

CİLT: 4 SAYI: 1 2024

Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi

ISSN: 2822-4167

EREĞLİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

Eregli Journal of Agricultural Sciences (EJAS)

Cilt/Volume: 4, Sayı / Issue: 1 (Haziran / June 2024)

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

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

Haziran/ June 2024

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. Serhat KARACA
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Zootečni Bölümü
skaraca@yyu.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. Aras TÜRKOĞLU
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü
aras.turkoglu@erbakan.edu.tr

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

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

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

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

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

Assist. Prof. Dr. Ajay KUMAR
Amity University
Amity institute of Biotechnology, India
ajaykumar_bhu@yahoo.com

Dr. Öğr. Üyesi Akife DALDA ŞEKERCİ
Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi
Bahçe Bitkileri Bölümü
akifedalda@erciyes.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 Onur İLERİ
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü
oileri@ogu.edu.tr

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

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

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

Sayı Hakemleri / Reviewers of The Issue

Prof. Dr. İbrahim ATIŞ (Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi)

Prof. Dr. Mustafa AVCI (Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi)

Prof. Dr. Süleyman SOYLU (Selçuk Üniversitesi)

Doç. Dr. Berken ÇİMEN (Çukurova Üniversitesi)

Doç. Dr. Erol ORAL (Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi)

Doç. Dr. Erkan PEHLİVAN (Ankara Üniversitesi)

Doç. Dr. Murat GÜNEY (Yozgat Bozok Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi İlkay BARITÇI (Dicle Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi M. Zeki KOÇAK (İğdır Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Necibe KAYAK (Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Raziye KUL (Atatürk Üniversitesi)

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

Arştırma Makalesi/Research Article

<i>Kozan Kıraç Koşullarında İskenderiye Üçgülü (Trifolium alexandrinum L.) Çeşitlerinin Performansları</i> Hasan Beytullah DÖNMEZ	1
<i>Impact of Mark Duplicate Reads During Variant Calling in Next Generation Sequencing (NGS) Data of Pistacia vera L.</i> Harun KARCI, Salih KAFKAS	11
<i>Determination of Changes in Some Factors Affecting Grain Yield in Maize (Zea mays L.) Crops Grown at Different Densities</i> Erdal GÖNÜLAL, Çetin PALTA	19
<i>Distribution of Births by Akkaraman Sheep According to Time of Day</i> Çağrı Melikşah SAKAR, Özcan ŞAHİN, İlker ÜNAL, Sedat BEHREM	34
<i>K-Feldispat Uygulamalarının Iceberg Marul Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi</i> Rabia KÜÇÜK, Lale ERSOY, Özlem ALTUNTAŞ, Alper DÜRAK	41

Kozan Kıraç Koşullarında İskenderiye Üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.) Çeşitlerinin Performansları

Hasan Beytullah DÖNMEZ* 

Çukurova Üniversitesi Kozan Meslek Yüksekokulu, Adana

Makale Bilgisi

Geliş Tarihi: 11.12.2023
Kabul Tarihi: 19.02.2024
Yayın Tarihi: 28.06.2024

Anahtar Kelimeler:

İskenderiye üçgülü,
Çeşit,
Ot verimi,
Ot kalitesi,
Kıraç koşullar.

ÖZET

Bu araştırma, Kozan kıraç koşullarında bazı İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.) çeşitlerinin ot verimi ve ot kalitesinin belirlenmesi amacıyla 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında iki yıl süreyle yürütülmüştür. Araştırmada iki adet İskenderiye üçgülü çeşidi (Derya ve Efsane) test edilmiştir. Deneme, Çukurova Üniversitesi Kozan Meslek Yüksekokulu Yerleşkesi Araştırma ve Uygulama arazisinde, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak tesis edilmiştir. Araştırmada, iki yıllık ortalama değerlere göre İskenderiye üçgülü çeşitlerinin bitki boyu 91.5-102.4 cm, yeşil ot verimi 2219.4-2795.4 kg da⁻¹, kuru ot verimi 521.4-761.2 kg da⁻¹, kuru maddede ADF oranı %40.4-%41.5, kuru maddede NDF oranı %54.8-%57.6, kuru maddede ham protein oranı %17.8-%20.4 ve nispi yem değeri 91.4-97.7 arasında değişmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, Kozan'ın kıraç koşullarında ve benzer ekolojilerde hayvancılık işletmelerinin kaliteli kaba yem temin etmesi amacıyla, Derya çeşidine göre ot kalitesi düşük olmasına karşılık, ot veriminin yüksek olduğu Efsane çeşidinin tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Performances of Berseem Clover (*Trifolium alexandrinum* L.) Cultivars under Dry Land Conditions of Kozan

Article Info

Received: 11.12.2023
Accepted: 19.02.2024
Published: 28.06.2024

Keywords:

Berseem clover,
Cultivar,
Forage yield,
Forage quality,
Dry land conditions.

ABSTRACT

This research was conducted to determine the forage yield and forage quality of some berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) cultivars for two years in 2020-2021 and 2021-2022 growing seasons under dry land conditions of Kozan. In the study, two berseem clover cultivars (Derya and Efsane) were tested. The experiment was established according to a randomized block design with three replications at the Research and Application area of Kozan Campus of Çukurova University, Adana. In the study, according to the two-year average values; Depending on cultivars of berseem clover varied plant height between 91.5-102.4 cm, green forage yield between 2219.4-2795.4 kg da⁻¹, hay yield between 521.4-761.2 kg da⁻¹, ADF rate in dry matter between 40.4%-41.5%, NDF rate in dry matter between 54.8%-57.6%, crude protein rate in dry matter between 17.8%-20.4% and relative feed value between 91.4-97.7. In line with the findings obtained from the research, it was concluded that Efsane cultivar, which has high forage yield although its forage quality is lower than Derya cultivar, can be recommended in order to provide quality roughage for livestock farms under the dry land conditions of Kozan and similar ecologies.

To cite this article:

Dönmez, H. B. (2024). Kozan kıraç koşullarında İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.) çeşitlerinin performansları. *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 4(1), 1-10. <https://doi.org/10.54498/ETBD.2024.28>

*Sorumlu Yazar: Hasan Beytullah DÖNMEZ, bdonmez@cu.edu.tr



GİRİŞ

İnsanoğlu sağlıklı bir şekilde hayatını devam ettirebilmesi için hayvansal kökenli gıdalara mutlak ihtiyaç duymaktadır. Bunun yanında, hayvansal kökenli gıdalar bir ülkenin gelişmişlik düzeyini belirlemede kullanılan ölçütler arasında da yer almaktadır. Nitekim, çoğu gelişmiş ülkelerdeki insanlar günlük en az 70 gram protein tüketmekte ve bu tüketilen proteinin yarısının hayvansal kökenli protein olduğu bilinmektedir (Hatipoğlu ve ark., 2021). Türkiye’de günlük protein tüketimi (108.1 g) dünya ortalamasının üzerinde olmasına karşılık, bu tüketilen proteinin büyük çoğunluğu bitkisel kökenli proteindir (FAO, 2016). Dünya ulusları arasında hayvan varlığı açısından (17.0 milyon büyükbaş, 56.3 milyon küçükbaş) ön sıralarda yer alan Türkiye’de (TÜİK, 2023a) günlük hayvansal kökenli protein tüketiminin düşük olması, hayvanlardan yeterli hayvansal üretim yapılamadığını ortaya koymaktadır. Bu duruma neden olarak da hayvanların genetik potansiyeli, çevre koşulları ve hayvanların günlük yaşama payı ihtiyacının yanında verim payının bir bölümünü karşılayacak kaba yemin temininde yaşanan sorunlar sayılabilir.

Yaklaşık 76.9 milyon ha kara alanına sahip ülkemizde, çayır ve meralar 14.6 milyon ha’lık alanla söz konusu kara alanının %19’unu oluşturmakta ve bu alanlardan yıllık olarak yaklaşık 11.7 milyon ton kaba yem üretilmektedir (BÜGEM, 2022). Ayrıca, ülkemizde yaklaşık 20.6 milyon ha tarla arazisinde, yem bitkileri ekim alanının 2.3 milyon ha (silaj, yeşil ot, kuru ot) olduğu ve bu alanlardan da yaklaşık olarak 59.4 milyon ton kaba yem üretimi yapıldığı Türkiye İstatistik Kurumu istatistiklerinden anlaşılmaktadır (TÜİK, 2023b). Mevcut hayvan varlığımız üzerinden yapılan hesaplamayla, hayvanların sadece yaşama payı ihtiyacı için gereksinim duyduğu kaba yemin (Mısır silajı+ Fiğ/Yulaf kuru ot+ saman=17 kg) ise toplamda 120.8 milyon ton olduğu bildirilmiştir (Alçıçek, 2021). Bu durumda, ülkemizde 49.7 milyon ton kaba yem açığı olduğu görülmektedir. Hayvanlarımızın ihtiyaç duyduğu bu kaba yem açığının büyük çoğunluğu düşük kaliteli saman ve hasat artıklarından karşılandığı bildirilmiştir (Açıkgöz, 2021). Bu durum da hayvansal ürünlerin üretimini düşürmesinin yanında ülkemizdeki insanların alım gücüne uygun hayvansal ürün bulamamasına ve insanların günlük ihtiyaç duyduğu hayvansal kökenli protein gereksinimlerini karşılayamamasına neden olmaktadır.

Verimlerini büyük ölçüde kaybetmiş çayır mera alanlarımızın (bölgelere göre 40-120 kg da⁻¹ kuru ot) vakit kaybedilmeden ıslah edilmesi (Armağan ve Işık, 2022), yüksek verimli ve kaliteli yem bitkileri türlerinin tarla tarımında değerlendirilmesi ve özellikle ülkemizin kıyı şeridinde bulunan kıraç alanlarda ve yazlık ürün ekimi amacıyla kış dönemi boş bırakılan arazilerde yem bitkileri yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi söz konusu kaliteli kaba yem açığının kapatılmasına yardımcı olacak ve hayvansal ürünlerin üretimine büyük katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, ülkemizin kıyı bölgelerinde, bir yıllık bir baklagil olan ve Akdeniz iklimi koşullarına uyum sağlamış İskenderiye üçgülünün (*Trifolium alexandrinum* L.) yetiştirilmesi hayvancılık işletmelerinin kaliteli kaba yem açığının kapatılmasına katkı sağlayabilecektir.

Bu çalışmada, Kozan kıraç koşullarında bazı İskenderiye üçgülü çeşitlerinin kışlık ürün olarak yetiştirilme potansiyellerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Kozan Meslek Yüksekokulu Yerleşkesi Araştırma ve Uygulama arazisinde (37° 27' 57" N, 35° 48' 13" E, rakım 151 m) 2020-2021 ve 2021-2022 kışlık ürün yetiştirme sezonlarında iki yıl süreyle yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü alanın toprakları killi yapıda olup, pH'ı 7.50, kireç oranı yüksek, organik madde ve fosfor bakımından fakir, potasyum bakımından zengindir.

