00 bcde	Batem Tatlı 1516.00 cde	
Mysu 1645.00 bcd	Mirza 1567.00 bcde	Adapare 1476.00 de	
Khan 1701.00 b	Vega 1875.00 a	Sakarya Kompozit 1545.00 bcde	
Ortalama		1602.43	

LSD(%1): 172.6 ; (**)İşaretleli aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılığın %1 ihtimal sınırına göre önemli olmadığını göstermektedir.

Tablo 5. Şeker Mısırı Çeşitlerinde Tespit Edilen Pazarlanabilir Koçan Verimi Varyans Analizi

Varyasyon		Kareler	Kareler	
Kaynağı	S.D	Toplamı	Ortalaması	F Değeri
Genel	38	634893,59	-	-
Tekerrür	2	9449,59	4724,79	0,82
Çeşit	12	488370,25	40697,52	7,12**
Hata	24	137073,74	5711,40	-

C.V: % 4.11; (**)İşareti F değeri işlemler arasındaki farklılığın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduğunu göstermektedir.

**Şekil 2.** Şeker mısır çeşitlerinde belirlenen pazarlanabilir koçan verimleri

Dekara koçan sayısı çeşide göre önemli ölçüde değişiklik göstermektedir (Köycü ve Yanıkoğlu, 1987; Sencar ve ark., 1997). Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda; çeşitlerin ikinci koçan bağlama oranlarının farklı olması nedeniyle, bitki başına koçan sayısının dekara toplam koçan sayısını belirleyen bir özellik olduğu belirlenmiştir (Okutan, 1992; Ocakdan, 1997).

Rogers ve Lomman (1988) ile Wyatt ve Akridge (1993) şeker mısırdaki tek koçan ağırlığının çeşitlere göre değiştiğini belirtmiştir. Taze koçan çapı ve koçan uzunluğu yüksek olan Vega, Martha ve Lincoln gibi çeşitlerin taze tek koçan ağırlığı değerleri de yüksek bulunmuştur. Koçanların yapısı ve uzunluğu ürünün pazarlanma kalitesini ve pazarlanma fiyatını ifade etmesi bakımından önemlidir. Uzun ve kalın koçanlarda tek koçan ağırlığı da yüksek olmakta, albenisi iyi olan bu koçanlar tüketiciler tarafından daha fazla tercih edilmektedir.

Hasıl Verimi

Şeker mısır çeşitlerinde koçan hasatı yapıldıktan sonra kalan hasıl verimlerine ilişkin ortalama değerler Tablo 6.'da bu değerlere ilişkin varyans analiz sonuçları ise Tablo 7'de verilmiştir. Çalışmada hasıl verime ait alınan en yüksek değer (2704 kg/da) Khan çeşidinden, en düşük değer ise Adapare çeşidinden (2200 kg/da) elde edilmiştir. Çeşitlerinin ortalama hasıl verimi 2532 kg/da olmuştur. (Tablo

6). Hasıl verimi açısından çeşitler arası farklılık çok önemli bulunmuştur. Vega, Khan, Sakarya Kompozit, Biotek Highlow çeşitleri benzer hasıl verimlerine sahip olarak en yüksek hasıl verimi değerlerine sahip olmuşlardır (Şekil 3.)

Hasıl verimi genel olarak bitki boyu ve vejetasyon süresinin uzunluğu ile ilişkili bir özellik olup (Ocakdan, 1997), çeşitlere göre önemli oranda değişiklik gösterebilmektedir. Daha önceki çalışmalarda hasıl verimini bu çalışma sonuçlarına benzer şekilde Ocaktan (1997) 1790-2545 kg/da aralığında, Özata ve ark. (2016) 2010 ve 2012 yıllarında yürüttüğü çalışmada 1904-2951 kg/da arasında bildirmişlerdir. Şeker mısır yetiştiriciliğinin önemli avantajlarından biri de özellikle makinalı hasat yapılmayan bölgelerde taze koçanlar toplandıktan sonra kalan yeşil aksam üreticiler için önemli bir kaba yem kaynağı olabilmektedir. Eser (2020)'in yapmış olduğu çalışmada 2155-2909 kg/da verimi elde ettiği gözlemlenmiş olup, yaptığımız çalışmaya yakın sonuçlara ulaşılmıştır.