Denemenin yürütüldüğü Kozan ilçesinde Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. 2020-2021 ve

2021-2022 yetiştirme mevsimlerine ait Kasım-Nisan dönemi iklim verileri Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1’de izlendiği gibi, uzun yıllar ortalaması yağış toplamı 546.9 mm, uzun yıllar ortalaması sıcaklık 13.7 °C ve uzun yıllar ortalaması nispi nem değeri %56.1 olmuştur. Uzun yıllar ortalaması yağış toplamına göre 2020-2021 yetiştirme mevsiminde (478.4 mm) daha düşük yağış gerçekleşirken, 2021-2022 yetiştirme mevsiminde ise uzun yıllar ortalamasına benzer yağış (547.6 mm) gerçekleşmiştir. Her iki yetiştirme sezonu uzun yıllar ortalamasına göre daha sıcak ve nispi nem oranının daha düşük olduğu sezonlar olmuştur.

Tablo 1 Araştırmanın Yürütüldüğü Kozan İlçesine Ait İklim Verileri

Aylar	Toplam Yağış (mm)			Ortalama Sıcaklık (°C)			Nispi Nem (%)		
	UYO*	2020-2021	2021-2022	UYO	2020-2021	2021-2022	UYO	2020-2021	2021-2022
Kasım	83.8	48.8	54.4	16.8	17.8	18.3	49.8	38.1	47.3
Aralık	110.1	35.0	150.6	11.9	14.2	12.2	56.4	42.5	49.6
Ocak	94.6	181.8	162.6	10.1	12.4	9.1	55.3	45.5	50.8
Şubat	88.4	47.6	39.6	11.2	13.7	12.4	55.9	41.7	53.7
Mart	84.0	94.6	125.6	14.1	13.8	10.8	57.8	51.6	46.4
Nisan	86.0	70.6	14.8	18.0	18.8	20.8	61.6	54.9	42.1
Top./Ort.	546.9	478.4	547.6	13.7	15.1	13.9	56.1	45.7	48.3

*Uzun yıllar ortalaması Kaynak: Anonim (2023).

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak tesis edilmiştir. Her bir parsel 5 m uzunluğunda 5 sıradan oluşmuş ve sıra arası mesafe 20 cm olarak ayarlanmıştır. Ekim, markör ile açılan sıralara elle yapılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü 2020-2021 yetiştirme mevsiminde 18.11.2020 tarihinde, 2021-2022 yetiştirme mevsiminde ise 15.11.2021 tarihinde ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Araştırmada materyal olarak, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilen İskenderiye üçgülünün “Efsane” çeşidi ve Doğu Akdeniz Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilen İskenderiye üçgülünün “Derya” çeşidi kullanılmış ve her bir çeşit için dekara saf 2.5 kg tohumluk olacak şekilde ekim normu belirlenmiştir (Yücel, 2019). Her iki yetiştirme mevsiminde de ekimle birlikte 10 kg da⁻¹ DAP gübresi uygulanmış ve gerektiğinde elle yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Araştırmada her iki yetiştirme mevsiminde de sonbahar yağışlarının gecikmesi nedeniyle tohumların çıkışını sağlamak amacıyla ekim işleminden sonra bir kez sulama yapılmıştır (Tüfenkçi, 2021).

Araştırmada hasat İskenderiye üçgülü çeşitlerinin %50-75 çiçeklenme dönemi dikkate alınarak yapılmıştır (Yücel ve ark., 2017). Derya çeşidi 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında sırasıyla 07.04.2021 ve 09.04.2022 tarihlerinde, Efsane çeşidi ise 28.04.2021 ve 24.04.2022 tarihlerinde hasat olgunluğuna gelmiş ve her çeşit bir defa hasat edilmiştir. Hasat öncesi her parselin iki kenarından birer sıra ve parsel başlarından 0.5 m kenar tesiri olarak biçilmiştir. Her parselden rastgele seçilen 10 bitkinin boyu ölçülmüş ve ölçülen bitki boyu değerlerinin ortalaması alınarak her parselin bitki boyu değerleri belirlenmiştir. Kenar tesiri atılan parsellerdeki kalan alan motorlu ot biçme makinesiyle biçilmiş ve vakit kaybedilmeden tartılmıştır. Her parsel için belirlenen yeşil ot ağırlıkları gerekli dönüşümler yapılarak çeşitlerin dekara yeşil ot verimi değerleri hesaplanmıştır. Parsellerden hasat edilen yeşil ot içinden 500 g örnek alınmış ve etüvde 70°C’de 48 saat kurutulmuştur. Kurutulan örnekler etüvden çıkarıldıktan sonra oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiş ve hassas terazide tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Ardından, gerekli dönüşümler yapılarak her çeşit için dekara kuru ot verimi hesaplanmıştır. Kuru ot ağırlığı belirlenen örnekler öğütülerek 1 mm’lik elekten geçirilmiştir. Öğütülen ve elekten geçirilen örneklerin ADF, NDF ve ham protein içerikleri Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS) analiz cihazında “C-0904FE-Hay and Fresh Forage” kalibrasyonu kullanılarak tespit edilmiştir. Ot kalitesini saptamak için öğütülen örneklerden 5’er gram alınmış ve etüvde 105°C’de

3 saat kadar tutulmuştur. Etüvden çıkarılan örnekler desikatörde bekletilerek hassas terazide tartılmış ve kuru madde içerikleri hesaplamalarla belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2010). Kuru ottaki ADF, NDF ve ham protein oranı belirlenen örneklerin kuru madde değerlerine oranlanarak kuru maddede ADF, NDF ve ham protein oranları hesaplanmıştır. Sheaffer ve ark. (1995)'nin açıkladığı aşağıdaki eşitlikler yardımıyla nispi yem değeri hesaplanmıştır (Eşitlik 1, Eşitlik 2, Eşitlik 3).

$$\text{Sindirilebilir Kuru Madde Oranı (SKMO)} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ADF}) \quad (1)$$

$$\text{Kuru Madde Tüketimi (KMT)} = 120 / (\% \text{NDF}) \quad (2)$$

$$\text{Nispi Yem Değeri (NYD)} = (\text{SKMO} \times \text{KMT}) / 1.29 \quad (3)$$

Araştırmadan elde edilen veriler, MSTAT-C (Michigan State University v.2.10) istatistik paket programında tekrarlanan tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuştur (Yurtsever, 2011). İstatistiksel olarak önemli çıkan özellik ortalamaları LSD testi ($P \leq 0.05$) ile karşılaştırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada test edilen İskenderiye üçgülü çeşitlerinin ot verimi ve bazı ot kalitesi özelliklerine uygulanan varyans analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 İskenderiye Üçgülünde Saptanan Ot Verimi ve Bazı Ot Kalitesi Özelliklerine Uygulanan Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Bitki Boyu (cm)	Yeşil Ot Verimi (kg da ⁻¹)	Kur Ot Verimi (kg da ⁻¹)	ADF Oranı (% KM)	NDF Oranı (% KM)	Ham Protein Oranı (% KM)	Nispi Yem Değeri
Tekerrür	2	62.4*	12354.2	773.7	8.05	4.9	2.0	57.0
Yıl	1	2741.9**	868341.1**	205075.0**	0.63	5.6	8.1	28.5
Çeşit	1	357.4**	995126.3**	172448.5**	3.82	24.9*	20.5**	119.6
Yıl x Çeşit	1	227.9**	7744.5	30606.5**	1.04	0.3	1.6	3.5
Hata	6	11.5	6304.1	1308.6	2.15	2.7	1.5	23.1
C.V. (%)		3.5	3.2	5.6	3.6	2.9	6.3	5.1

*: $p \leq 0.05$, **: $p \leq 0.01$

Tabloda izlendiği gibi, yıl ve çeşit faktörünün bitki boyu, yeşil ot verimi ve kuru ot verimi üzerinde önemli derecede fark yarattığı, yıl x çeşit interaksyonunun ise bitki boyu ile kuru ot verimi üzerindeki etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanında, çeşit faktörü kuru maddede NDF oranı üzerinde %5, kuru maddede ham protein oranı üzerinde %1 önem düzeyinde istatistiki olarak fark yaratmıştır.

Bitki Boyu

İki yıl sürdürülen araştırmada, İskenderiye üçgülü çeşitlerinde saptanan bitki boyu ortalamaları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3 İskenderiye Üçgülü Çeşitlerinde Saptanan Bitki Boyu, Yeşil Ot Verimi ve Kuru Ot Verimi Ortalamaları

Çeşitler	Bitki Boyu (cm)			Yeşil Ot Verimi (kg da ⁻¹)			Kuru Ot Verimi (kg da ⁻¹)		
	2020-2021	2021-2022	Ort.	2020-2021	2021-2022	Ort.	2020-2021	2021-2022	Ort.
Derya	102.2 b ²	80.7 c	91.5 B ⁺	2463.0	1975.8	2219.4 B ⁺	601.6 b ²	441.2 c	521.4 B ⁺
Efsane	121.8 a	82.9 c	102.4 A	3089.8	2501.0	2795.4 A	942.4 a	580.0 b	761.2 A
Ort.	112.0 A ¹	81.8 B		2776.4 A ¹	2238.4 B		772.0 A ¹	510.6 B	

⁺ Benzer büyük harflerle gösterilen Çeşit ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur
¹ Benzer büyük harflerle gösterilen Yıl ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur
² Benzer küçük harflerle gösterilen Yıl x Çeşit ortalamaları arasında LSD testine göre P≤0.05 önem düzeyinde istatistiki olarak fark yoktur

Tablo 3'te izlendiği üzere, araştırmanın birinci yılında 112.0 cm olan bitki boyu ortalaması, araştırmanın ikinci yılında önemli derecede daha düşük değer göstermiş ve 81.8 cm olarak tespit edilmiştir. Araştırmanın birinci yılına göre, ikinci yılında önemli derecede daha düşük bitki boyu ortalaması tespit edilmesinin nedeni olarak, araştırmanın ikinci yılında Ocak ve Mart aylarında gerçekleşen don olayından dolayı bitkilerin fizyolojik olarak hırpalanması ve artan sıcaklıklar ile birlikte bitkilerin yeterli vejetatif büyüme sağlayamadan generatif döneme geçmeleri gösterilebilir (Türkoğlu ve ark., 2022).

İki yıllık ortalamaya göre, Efsane çeşidinin bitki boyu ortalaması (102.4 cm), Derya çeşidinin bitki boyu ortalamasına (91.5 cm) göre önemli derecede daha yüksek değer göstermiştir. Derya çeşidinin, Efsane çeşidine göre önemli derecede daha düşük bitki boyu ortalaması göstermesi, Derya çeşidinin Efsane çeşidine göre daha erken generatif döneme geçmesi ve vejetatif büyüme döneminin daha kısa olması ile açıklanabilir.

Araştırmadan elde edilen bitki boyu değerlerinin, Bulut ve Kendir (2019)'in elde ettikleri bitki boyu değerlerinden kısmen yüksek, Yücel (2019)'in elde ettiği bitki boyu değerlerinden ise kısmen düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmadan elde edilen bitki boyu değerlerinin, araştırmacıların elde ettikleri bitki boyu değerlerinden farklı olması, araştırmalarda kullanılan İskenderiye üçgülü çeşitlerinin farklı genetik yapıda olması ve ekolojik koşulların farklılığı ile açıklanabilir.

İki yıl sürdürülen araştırmada yıl x çeşit interaksyonunun bitki boyu açısından istatistiki olarak önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Nitekim, araştırmanın birinci yılında Efsane çeşidi, Derya çeşidine göre önemli derecede daha yüksek bitki boyu ortalaması değeri gösterirken, araştırmanın ikinci yılında çeşitlerin bitki boyu ortalamaları birbirinden istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Araştırmanın birinci yılında, çeşitlerin gelişimi için uygun ekolojik koşulların olması ve test edilen çeşitlerin genetik yapılarının farklı olması ile hasat zamanlarının farklılık göstermesi, araştırmanın ikinci yılında ise Ocak ve Mart aylarında gerçekleşen don ve sonrasında artan sıcaklıklar ile çeşitlerin yeterli vejetatif büyüme göstermeden generatif döneme geçmelerinden dolayı, çeşitlerin ikinci yılda bitki boyu ortalamalarının daha kısa kaldığı söylenebilir.

Yeşil Ot Verimi

İki yıl sürdürülen araştırmada, İskenderiye üçgülü çeşitlerinde saptanan yeşil ot verimi ortalamaları Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde, çeşitlerin ortalaması olarak yeşil ot verimi ortalaması birinci yılda 2776.4 kg da⁻¹ olarak gerçekleşirken, ikinci yılda yeşil ot verimi ortalaması birinci yıla göre önemli derecede daha düşük değer göstermiş ve 2238.4 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Araştırmanın birinci yılında, ikinci yılına göre önemli derecede daha yüksek yeşil ot verimi ortalaması tespit edilmesinin nedeni olarak, araştırmanın ikinci yılında gerçekleşen don olayı gösterilebilir.

İki yıllık ortalama değerlere göre, yeşil ot verimi ortalaması Derya çeşidinde 2219.4 kg da⁻¹

olurken, Efsane çeşidinin yeşil ot verimi ortalaması Derya çeşidine göre önemli derecede daha yüksek değer göstermiş ve 2795.4 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Araştırmada Efsane çeşidinin Derya çeşidine göre geç çiçeklenmesi ve buna bağlı olarak daha fazla kuru madde biriktirmesi, Efsane çeşidinin yeşil ot veriminin Derya çeşidine göre önemli derecede daha yüksek değer göstermesine neden olduğu söylenebilir.

Araştırmadan elde edilen yeşil ot verimi değerlerinin, bazı araştırmacıların (Ranjbar, 2007; Devi ve Singh, 2019; Cheptoo *ve ark.*, 2021; Salama ve Nawar, 2021) elde ettikleri yeşil ot verimi değerlerinden düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmacıların elde ettiği yeşil ot verimi değerlerinden, araştırmada elde edilen yeşil ot verimi değerlerinin farklı olması, araştırmalarda kullanılan İskenderiye üçgünlü çeşitlerinin farklı genetik yapıda olması, ekolojik koşullarının farklılığı, yetiştirme tekniğinin farklı olması ve hasat sayılarındaki farklılık ile açıklanabilir.

Kuru Ot Verimi

İki yıl sürdürülen araştırmada, İskenderiye üçgünlü çeşitlerinde saptanan kuru ot verimi ortalamaları Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'te de görüldüğü üzere, çeşitlerin ortalaması olarak kuru ot verimi ortalaması araştırmanın birinci yılına (772 kg da⁻¹) göre ikinci yılda (510.6 kg da⁻¹) istatistiki olarak önemli derecede daha düşük değer göstermiştir. Bu sonuç, yıllar arasındaki kuru ot verimi ortalamaları arasındaki farklılığın yeşil ot verimi ortalamaları ile uyum içerisinde olduğunu göstermektedir.

Araştırmada, iki yıllık ortalamaya göre kuru ot verimi ortalaması Efsane çeşidinde 761.2 kg da⁻¹ olarak tespit edilirken, Derya çeşidinin (521.4 kg da⁻¹) Efsane çeşidine göre istatistiki olarak önemli derecede daha düşük kuru ot verimi ortalaması verdiği tespit edilmiştir. Ancak, yıl × çeşit interaksiyonunun önemli olması yılların kuru ot verimi üzerindeki etkisinin çeşitlere bağlı olarak önemli derecede farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Nitekim, ekolojik koşulların uygun olduğu 2020-2021 yetiştirme mevsiminde Derya çeşidi ile ekolojik koşulların uygun olmadığı 2021-2022 yetiştirme mevsiminde Efsane çeşidinin kuru ot verimi ortalamaları istatistiki olarak birbirinden önemli derecede farklı olmayan değerler göstermiştir.

Araştırmadan elden edilen kuru ot verimi değerlerinin, bazı araştırmacıların (Ranjbar, 2007) elde ettikleri kuru ot verimi değerlerinden yüksek olduğu, bazı araştırmacıların (Yıldırım ve Turan, 2020) elde ettikleri kuru ot verimi değerlerinden ise düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmacıların elde ettikleri kuru ot verimi değerlerinin, araştırmadan elde edilen kuru ot verimi değerlerinden farklı olması, ekolojik koşulların farklılığı, hasat sayılarındaki farklılık, yetiştirme tekniklerinin farklılığı ve araştırmalarda kullanılan çeşitlerin genetik yapılarının farklı olması ile açıklanabilir.

ADF Oranı

İki yıl sürdürülen araştırmada, İskenderiye üçgünlü çeşitlerinde saptanan kuru maddede ADF oranı ortalamaları Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, araştırmanın birinci yılında kuru maddede ADF oranı ortalaması %40.7 olurken, araştırmanın ikinci yılında %41.2 olarak tespit edilmiş ve yıllar arasında kuru maddede ADF oranı ortalaması istatistiki olarak birbirinden önemli derecede farklı olmayan değerler göstermiştir.

Tablo 4 İskenderiye Üçgülü Çeşitlerinde Saptanan Kuru Maddede ADF, NDF, Ham Protein Oranı ve Nispi Yem Değeri Ortalamaları

Çeşitler	ADF Oranı (% KM)			NDF Oranı (% KM)			Ham Protein Oranı (% KM)			Nispi Yem Değeri		
	2020-2021	2021-2022	Ort.	2020-2021	2021-2022	Ort.	2020-2021	2021-2022	Ort.	2020-2021	2021-2022	Ort.
Derya	40.5	40.3	40.4	54.2	55.3	54.8 B ⁺	21.6	19.2	20.4 A ⁺	98.7	96.7	97.7
Efsane	41.0	42.1	41.5	56.8	58.5	57.6 A	18.3	17.4	17.8 B	93.5	89.3	91.4
Ort.	40.7	41.2		55.5	56.9		19.9	18.3		96.1	93.0	

⁺ Benzer büyük harflerle gösterilen Çeşit ortalamaları arasında istatistiki olarak fark yoktur

İki yıllık ortalama değerlere göre, kuru maddede ADF oranı ortalaması Derya çeşidinde %40.4 olurken, Efsane çeşidinin (%41.5) Derya çeşidinden istatistiki olarak önemli derecede farklı olmayan kuru maddede ADF oranı ortalaması değeri gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen kuru maddede ADF oranı değerlerinin, Salama ve ark. (2020)'nin çok biçimli İskenderiye üçgülü çeşitleri ile yürüttükleri araştırmanın birinci biçiminde elde ettikleri kuru maddede ADF oranı değerleri ve Yücel (2019)'in farklı İskenderiye üçgülü çeşit ve genotipleri ile yürüttüğü araştırmadan elde ettiği ADF değerleri ile kısmen uyum içerisinde olduğu ortaya çıkmıştır.

NDF Oranı

İki yıl sürdürülen araştırmada, İskenderiye üçgülü çeşitlerinde saptanan kuru maddede NDF oranı ortalamaları Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, İskenderiye üçgülü çeşitlerinin ortalaması olarak kuru maddede NDF oranı ortalaması araştırmanın birinci yılında %55.5, araştırmanın ikinci yılında ise %56.9 olarak tespit edilmiştir.

İki yıllık ortalamaya göre kuru maddede NDF oranı ortalaması Derya çeşidinde %54.8 olurken, Efsane çeşidinin kuru maddede NDF oranı ortalaması Derya çeşidine göre önemli derecede daha yüksek değer göstermiş ve %57.6 olarak tespit edilmiştir. Çiftlik hayvanlarının yem alımını doğrudan etkileyen NDF oranı arttıkça hayvanın yem alımı azalmakta, NDF oranı azaldıkça hayvanın yem alımı artmaktadır (Yavuz ve ark., 2009). Bu bağlamda, Derya çeşidi, Efsane çeşidine göre daha düşük ot verimi vermesine rağmen (Tablo 3), Derya çeşidinin, Efsane çeşidinden daha kaliteli ot ürettiği söylenebilir.

Araştırmadan elde edilen kuru maddede NDF oranı değerlerinin, bazı araştırmacıların (Fraser ve ark., 2004; Chapman ve ark., 2009; Bozhanska ve ark., 2016; Salama ve Nawar, 2021) elde ettikleri NDF oranı değerlerinden yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmadan elde edilen NDF oranı değerlerinin, araştırmacıların elde ettikleri NDF oranı değerlerinden farklı olması, araştırmalarda kullanılan çeşitlerin farklı genetik yapıda olması, ekolojik koşulların farklılığı ve yetiştirme tekniğinin farklı olması ile açıklanabilir.

Ham Protein Oranı

İki yıl sürdürülen araştırmada, İskenderiye üçgülü çeşitlerinde saptanan kuru maddede ham protein oranı ortalamaları Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, İskenderiye üçgülü çeşitlerinin ortalaması olarak kuru maddede ham protein oranı ortalaması araştırmanın birinci yılında %19.9, araştırmanın ikinci yılında ise %18.3 olarak tespit edilmiştir.

Araştırmada, iki yıllık ortalamaya göre kuru maddede ham protein oranı ortalaması Derya çeşidinde %20.4 olurken, Efsane çeşidinin ham protein oranı ortalamasının Derya çeşidine göre önemli derecede daha düşük değer gösterdiği ortaya çıkmıştır. Araştırmada test edilen çeşitlerin farklı ham protein oranına sahip olması, çeşitlerin farklı genetik yapıda olmaları ile açıklanabilir.