Tablo 6. Şeker Mısır Çeşitlerinde Tespit Edilen Hasıl Verimleri (kg/da)

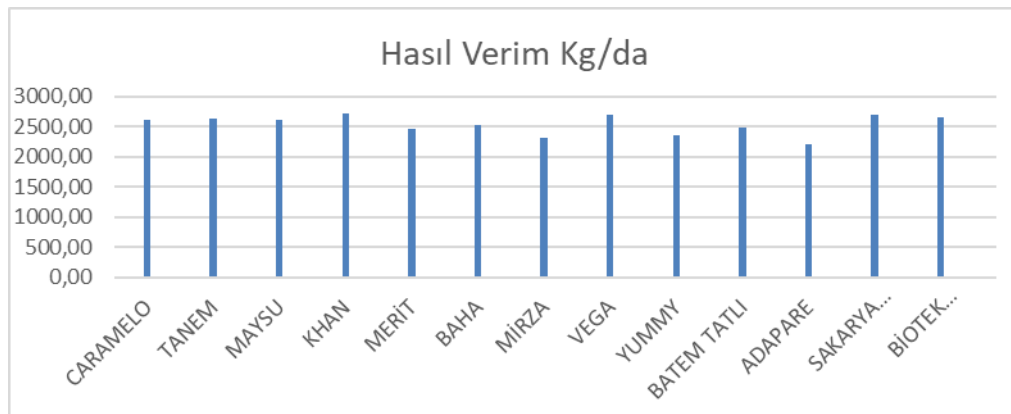
Çeşitler	Çeşitler	Çeşitler	Çeşitler
Caramelo 2867 abc	Merit 2687 cde	Yummy Batem 2650 de	Biotek Highlow 2964 a
Tanem 2876 abc	Baha 2798 abcd	Tatlı 2688 bcde	
Maysu 2902 ab	Mirza 2560 ef	Adapare Sakarya 2429 f	
Khan 3002 a	Vega 2974 a	Kompozit 2932 a	
Ortalama		2794	

LSD (%1): 214.2; (**) İşaretli aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılığın %1 ihtimal sınırına göre önemli olmadığını göstermektedir.

Tablo 7. Şeker Mısır Çeşitlerinde Tespit Edilen Hasıl Verimine Ait Varyans Analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	38	1380686.35	-	-
Tekerrür	2	31875.28	15937.64	1.81
Çeşit	12	1137620.35	94801.69	10.77**
Hata	24	211190.71	899.61	-

C.V: %3.36; (**) İşareti F değerli işlemler arasındaki farklılığın %1 ihtimal sınırına göre önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. Şeker mısır çeşitlerinde belirlenen hasıl verimleri (kg/da)

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, 2021 yılında Konya ili Karapınar ilçesi ekolojik şartlarında, şeker mısır çeşitlerinin taze koçan verimleri ile ilgili agronomik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada 13 şeker mısır çeşidi kullanılmıştır.

Yaptığımız araştırma gözlemlerine göre taze koçan ve tane verimleri için bölgemiz koşullarına hasıl verim olarak “Khan, Vega ve Sakarya Kompozit” çeşitlerinin uyum sağlayabileceğini göstermiştir. Pazarlanabilir koçan özelliklerine bakılırsa “Vega, Tanem ve Khan” çeşitleri gösteriş ve düzgün dolum açısından ön plana çıkmıştır. Yapılan araştırma sonucunda Karapınar bölgesine adaptasyon konusunda “Vega ve Khan” çeşitlerinin daha uygun olacağı ve bu çeşitler ile bölgeye hem alternatif ürün hem de ekonomik getiri anlamında bir yarar sağlayacaktır. Ancak, bu çalışmanın bölge birkaç devam edilmesi ile net çeşit seçimine ulaşılabilecektir. Bölgemizde şeker mısır yetiştiriciliği anlamında teknik eksikler için bölge üreticilerinin bilgilendirilmesi amacıyla özel kuruluşların bölgede çalışmalar yapması ve bölgedeki bu tarz araştırmalara destek sağlanarak şeker mısır tarımının bölgeye adapte edilmesi ile şeker mısırında bölgenin ileri seviyelere ulaşabileceği kanaatindeyiz.