Araştırmadan elde edilen kuru maddede ham protein oranı ortalamalarının, Bulut ve Kendir

(2019)'in Ankara ekolojik koşullarında yürüttükleri farklı İskenderiye üçgülü çeşitlerinden elde ettikleri ham protein oranı değerlerinden (%14.94-%15.35) yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmadan elde edilen ham protein oranı değerlerinin, araştırmacıların elde ettikleri ham protein oranı değerlerinden farklı olması, ekolojik koşulların farklılığı, kullanılan çeşitlerin genetik yapılarının farklı olması ve yetiştirme tekniklerinin farklı olması ile açıklanabilir.

Nispi Yem Değeri

İki yıl sürdürülen araştırmada, İskenderiye üçgülü çeşitlerinde saptanan nispi yem değeri ortalamaları Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, araştırmanın birinci yılında nispi yem değeri ortalaması 96.1 olurken, ikinci yılında 93.0 olarak tespit edilmiş ve yıllar arasında nispi yem değeri ortalamalarının istatistiki olarak birbirinden önemli derecede farklı olmayan değerler gösterdiği ortaya çıkmıştır.

İki yıllık ortalama değerlere göre, nispi yem değeri ortalaması Derya çeşidinde 97.7 olurken, Efsane çeşidinin (91.4) Derya çeşidinden istatistiki olarak önemli derecede farklı olmayan nispi yem değeri ortalaması gösterdiği tespit edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen nispi yem değerlerinin, Dönmez ve Hatipoğlu (2021)'nin Adana koşullarında yürüttüğü araştırmadan elde ettikleri nispi yem değerleri ile kısmen uyumlu, Yücel ve ark. (2018)'nin Adana koşullarında yürüttüğü araştırmadan elde ettikleri nispi yem değerlerinden ise kısmen düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmadan elde edilen nispi yem değerlerinin, araştırmacıların elde ettikleri nispi yem değerlerinin farklı olması, yetiştirme tekniğinin farklı olması ve araştırmalarda kullanılan çeşitlerin farklı genetik yapıda olması ile açıklanabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

İki yıl sürdürülen araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, Kozan ilçesi ve benzer ekolojik koşullarda kış döneminde kıraç arazilerde, erozyonun önlenmesi ve hayvancılık işletmelerinin kaliteli kaba yem temini amacıyla İskenderiye üçgülünün yetiştirilebileceği, Efsane çeşidinin Derya çeşidine göre daha düşük kaliteli ot üretmesine karşılık yüksek ot verimi vermesinden dolayı Kozan ilçesi ve benzer ekolojik koşullardaki hayvancılık işletmelerine önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Yazar Katkıları

Araştırma Tasarımı (CRediT 1) Hasan Beytullah DÖNMEZ (%100)

Veri Toplama (CRediT 2) Hasan Beytullah DÖNMEZ (%100)

Araştırma - Veri Analizi - Doğrulama (CRediT 3-4-6-11) Hasan Beytullah DÖNMEZ (%100)

Makalenin Yazımı (CRediT 12-13) Hasan Beytullah DÖNMEZ (%100)

Metnin Tashihi ve Geliştirilmesi (CRediT 14) Hasan Beytullah DÖNMEZ (%100)

Finansman

Çalışma herhangi bir finansal destek almamıştır.

Çıkar Çatışması

Çıkar çatışması yoktur.

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG)

Desteklemiyor

REFERANSLAR

- Açıkgöz, E. (2021). *Yem Bitkileri*. Ankara, T.C. Tarım Orman Bakanlığı Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı.
- Alçıçek, A. (2021, Haziran). *Türkiye Kaba Yem İhtiyacının Hesaplanması*. Türkiye Hayvancılığında Kaba Yem Sorunları ve Çözüm Yolları Çalıştayı, Muş.
- Anonim. (2023). Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, Adana İli Meteoroloji Kayıtları.
- Armağan, M. & Işık, M. İ. (2022). Karapınar (Konya) tuzcul alanlardaki kuraklığa dayanıklı, mera ıslahında kullanılacak bitkiler. *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2), 67-74.
- Bozhanska, T., Mihovski, T., Naydenova, G., Knotová, D. & Pelikán, J. (2016). Comparative studies of annual legumes. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 32(3), 311-320.
- BÜGEM (2022). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Cayir-Mera-ve-Yem-Bitkileri>. (Erişim tarihi: 25 Aralık 2022).
- Bulut, H. & Kendir, H. (2019). Ankara koşullarında farklı dozlarda borlu gübrelemenin iskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.)’nde bitki boyu, ot verimi ve ham protein oranına etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28(1), 19-28.
- Chapman, G., Bork, E., Donkor, N. & Hudson, R. (2009). Yields, quality and suitability of four annual forages for deer pasture in north central Alberta. *The Open Agriculture Journal*, 3(1), 26-31.
- Cheptoo, K. J., Soliman, A. M. & Badawy, R. A. (2021). Genotypic variations in some Egyptian clover (*Trifolium alexandrinum* L.) Varieties for Forage Yield. *Plant Archives*, 21(1), 214-219.
- Devi, U. & Singh, S. (2019). Performance of berseem (*Trifolium alexandrinum* L.) genotypes at different phosphorus levels. *Forage Research*, 44(4), 260-263.
- Dönmez, H. B. & Hatipoğlu, R. (2021, Eylül). *Çukurova Koşullarında Kışlık Ara Ürün Olarak Yetiştirilebilecek İskenderiye Üçgülü (Trifolium alexandrinum L.) Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*. ISPEC 7. Uluslararası Tarım, Hayvancılık ve Kırsal Kalkınma Kongresi, Muş.
- FAO, (2016). Food Balance Sheets. <https://www.fao.org/documents/> (Erişim tarihi: 12 Aralık 2022).
- Fraser, J., McCartney, D., Najda, H. & Mir, Z. (2004). Yield potential and forage quality of annual forage legumes in southern Alberta and northeast Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, 84(1), 143-155.
- Hatipoğlu, R., Çınar, S. & Avcı, M. (2021). Türkiye’de sürdürülebilir mera ıslahı olanakları. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(9), 1714-1719.
- Kacar, B. & İnal, A. (2010). *Bitki Analizleri*. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım.
- Ranjbar, G. A. (2007). Forage and Hay Yield Performance of Different Berseem Clover (*Trifolium alexandrinum* L.) Genotypes in Mazandaran Conditions. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(6), 1006-1011.
- Salama, H. S. A., El-Zaiat, H. M., Sallam, S. M. A. & Soltan, Y. A. (2020). Agronomic and qualitative characterization of multi-cut berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(10), 3857-3865.
- Salama, H. S. A. & Nawar, A. I. (2021). Does manipulating harvest regime of single-cut “Fahl” berseem

- clover compensate for reduced seeding rate?. *Grassland Science*, 67(3), 207-214.
- Sheaffer, C. C., Peterson, M. A., Mccalin, M., Volene, J. J., Cherney, J. H., Johnson, K. D., Woodward, W. T. & Vinads, D. R. (1995, March). *Acid Detergent Fiber, Neutral Detergent Fiber Concentration, and Relative Feed Value*. North American Alfalfa Improvement Conference, Minneapolis.
- Tüfenkçi, Ş. (2021). Farklı düzeylerde su kısıntısı uygulamalarının kinoa bitkisinin bazı verim parametreleri üzerine etkisi. *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 1(1), 27-37.
- TÜİK (2023a). Hayvancılık İstatistikleri-Canlı Hayvan Sayıları. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Erişim tarihi: 29 Kasım 2023).
- TÜİK (2023b). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Erişim tarihi: 07 Aralık 2023).
- Türkoğlu, 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.). *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2), 75-80.
- Yavuz, M., İptaş, S., Ayhan, V. & Karadağ, Y. (2009). Yembitkilerinde Kalite ve Yembitkilerinden Kaynaklanan Beslenme Bozuklukları. In R. Avcıoğlu, R. Hatipoğlu, & Y. Karadağ (Eds.), *Yembitkileri (Genel Bölüm) Cilt I* (pp. 163-172). İzmir, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.
- Yıldırım, F. & Turan, N. (2020). Tek Yıllık Bazı Baklagil Yem Bitkilerinin Verim ve Verim Unsurları İle Bazı Silaj Özelliklerinin Belirlenmesi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(3), 477-491.
- Yurtsever, N. (2011). *DeneySEL İstatistik Metotları*. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 121 Teknik Yayın No 56.
- Yücel, C., Avcı, M., İnal, İ. & Akkaya, M. R. (2017). İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.) ıslah çalışmaları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(Özel Sayı), 17-21.
- Yücel, C., İnal, İ., Yücel, D. & Hatipoğlu, R. (2018). Effects of mixture ratio and cutting time on forage yield and silage quality of intercropped berseem clover and Italian ryegrass. *Legume Research*, 41(6), 846-853.
- Yücel, C. (2019). Forage Yield and Quality Attributes of Berseem Clover Genotypes under Mediterranean Climate. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 3(3), 491-503.

Impact of Mark Duplicate Reads During Variant Calling in Next Generation Sequencing (NGS) Data of *Pistacia vera* L.

Harun KARCI^{1*}  Salih KAFKAS¹ 

¹ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

Article Info

Received: 03.01.2024
Accepted: 08.03.2024
Published: 28.06.2024

Keywords:

Duplicates,
Variant calling,
NGS,
Pistachio,
Genetic.

ABSTRACT

Pistachio (*Pistacia vera* L.) is a member of Anacardiaceae family and the only cultural form of *Pistacia* species. *P. vera* is a dioecious species and there are a few hermaphrodite and monoecious flower nature within *Pistacia*. Breeding of the pistachio is quite a long process due to several limiting factors such as dioecious flower habitat, quite long juvenile period and alternate bearing. Recently, pistachio genomes have been released with chromosomal level and genome size was about 600 Mb. In the current paper, Next Generation Sequencing (NGS) data of Siirt cultivar has been analyzed to detect the impact of the ignoring duplicates during variant calling stage. About 5.2 Gb data was utilized for detection of the short InDels and SNPs. The highest mapping rate was exhibited with 99.83% and about 35 million reads was aligned successfully reference map. Mapping quality and read coverage depth filtering were carried out MQ>30 and DP>2, respectively. Totally, 7.18% of the reads represented duplicate reads (2.5 million reads). BAM file without MarkDuplicates (MD) was generated a total of 1,022,161 SNPs and 124,762 InDels, BAM file with MD produced a total of 1,050,788 SNPs and 128,109 InDels. Each VCF files were compared according to positions. Same and different (reference allele same but different alternate alleles) variants at the same positions were recorded separately. In addition, BAM file passing MD stage in variant calling were caused the loss of a total of 42,413 true negative loci (TNL) and the getting of a total 10,439 false positive loci (FPL). Therefore, MD is a significant phase of the variant calling all of the organisms and should be carried out to eliminate of false positive loci. The results of the present study can be beneficial for detection of the variants in the next breeding programs.

Antepfıstığı Yeni Nesil Sekans Verilerinde Varyant Belirleme Aşamasında Duplike Okumaları Belirlemenin Etkisi

Makale Bilgisi

Geliş Tarihi: 03.01.2024
Kabul Tarihi: 08.03.2024
Yayın Tarihi: 28.06.2024

Anahtar Kelimeler:

Duplikeler,
Varyant belirleme,
NGS,
Antepfıstığı,
Genetik.

ÖZET

Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.), Anacardiaceae familyasının bir üyesi olup *Pistacia* cinsinin tek kültürel formudur. *P. vera* dioik bitki türlerinden biridir ve *Pistacia* cinsi içerisinde az sayıda da olsa hermafrodit ve monoik çiçek yapısına sahip genotipler bulunmuştur. Antepfıstığının ıslahı, dioik çiçek yapısı, gençlik döneminin oldukça uzun olması ve periyodite göstermesi gibi birçok sınırlayıcı faktörden dolayı oldukça uzun sürmektedir. Yakın zamanda kromozom düzeyinde antepfıstığı genomları yayınlanmış ve genom büyüklüğü yaklaşık 600 Mb olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada, Siirt çeşidine ait Yeni Nesil Dizileme (NGS) verileri kullanarak varyant belirleme aşamasında duplike okumaları belirlemenin etkisini tespit etmek amacıyla birçok biyoinformatik analiz yapılmıştır. Kısa InDel'ler ve SNP'lerin tespiti için yaklaşık 5.2 Gb veri kullanılmıştır. Yüzde 99.83 haritalama oranı belirlenmiş ve yaklaşık 35 milyon okuma referans genoma başarıyla haritalanmıştır. Haritalama kalitesi ve okuma derinliği filtrelemeleri sırasıyla MQ>30 ve DP>2 olarak gerçekleştirilmiştir. Tüm okumaların yüzde 7.18'i duplike okumaları (2.50 milyon) oluşturmuştur. MarkDuplicates (MD) işlemi uygulanmayan BAM dosyası kullanılarak yapılan varyant belirleme analizinde toplam 1,022,161 SNP ve 124,762 InDel, MD işlemi gerçekleştirilen BAM dosyası kullanılarak yapılan varyant belirleme analizi sonrasında ise toplam 1,050,788 SNP ve 128,109 InDels tespit edilmiştir. Her iki VCF dosyası genom pozisyonlarına göre karşılaştırılmıştır. Aynı pozisyonlardaki aynı ve farklı (referans aleli aynı ancak farklı alternatif aleller) varyantlar saydırılmış ve ayrı ayrı kaydedilmiştir. Ayrıca MD işlemi yapılmayan BAM dosyasının varyant belirleme işlemlerinde, toplam 42,413 adet gerçek negatif lokus (TNL) kaybına ve toplam 10,439 adet yanlış pozitif lokus (FPL) elde edilmesine neden olmuştur. Sonuç olarak, MD tüm organizmalar için varyant belirleme analizlerinin önemli bir aşaması olmakla birlikte yanlış pozitif lokusların ortadan kaldırılması için de gerçekleştirilmelidir. Elde edilen bu sonuçların, gelecekte yapılacak ıslah programlarında varyant tespitinde faydalı olabileceği düşünülmektedir.

To cite this article:

Karci, H. & Kafkas, S. (2024). Impact of mark duplicate reads during variant calling in next generation sequencing (NGS) data of *Pistacia vera* L. *Eregli Journal of Agricultural Sciences*, 4(1), 11-18. <https://doi.org/10.54498/ETBD.2024.29>

*Corresponding author: Harun KARCI, karciharun42@gmail.com



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

INTRODUCTION

Pistachio takes place in the Anacardiceae family like sumac and cashew species, and the botanic name of the pistachio is *Pistacia vera* L. (Karcı *et al.*, 2022). Pistachio is one of the hard-shelled nuts and this species has an allogamy pollination nature like other several nuts such as walnut, hazelnut and chestnut excluding almond (Vahdati *et al.*, 2021). It has a heterozygous genetic habitat due to its dioecious character.

The highest pistachio producer countries were the USA, Iran and Türkiye according to the Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) in 2021 (FAOSTAT, 2023). Türkiye has carried out 239,289 t (tons) pistachio in 2022, while 119,355 t production was recorded by Turkish Statistical Institute in 2021.

In pistachio, there are several main limiting factors in breeding such as dioecious flower structure, quite a long juvenile period and alternate bearing (Kafkas *et al.*, 2006). Despite such limiting effects, there was no breeding program with controlled hybridization in pistachio in Türkiye, although many attempts were performed so far. In the last years, the first marker assisted breeding program in pistachio was initiated by Kafkas *et al.* (2017). A huge number of male and female plants constructed by a total of 56 combinations were sown to breeding field in this program. Approximately 10,000 male plants were eliminated with RAD-seq sex markers detected by Kafkas *et al.* (2015). This team also released two chromosomal sequencing of the pistachio male and female genomes, and they have described three genomic inversions into sex chromosome (chr14) using a total of 225 resequencing data belonging to cultivars and genotypes (Kafkas *et al.*, 2023). The researchers stated that many markers associated with agronomical traits can be developed using whole genome of the pistachio, and they would be beneficial for marker assisted selection in pistachio breeding program to facilitate the time of the selection using NGS technology. However, NGS is highly sensitive to technological errors, and the processing of NGS data has become dependent on reliable bioinformatics tools. Thus, the novel bioinformatics and biostatistics approaches are necessary for overcoming the limiting traits in plants.

Next-generation sequencing (NGS) has contributed to detect responsible genes related to diseases, differentially expression genes, reveal the evolution of the species or genus with phylogenetic analysis, perform quantitative trait loci (QTLs) and genome wide association studies (GWAS) analysis with SNP, InDel and structural variants (duplications, translocation, long insertions/deletions, inversions, copy number variants) and release *de novo* sequencing of minor crops (Houston *et al.*, 2012; Vrijenhoek *et al.*, 2015). On the other hand, there are several challenging to study in NGS data such as different genotyping methods, sequencing errors, the lengths of the reads, huge amount of storage problem and novel innovative bioinformatics softwares (Chen *et al.*, 2014). In addition, the sequenced duplicate reads during the PCR amplification of the sequencing cause false positive variants pretending to be aligned to the reference genome at a higher rate. Whereas these reads were due to duplicate reads carried out multiple times DNA fragments.

A few popular and reliable programs such as SAMTools (Li *et al.*, 2009) and Picard (<http://broadinstitute.github.io/picard/>) remove and mark the duplicates in the BAM file, respectively. SAMTools removes the PCR duplicates by identifying the paired end duplicate reads. It does not recognize the duplicates except the paired end reads, and also does not notice reads mapped to different chromosomes. Picard has MarkDuplicates option and does not remove the duplicates, it just works on the paired reads like SAMTools. Comparing the SAMTools, Picard has a higher potential than SAMTools by determination of the interchromosomal paired reads.

Here, we carried out the variant calling using the Picard MarkDuplicates option and without this option. The comparison of the short indels and SNPs were recorded and discussed with number of loci

each situation to reveal the effects of the marking duplicates in the course of calling.

MATERIALS AND METHODS

Material and Detection of the Variants

The clean reads (150 bp) of Siirt cv. were downloaded from NCBI (National Center for Biotechnology Information) with PRJNA680201 ID number (Kafkas *et al.*, 2023). The sequencing coverage was calculated as 10x when about 600 Mb genome size was considered.

The reads mapped to the *P. vera* reference genome using BWA (v0.7.12) (Li and Durbin, 2009). Then, the Sequence Alignment/Map (SAM/BAM) files were sorted and filtered the quality of the mapping (Q30) using the SAMTOOLS (Li *et al.*, 2009) software. The duplicated reads of the Siirt cultivar were marked using the PICARD software (<http://picard.sourceforge.net>). Then, read coverage depth was set DP>2 using the Bcftools in both VCF files.

Bcftools v1.9 with ‘mpileup and call’ commands was used for the list of the variants format (VCFFILE). Short InDels and SNPs were listed from BAM files. The marked duplicates and without marked duplicates vcf files were compared using VCFtools program according to positions. In addition, the genomic positions belonging to both vcf files were extracted for vcf files. Both SNPs and InDels specific to vcf file applied MD and without MD callings were recorded separately. Based on without MD call was considered as “false positive variants”, and missing ones were evaluated “true negative variants” using the in-house scripts. These variants were born from without MD call due to misalignment of reads or sequence errors.

The constructed workflow for the variant detection was designed into bash script and final outputs were evaluated in Linux operating system.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Whole Genome Re-sequencing and Mapping Stats

Approximately 34.93 million reads data was utilized for detection of the short InDels and SNPs by mapping the reference of the pistachio genome (Kafkas *et al.*, 2023). The used NGS data had been presented with findings of the pistachio genomes with PRJNA680201 NCBI number. The lengths of reads of paired-end was 150 bp and all of clean reads were aligned to reference sequences with a high percentage (99.83%). A total of 34.87 million reads were filtered according to mapping quality threshold (MQ>30). The remaining paired reads was saved as 25.94 million reads used for marking the duplicate reads using option MarkDuplicates (MD) of Picard program. Before the comparison, the first step was initiated with variant calling from 25.94 million reads without MD. Then, the same BAM file included duplicates was processed to mark duplicates into sequences using Picard software. The marked duplicates were 2.50 million reads and it was consisted of the 7.18% of the mapped sequences. Second variant calling with MD was performed using rest of the 23.44 million reads. The comparison of the variants was enjoyed with MD applied BAM and without MD BAM file, and results were detailed in calling section. Karcı and Kafkas (2022) investigated that genetic structure of the pistachio genotype using the whole genome resequencing data and they stated that 77.1 million reads were mapped to reference genome.

Detection of SNPs and InDels and comparison of the MD and without MD VCFs

In the current paper, variant calling was carried out in the pistachio cultivar Siirt using two different approaches to evaluate the impact of the mark duplicates. Firstly, BAM file was just applied Q30 mapping quality filter generated a total of 1,022,161 SNPs and 124,762 InDels, while the normal

process with MD produced a total of 1,050,788 SNPs and 128,109 InDels (Table 1). Although there was a significant difference of the variant numbers, the wave of the mutations was considered by misalignment of the duplicate reads or errors of the sequencing. Since there was an option for difference of the counts of SNP and InDels. In addition, the highest number of SNPs and InDels were determined from Chr11 with 102,580 and 11,803, respectively.