KAYNAKÇA

- Alan, Ö. (2016). Tatlı Mısır (Şeker Mısır) Hakkında Genel Bir Değerlendirme. *Tarım Türk Dergisi*, Ocak 2016, 56-59
- Alan, Ö., Sönmez, K., Budak, Z., Kutlu, İ., & Ayter, N. G. (2011). Eskişehir ekolojik koşullarında ekim zamanının şeker mısırın (*Zea mays L. saccharata sturt.*) verim ve tarımsal özellikleri üzerine etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(4), 34-41.
- Anonim, (2015). <http://arastirma.tarim.gov.tr/batem>. (Erişim: Eylül, 2015). *Anonymous*, 2015.
- Atakul, Ş. (2011). *Diyarbakır koşullarında farklı ekim zamanlarının beş şeker mısırı (Zea mays L. saccharata sturt.) çeşidinde taze koçan ve tane verimi ile bazı tarımsal özelliklere etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Azanza, F., Bar-Zur A., & Juvik, J. A. (1996). Variation in sweet corn kernel characteristics associated with stand establishment and eating quality. *Euphytica*, 87, 7-18.
- Bozokalfa, M. K., Eşiyok, D., & Uğur, A. (2004). Ege Bölgesi koşullarında ana ve ikinci ürün bazı hibrit şeker mısır (*Zea mays L. var. saccharata*) çeşitlerinin verim kalite ve bitki özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 41(1), 11-19.
- Carey, E.E., Rhodes, A.M., & Dickinson, D.B. (1982). Post-harvest levels of sugars and sorbitol in sugary enhancer (su1 se1) and sugary (su1 Se1) maize. *HortScience*, 17, 241-242.
- Eser, C. (2020). *Orta Anadolu koşullarında şeker mısır çeşitlerinin taze koçan verimi ile bazı agronomik özelliklerinin belirlenmesi*. (Yüksek lisans tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kara, B., & Akman, Z. (2002). Şeker mısırında (*Zea mays saccharata Sturt.*) koltuk ve uç alma ile yaprak sıyrmanın verim ve koçan özelliklerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 9-18.
- Kleinhenz, M. D. (2003). Sweet corn variety trials in Ohio: Recent top performers and suggestions for future evaluations. *Horttechnology* 13(4), 711-718.
- Köycü, C., & Yanıkoğlu, S. (1987, Mart). *Samsun ekolojik şartlarında mısır (Zea mays L.) çeşit ve ekim zamanı üzerinde bir araştırma*. Türkiye’de Mısır Üretimini Geliştirilmesi, Problemleri ve Çözüm Yolları Sempozyumu, Ankara.
- Ocakdan, M. (1997). *Farklı şeker mısırı çeşitlerinde koltuk almanın verim ve bazı özelliklere etkisi*.

- (Yüksek lisans tezi), Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Okutan, M. (1992). *Tokat ekolojik şartlarında II. ürün olarak şeker mısır yetiştirme olanaklarının belirlenmesi üzerine bir araştırma*. (Yüksek lisans tezi), Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Olsen, J.K., Blight, G.W., & Gillespie, D. (1990). Comparison of yield, cob characteristics and sensory quality of six supersweet corn cultivars grown in a subtropical environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 30(3),387-393.
- Rogers, I. S., & Lomman, G. J. (1988). Effect of plant spacing on yield, size and kernel fill of sweet corn. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28(6), 787-792.
- Sencar, Ö., Gökmen, S., & İdi, M. (1997). Şeker mısırın (*Zea mays* saccharata. S.) agronomik özelliklerine ekim zamanı ve yetiştirme tekniklerinin etkisi. *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 21, 65-71.
- Sade, B. (2002). Mısır Tarımı. *Konya Ticaret Borsası, Yayın No:1*, Konya.
- Wyatt, J.E., & Mullins, J.A. (1989). Production of Sweet Corn From Transplants, *Hort. Sci.* 24 (6), 1039.
- USDA, (1992). United States standards for grades of sweet corn. <http://www.ams.usda.gov/standards/cornswt.pdf>