Table 1 Number of SNP and InDel Variants Detected in VCFs Filtered According to $MQ>30$ + MarkDuplicates and Only $MQ>30$

Chrs	Total			
	MQ>30 + MarkDuplicates		Only MQ>30	
	SNPs	InDels	SNPs	InDels
Chr1	79,017	10,452	77,117	10,213
Chr2	51,513	6,942	50,154	6,784
Chr3	88,479	10,836	86,008	10,558
Chr4	71,064	8,267	69,209	8,036
Chr5	54,372	6,591	52,912	6,409
Chr6	64,071	8,252	62,511	8,062
Chr7	64,250	7,691	62,360	7,454
Chr8	60,092	7,283	58,637	7,124
Chr9	75,654	9,411	73,900	9,215
Chr10	64,944	8,218	63,168	8,019
Chr11	102,580	11,803	99,638	11,522
Chr12	62,855	6,848	60,872	6,669
Chr13	71,966	8,526	69,710	8,111
Chr14	83,222	10,403	80,715	10,158
Chr15	56,709	6,586	55,250	6,428

Each VCF file was compared based on variant positions and position-specific variants were saved in other VCFs. Outputs of the comparison generated two type files such as the same variants at the same positions, the different variants (reference allele same but different alternate alleles) at the same positions and all of these variants were described as common variants at the same positions in both VCFs. The number of variants of chromosomes of Siirt cultivar was given in Table 2. In the present study, the same variants at the same positions were pretty reliable mutations, on the contrary of the different variants at the same positions. Based on misalignment of the duplicates, a lot of false positive loci (FPL) were defined, and the most abundant FPL was created from Chr11 with four SNPs and 157 InDels. On the other hand, true negative loci (TNL) were missed owing to misalignment of the duplicates like FPL. Therefore, it not only introduces the FPL, but also obstructs the TNL. The different variants at the same positions Chr1 were controlled using IGV program and its picture was shared in Figure 1. Especially, it was estimated that such variants were corrected by marking duplicate reads and true variants were identified.

Table 2 Number of SNPs and InDels Mined from Common Variants at the Same Positions in Both VCFs

Chrs	No. of common variants at the same positions in both VCFs					
	No. of the same variants at the same positions		No. of the different variants at the same positions		Total (Same+Different)	
	SNPs	InDels	SNPs	InDels	SNPs	InDels
Chr1	76,477	9,883	5	136	76,482	10,019
Chr2	49,660	6,569	5	98	49,665	6,667
Chr3	85,384	10,233	2	149	85,386	10,382
Chr4	68,711	7,782	1	125	68,712	7,907
Chr5	52,462	6,193	2	99	52,464	6,292
Chr6	62,046	7,807	2	103	62,048	7,910
Chr7	61,797	7,210	5	100	61,802	7,310
Chr8	58,243	6,919	1	83	58,244	7,002
Chr9	73,443	8,942	1	122	73,444	9,064
Chr10	62,689	7,788	6	92	62,695	7,880
Chr11	98,763	11,153	4	157	98,767	11,310
Chr12	60,373	6,495	6	61	60,379	6,556
Chr13	69,085	7,861	9	112	69,094	7,973
Chr14	79,960	9,840	1	143	79,961	9,983
Chr15	54,784	6,203	5	94	54,789	6,297

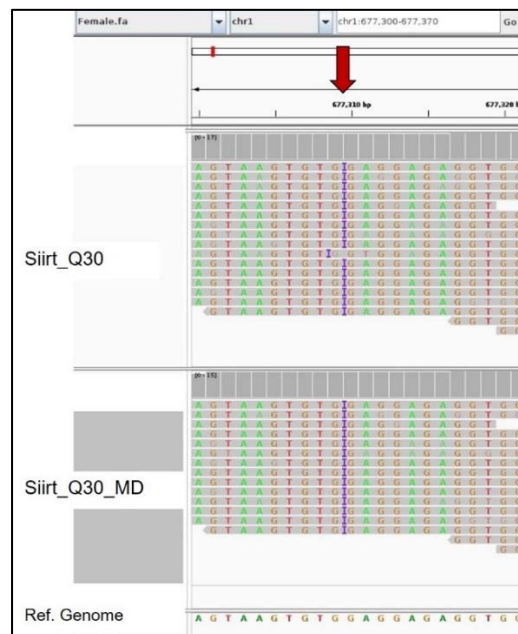


Figure 1 Mark Duplicates before and after Illustration of the Siirt BAM Files Locus Specific Position in IGV Program

Mark duplicates option is quite important for getting the TNL and eliminating the FPL. In the

current finding, BAM file passing MD stage in variant calling were caused the loss of a total of 42,413 TNL and the getting of a total 10,439 FPL (Table 3). A total of 36,856 SNPs and 5,557 InDels were TNL lost without MD, while the highest false positive SNPs and InDels were calculated as 871 and 212, respectively. Loss of the TNL was found higher than FPL and the most abundant true negative SNP loci was 3,813. Therefore, the impact of the MD was exhibited on the pistachio NGS data, which means that true negative and false positive loci may be associated with polygenic complex agricultural important traits and the loss of a number of loci was based on only bioinformatic or sequencing errors in this phase. In caution, the standard workflow of bioinformatics should be followed without throwing any steps.

Table 3 Number of TNL and FPL of Siirt Cultivar

Chrs	Absent in without MD and Present in MD (Loss of the TNL)		Absent in MD and Present in without MD (Get of the FPL)	
	SNPs	InDels	SNPs	InDels
Chr1	2,535	433	635	194
Chr2	1,848	275	489	117
Chr3	3,093	454	622	176
Chr4	2,352	360	497	129
Chr5	1,908	299	448	117
Chr6	2,023	342	463	152
Chr7	2,448	381	558	144
Chr8	1,848	281	393	122
Chr9	2,210	347	456	151
Chr10	2,249	338	473	139
Chr11	3,813	493	871	212
Chr12	2,476	292	493	113
Chr13	2,872	553	616	138
Chr14	3,261	420	754	175
Chr15	1,920	289	461	131

PCR duplicate elimination constitutes a crucial step in nearly all next-generation sequencing (NGS) variant calling pipelines. This process demands significant time and memory resources, leading to the elimination of varying proportions of reads. The neglecting or discarding PCR duplicates entails overlooking a portion of the generated sequence data. The predominant tools for PCR duplicate marking/removal are Picard and SAMTools and a formal comparison between these two algorithms was performed by Elbert *et al.* (2016). The researchers aimed to detect program potential for removing or ignoring duplicates utilizing Picard versus SAMTools. Although Picard had a pretty potential by censoring duplicates matching inter-chromosomal reads, it has several disadvantages owing to memory requirements and time. Nevertheless, this is not an insoluble reason not to prefer it.

In the realm of next-generation sequencing (NGS) variant calling pipelines, the elimination of PCR duplicates is a widely endorsed practice (Palmer *et al.*, 2023; Kafkas *et al.*, 2023; Karcı and Kafkas, 2022; Zhang *et al.*, 2023). This operation is characterized by its resource-intensive nature in terms of both time and memory (Elbert *et al.*, 2023). The primary algorithm employed for PCR duplicate removal is Picard in terms of its higher potential in working inter-chromosomal regions. Moreover, there exists limited data assessing the necessity of PCR duplicate removal. The main aim of the current paper was

to reveal the meaningful impact of PCR duplicate marking on resultant variant datasets and to discern any false positive in accuracy with Picard.

In another word, eliminating duplicate reads can notably decrease the count of mapped high-quality reads, consequently reducing the average depth of coverage. However, removing duplicates can also reduce read coverage depth, it is one of another possible effect of read depth filtering (Sims *et al.*, 2014).

Consequently, novel biotechnological and bioinformatic approaches and programs are being developed in plant breeding, but the verification of the results of such innovations takes a long time for plant species. Developed novel approaches have different detection methods to identify genes or genomic fragments associated with important agronomic features of plant species. To date, a lot of universal softwares have been developed and remain up to date for the determination of SNP, InDel, SV and CNV loci. However, this process extends to many different populations of each plant species, depending on the flowers, fruits/nuts, trees, leaves and the climatic conditions in which they are cultivated. In order to shorten this period, it is necessary to carry out some comparisons or trials. A long with this study, obtained results confirmed about the necessity of marking/removing duplicate reads.

Author Contribution

Research Design (CRediT 1) Harun Karcı (75%) – Salih Kafkas (25%)

Data Collection (CRediT 2) Harun Karcı (50%) – Salih Kafkas (50%)

Research - Data Analysis - Validation (CRediT 3-4-6-11) Harun Karcı (100%)

Writing the Article (CREDITS 12-13) Harun Karcı (100)

Editing and Development of the Text (CRediT 14) Harun Karcı (90%) – Salih Kafkas (10%)

Sample preparation of pistachio and bioinformatic analysis were carried out in Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Molecular and Bioinformatic Lab.

Funding

This research received no external funding.

Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Sustainable Development Goals

Does not support

REFERENCES

- Chen, C., Khaleel, S. S., Huang, H. & Wu, C. H. (2014). Software for pre-processing Illumina next-generation sequencing short read sequences. *Source code for biology and medicine*, 9(1), 1-11.
- Ebbert, M. T., Wadsworth, M. E., Staley, L. A., Hoyt, K. L., Pickett, B., Miller, J. & Ridge, P. G. (2016). Evaluating the necessity of PCR duplicate removal from next-generation sequencing data and a comparison of approaches. *BMC bioinformatics*, 17, 491-500.
- Faostat (2023). Statistic Database. <http://faostat.fao.org/> (accessed 23.11.19).
- Houston, D. D., Elzinga, D. B., Maughan, P. J., Smith, S. M., Kauwe, J. S., Evans, R. P. & Shiozawa, D. K. (2012). Single nucleotide polymorphism discovery in cutthroat trout subspecies using genome reduction, barcoding, and 454 pyro-sequencing. *BMC genomics*, 13, 1-17.
- Kafkas, S., Gozel, H., Karcı, H., Bozkurt, H., Paizila, A., Topçu, H. & Uzun, M. (2017, November). Marker-assisted cultivar breeding in pistachio. In *VII International Symposium on Almonds and*

Pistachios 1219 (pp. 63-66).

- Kafkas, S., Khodaeiaminjan, M., Güney, M. & Kafkas, E. (2015). Identification of sex-linked SNP markers using RAD sequencing suggests ZW/ZZ sex determination in *Pistacia vera* L. *BMC genomics*, *16*(1), 1-11.
- Kafkas, S., Ozkan, H., Ak, B., Acar, I., Atli, H. & Koyuncu, S. (2006). Detecting DNA polymorphism and genetic diversity in a wide pistachio germplasm: Comparison of AFLP, ISSR, and RAPD markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *131*(4).
- Karacı, H., Paizila, A., Güney, M., Zhaanbaev, M. & Kafkas, S. (2022). Revealing genetic diversity and population structure in Pistachio (*Pistacia vera* L.) by SSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, *69*(8), 2875-2887.
- Karacı, H. & Kafkas, S. (2022). Evaluation of genetic structure of pistachio through whole genome resequencing. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, *6*(1), 135-140.
- Li, H. & Durbin, R. (2009). Fast and accurate short read alignment with Burrows–Wheeler transform. *bioinformatics*, *25*(14), 1754-1760.
- Li, H., Handsaker, B., Wysoker, A., Fennell, T., Ruan, J., Homer, N. & 1000 Genome Project Data Processing Subgroup. (2009). The sequence alignment/map format and SAMtools. *Bioinformatics*, *25*(16), 2078-2079.
- Palmer, W., Jacygrad, E., Sagayaradj, S., Cavanaugh, K., Han, R., Bertier, L. & Michelmores, R. (2023). Genome assembly and association tests identify interacting loci associated with vigor, precocity, and sex in interspecific pistachio rootstocks. *G3*, *13*(2), jkac317.
- Sims, D., Sudbery, I., Illott, N. E., Heger, A. & Ponting, C. P. (2014). Sequencing depth and coverage: key considerations in genomic analyses. *Nature Reviews Genetics*, *15*(2), 121-132.
- Vahdati, K., Sarikhani, S., Arab, M. M., Leslie, C. A., Dandekar, A. M., Aletà, N. & Mehlenbacher, S. A. (2021). Advances in rootstock breeding of nut trees: objectives and strategies. *Plants*, *10*(11), 2234.
- Vrijenhoek, T., Kraaijeveld, K., Elferink, M., De Ligt, J., Kranendonk, E., Santen, G. & Cuppen, E. (2015). Next-generation sequencing-based genome diagnostics across clinical genetics centers: implementation choices and their effects. *European Journal of Human Genetics*, *23*(9), 1142-1150.
- Zhang, D. Y., Liu, X. M., Huang, W. J., Wang, Y., Anwarullah, K., Luo, L. F. & Gao, Z. X. (2023). Whole-genome resequencing reveals genetic diversity and signatures of selection in mono-female grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture*, 739816.

Determination of Changes in Some Factors Affecting Grain Yield in Maize (*Zea mays* L.) Crops Grown at Different Densities

Erdal GÖNÜLAL^{1*} Çetin PALTA²

¹ Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute, Konya, Türkiye

² Necmettin Erbakan University, Ereğli Faculty of Agriculture, Department of Biosystem Engineering, Konya, Türkiye

Article Info

Received: 07.02.2024
Accepted: 25.04.2024
Published: 28.06.2024

Keywords:

Maize,
Plant density,
Grain yield,
Konya.

ABSTRACT

In this study, it was tried to determine the effects of different plant densities on yield and some agricultural characteristics of some maize varieties. The experiment was conducted in Konya-Karapınar conditions in 2015 and 2016. The experiment was set up in a randomized block split plot design with 3 replications. In the study, 3 varieties (Pionner 0537, DKC 5783, KWS 6565) widely cultivated in the region were used as the main subject. As a sub-topic, with fixed row spacing (70 cm) 6 different row spacings (12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 cm) and cross double row (50x24) were used. The study consisted of a total of 63 plots, 3 types x 7 row spacing x 3 replications. As a result of the study, it was determined that different plant densities affected grain yield and some agronomic traits in maize. It was observed that grain yield increased with increasing plant density, but stem diameter decreased. It was observed that although the yield was high especially in double row cross sowing, the stem diameter value was very low. This situation causes lodging and crop losses especially in Konya region where strong winds are observed at harvest time. From this point of view, row spacings of 14 and 16 cm were found to be more suitable considering both yield and stem diameter. At the same time, it was observed that the plant density was also affected by the yield according to the varieties, and it was seen that upright-leaved varieties were more suitable for dense planting.

Farklı Sıklıklarda Yetiştirilen Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinde Tane Verimine Etki Eden Bazı Faktörlerin Değişimlerinin Belirlenmesi

Makale Bilgisi

Geliş Tarihi: 07.02.2024
Kabul Tarihi: 25.04.2024
Yayın Tarihi: 28.06.2024

Anahtar Kelimeler:

Mısır,
Bitki sıklığı,
Tane verimi,
Konya.

ÖZET

Bu çalışmada bazı mısır çeşitlerinde farklı bitki sıklıklarının verim ve bazı tarımsal özelliklere etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Deneme, Konya/Karapınar şartlarında 2015/2016 yıllarında yürütülmüştür. Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çalışmada bölgede yaygın olarak yetiştirilen 3 çeşit (Pionner 0537, DKC 5783, KWS 6565) ana uygulama olarak kullanılmıştır. Alt uygulamalar olarak sabit sıra aralığı (70 cm) ve 7 farklı sıra arası (12, 14, 16, 18, 20, 22 cm) ve çapraz çift sıra (50x24) kullanılmıştır. Çalışma 3 çeşit x 7 sıra arası x 3 tekrar olmak üzere toplam 63 parselden oluşmuştur. Çalışmada farklı bitki sıklıklarının tane verimi ve bazı tarımsal özellikleri etkilediği belirlenmiştir. Bitki sıklığı arttıkça tane veriminin arttığı fakat sap çapının azaldığı görülmüştür. Özellikle çift sıra çapraz ekimde verimin yüksek olmasına rağmen sap çapı değerinin çok düşük olduğu görülmüştür. Hem verim hem de sap kalınlığı dikkate alınarak 14 ve 16 cm sıra aralıklarının daha uygun olduğu görülmüştür. Aynı zamanda bitki sıklıklarının çeşitlere göre de verimin etkilediği görülmüş olup, dik yapraklı çeşitlerin sık ekime daha uygun olduğu görülmüştür.

To cite this article:

Gönülal, E. & Palta, Ç. (2024). Determination of changes in some factors affecting grain yield in maize (*Zea mays* L.) crops grown at different densities. *Ereğli Journal of Agricultural Sciences*, 4(1), 19-33. <https://doi.org/10.54498/ETBD.2024.30>

*Corresponding author: Erdal GÖNÜLAL, erdalgonulal@gmail.com



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

INTRODUCTION

Maize is among the most widely used plants worldwide in human nutrition and animal feeding. Maize could accumulate high quantities of dry matter and store high quantity of energy in its structure (Çelik et al., 2008; Karadavut, et al., 2010a). It is one of the most preferred plants both in our country and in the world due to its high grain yield per unit area and the use of its green parts (Sümbül and Soylu, 2022). Inherently, based on available growing conditions, plant heights may reach to 2-3 meters and number of kernels per cob may reach up to 750-800 (Kırtok, 1998). Potential uses of maize plants vary from one country to another. While it is used as animal feed in some developed countries, it is used in human nutrition in the other countries. In Türkiye, ¼ of maize cultivation is used in human nutrition and the rest is used in animal feeding (TÜİK, 2019). Worldwide, maize is cultivated over 191 630 000 hectares and annual production is around 1 102 164 000 tons. Average yield per hectare is 5.75 tons. In terms of maize cultivated lands of the world, China (22%), the USA (18%), Brasil (10%), India (5%) and European Union Countries (5%) have the first five places. In Türkiye, maize is cultivated over 5 919 000 da land area, annual production is 5.900.000 tons and average yield is 963 kg/da. Top 10 provinces where corn is grown; Konya (19%), Adana (15%), Mardin (8%), Osmaniye (6%), Karaman (5%), Sakarya (5%), Manisa (5%), Şanlıurfa (4%), Diyarbakır (4%) and Kahramanmaraş (4%), and these provinces provide 75% of Türkiye corn production.

Maize is an important crop for Turkish farmers and constitutes a source of income for quite a large portion of farmers. Maize is also a strategic crop in reduction of foreign dependency. However, desired yield levels have not been achieved yet. Therefore, research on maize should focus on yield increases. Agronomic studies focus on arrangement of row spacing and thus number of plants per unit area to improve yield levels in maize cultivation. Besides parallel with the development of animal husbandry in our country, the demand for maize is also increasing in order to meet the increasing feed demand, and studies on the performance of newly developed maize varieties with different characteristics should be carried out continuously (Erdurmuş and Soylu, 2023). Plant density, of course, vary based on cultivar characteristics, climate and soil conditions. Besides growing techniques, plant density, fertilization and harvest like practices, maize yields are also largely influenced by regional climate, financial conditions of the farmers and several other factors (Kırtok, 1998). On-row plant spacing is among the most significant factors designating maize yield. It designates type of growth in growing ambient, excessive density and infrequency negatively influence yield and quality (Daynard and Muldoon, 1983; Palta et al., 2011).

Physiologically, maize is a C4 plant and able to use carbon dioxide, solar radiation and water more efficiently than the C3 plants. Agronomic practices with a great impact on dry matter accumulation should not be considered separately from irrigation water use efficiency (Karadavut et al., 2010a). However, maize is quite sensitive to water stress to be encountered in any growth stages throughout the growing season. Therefore, maize response to potential water stress is quite high (Gönülal and Soylu, 2019). Maize response to water deficits may vary based on growth stages (Çakır, 2004). The ideal precipitation in maize farming is defined as between 500–1200 mm (Belfield and Brown, 2008). It is expected that recent drought and increasing prospective droughts will greatly influence plant production. Therefore, efficient water use programs should urgently be developed. In this sense, newly developed cultivars are expected to have high water use efficiencies. Passioura and Angus (2010) defined irrigation water use efficiency as the yield per unit of water consumption.

Çokkızgın (2002) pointed out that initially proper agronomic conditions should be provided to increase yields in maize. Karadavut et al. (2010b) pointed out significance of number of plants per unit area in growth and development of silage maize. Maize has a high physiological adaptation capability and genotype x environment interactions should definitely be taken into consideration in regional

production planning (Karadavut and Akıllı, 2012). Palta et al. (2011) indicated that water and nitrogen use efficiencies especially in cob formation and grain-fill stages designated maize yields. Konuşkan and Gözübenli (2001) pointed out that with increasing planting density, plant height and tassel flowering time increased, while stem thickness and grain weight per cob decreased. It has been determined that as plant density increases, single plant yield decreases, but the yield per unit area increases up to a certain limit, and if the plant density is higher than normal, a decrease in yield is observed due to the presence of cobless plants. Taş et al. (2016) reported that with increasing plant density, plant height and biomass yield increased, but stem diameter decreased.

In this study, effects of different plant densities on yield and yield components of maize cultivars commonly grown under irrigated conditions of Central Anatolia.

MATERIALS AND METHODS

The experiments were conducted over the experimental fields of Soil and Water Resources and Combating Desertification Research Institute, Karapınar Erosion Research Center for two years in 2015 and 2016 maize growing seasons. Experiments were implemented in randomized blocks – split plots experimental design with 3 replications. In present experiments, commonly grown 3 maize cultivars of the region (Pionner 0537, DKC 5783, KWS 6565) were used as the main treatments and 6 different on-row plant spacings (12, 14, 16, 18, 20, 22 cm) with a constant row spacing (70 cm) and (CDR) cross double row (50*24 cm) were used as sub-treatments. There were 63 plots (3 cultivars x 7 on-row plant spacing x 3 replications). Amount of fertilizers to be applied throughout the vegetation period was determined based on soil analysis results and fertilizers were applied as to complete the soil nutrients to 25 kg/da nitrogen, 8 kg/da phosphorus and potassium. All of the phosphorus fertilizer and 3 kg of nitrogenous fertilizer in DAP (18-46) form were applied at sowing and remaining portion of nitrogenous fertilizer was applied in portions through fertigation method of drip irrigation system. Experimental fields were prepared for sowing through soil tillage with moldboard plow, rototiller and harrow. Sowing was performed manually at 5 cm depth on 3rd of May in 2015 and 5th of May in 2016. Plot size was 2.80 x 5.00=14 m² at sowing and 1.40 x 3=4.2 m² at harvest considering the side effects (4 rows were harvested from each plot).

Karapınar, where the study was carried out, has an arid and semi-arid climate (Armağan and Işık, 2022), long-term averages for climate parameters are provided in Table 3.2. Average temperature of Karapınar town is 11.0°C with the greatest average temperature (22.8°C) in July and the lowest average temperature (-0.7 °C) in January. Considering the growing season of maize, average temperature is 10.6°C in April, 15.4 °C in May, 19.6°C in June, 22.8°C in July, 22.1°C in August and 17.5 °C in September. Long-term annual average temperature is 291.2 mm and 118.8 mm is falling during the growing seasons of maize (April/September). In the first year of the study (2015), annual total precipitation was 186.3 mm which was quite below the long-term average and 97 mm was falling between April/September. In the second year (2016), annual total precipitation was 286.2 mm and 98.6 mm was falling between April/September. (Table 1).

Table 1 Some Climate Data of Karapınar District where the Research was Conducted

Year	Months	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	October	Ave./Total
Long years 1963- 2015	Ave.Tem. (°C)	-0,7	0,8	5,1	10,6	15,4	19,6	22,8	22,1	17,5	11,6	5,5	1,5	11
	Max.Tem.(°C)	13,9	16	21,4	26,9	30,5	34	36,6	36,5	33,1	28,8	20,8	15,2	26,1
	Min.Tem..(°C)	-15,5	-15,9	-10,5	-3,9	0,9	5,6	8,9	7,9	2,0	-3,3	-9,0	-14,0	-3,9
	Rain (mm)	29,9	27,1	27,2	35,9	35,4	25,3	8	4,1	10,1	23,6	27,4	37,2	291,2
2015	Ave.Tem. (°C)	0,7	2,8	6,6	8,6	15,4	16,6	23	23,4	20,6	13,8	5,4	-2,6	11,2
	Max.Tem.(°C)	16,1	18,6	21,6	25,8	31,6	28,8	37	35,1	35,9	37,2	18	7,3	25,3
	Min.Tem..(°C)	-20,3	-16,7	-8,5	-8,4	0,7	6,2	7,7	9,2	5,6	0,5	-14,4	-13,5	-4,3
	Rain (mm)	13,2	24,9	45,4	16,6	28	46,4	0	5,2	0,8	3,6	1,6	0,6	186,3
2016	Ave.Tem. (°C)	0,2	6,5	7,7	14,2	16	21,8	24	24,4	17,4	13,1	4,9	-2,3	12,3
	Max.Tem.(°C)	16,3	21,4	25,3	28,1	30,7	35	37,8	36,3	32,0	28,2	21,8	9,4	26,9
	Min.Tem..(°C)	19,2	-10	-7,4	-1,9	3	7,7	9,9	11,1	5,1	2,1	-7,6	-17,6	1,1
	Rain (mm)	40,8	7,2	34,4	8,1	27,7	25	8	3,4	26,4	0,4	4,8	100	286,2

Climate data were taken from Konya Soil, Water and Deserting Control Research Institute

Soil samples were taken from 0 – 30 cm soil profile of experimental fields. Experimental soils were sandy-clay-loam (SCL) in texture at 0 – 30 cm soil layer, which was prone to erosion and clay (C) after 30 cm depth. Soil bulk density was 1.37 g/cm³ in upper layer and 1.22 g/cm³ in lower layer. Soil infiltration rate was measured as 10 mm/h. Soils were poor in organic matter, high in lime content. Soil pH values varied between 7.8–8.2 and there was no salinity problem (Table 2).

Table 2 Analysis Results of Some Soil Characteristics of the Research Site

Depth (cm)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture	FC (%)	FP (%)	volume weight (g/cm ³)	pH	EC (dSm ⁻¹)	Lime (%)	Organic Matter (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)
0-30	58,1	22,8	19,1	SCL	20	9,6	1,37	7,8	0,42	33,5	1,3	14,5	33
30-60	30,1	20,3	49,6	C	24,5	12,6	1,30	8,1	0,45	28,7	1,1	5,7	26
60-90	16,0	24,4	59,6	C	28	15,4	1,22	8,2	0,44	29,4	0,6	2,6	24

Konya Soil, Water and Deserting Control Research Institute Laboratory

Irrigations were performed through drip irrigation system. Amount of applied irrigation water was measured as 690 mm in 2015 and 680 mm in 2016. Following the physiological maturity, kernel harvest was performed manually on 25th of October in 2015 and 1st of November in 2016. Plot yields were corrected based on 15% moisture content and yield per decare was calculated (Gönülal and Soylu, 2020). Besides kernel yield, cob diameter, plant height, number of kernels per cob, kernel weight per cob, thousand-kernel weight, cob height and lead angle parameters were also investigated. The methods specified in Anderson *et al.* (1984), Eichelberger *et al.* (1989) and Gönülal and Soylu (2019) were used in analysis of investigated parameters. Irrigation water use efficiency (IWUE) was calculated with the use of Equation 1 (Howell *et al.*, 1990):

$$IWUE: Y/I(1)$$

where;

$$IWUE: \text{Irrigation water use efficiency} \left(\frac{\text{kg}}{\frac{\text{da}}{\text{mm}}} \right),$$

Y: Kernel yield (kg da⁻¹),

I: Irrigation water quantity (mm)

Statistical analyses were conducted with the use of MINITAB 18 statistical analysis software. Analysis of variance was conducted to determine the significance of differences between the treatments and between the cultivars. Significant means were compared with the use of LSD test to identify which treatment or treatments, cultivar or cultivars resulted in such differences in significant treatments and cultivars. Pearson correlation analysis was conducted to identify the relationships between the investigated parameters.

RESULT AND DISCUSSION

Yields at 7 different sowing densities are provided in Table 3. As can be inferred from the table, significant differences were not observed in yields of the cultivars. On the other hand, sowing density treatments significantly influenced the yields. The greatest yield (1765.3 kg da⁻¹) was obtained from cross double row (CDR), it was followed by 12 cm spacing (1663.8 kg da⁻¹) and the lowest yield (1024.3 kg da⁻¹) was obtained from 22 cm spacing. Cultivar x density interactions were found to be significant. In terms of the yields of interactions, the greatest value (1779.6 kg da⁻¹) was obtained from CDR of Pioneer 0537 cultivar, followed by CDR of DKC 5783 cultivar (1779.3 kg da⁻¹). Plants got into competition for light with increasing densities. Plants then had taller heights accordingly. Kırılmaz and Marakoğlu (2018), reported that the highest grain yield was double row with 2233 kg da⁻¹ and the lowest grain yield from 16 planting density with 1526 kg da⁻¹. Present findings comply with the results of, Ogunlela et al. (1988), Aydın (1991), Sezer and Yanbeyi (1997) reporting increasing plant heights with increasing sowing densities. Russel and Balko (1980), Gözübenli (1997), Simenov and Tsankova (1990), Kaplan and Aktaş (1993), Uslu ve Karaaltın (1999) and Çokkızgın (2002) indicated that agronomic practices were not solely sufficient in yield increases, sufficient nutrient supply should also be provided for yield increases.

Table 3 Cultivar, Density and Cultivar x Density Interactions for Yield (kg da⁻¹)

Density	Cultivars			Density means
	Pionner 0537	KWS 6565	DKC 5783	
12	1684.2 b	1660.7 b	1646.4 b	1663.8 AB
14	1681.9 b	1547.4 c	1628.6 b	1619.3 B
16	1397.2 d	1520.4 c	1493.8 c	1470.4 C
18	1215.2 e	1257.1 e	1258.8 e	1243.7 D
20	1120.5 f	1204.6 g	1212.5 g	1179.2 D
22	985.8 i	1081.8h	1005.4 hi	1024.3D
CDR	1779.6 a	1737.0 a	1779.3 a	1765.3 A
Cultivar means	1409.2 A	1429.8 A	1432.1 A	

CDR: Cross double row (50*24 cm) * significance at p<0.05 level

1000 grain weight of the cultivars at different sowing densities are provided in Table 4. Differences in thousand-kernel weights of the cultivars were not found to be significant. The greatest thousand-kernel weight (268.91 g) was obtained from Pionner 0537 cultivar, respectively followed by KWS 6565 cultivar (265.61 g) and DKC 5783 cultivar (256.05 g). However, significant differences were observed in 1000 grain weight at different sowing densities. The greatest 1000 grain weight (281.74 g) was obtained from 22 cm spacing, followed by 20 cm spacing (276.23 g). The lowest value (224.9 g) was obtained from 12 cm spacing. For 1000 grain weight, cultivar x density interactions were found to be significant. The greatest value (302.7 g) was obtained from 20 cm spacing of KWS 6565 cultivar and the lowest (211.5 g) from 12 cm spacing of DKC 5783 cultivar. Significance of cultivar x density interaction was resulted from the changing number of plants per unit area with changing density and resultant effects of such changes on physiological development accordingly. According to present findings, ideal on-row plant spacing was identified as 20 cm for KWS 6565 cultivar, 14 cm for Pionner 0537 cultivar and 18 cm for DKC 5783 cultivar. Taş (2010) investigated the effect of different row spacing (10, 14, 18, 22, 26 cm) on yield and factors affecting yield in Harran Plain conditions and reported that cob length, cob diameter, cob weight and thousand grain weight decreased as plant density increased.

Table 4 Cultivar, Density and Cultivar x Density Interactions for Yield ($kg\ da^{-1}$)

Density	Cultivars			Density means
	Pionner 0537	KWS 6565	DKC 5783	
12	237.4 e	225.9 ef	211.5 f	224.9 B
14	285.9 ab	245.2 de	249.9 cde	260.3 AB
16	269.8 bc	290.4 a	261.9 c	274.0 A
18	260.6 c	269.6 bc	278.7 b	269.9 A
20	269.4 bc	302.7 a	258.1 c	276.23 A
22	281.3 b	286.9 ab	277.1 b	281.74 A
CDR	278.0 b	238.6 e	255.2 cd	257.9 AB
Cultivar means	268.91 A	265.61 A	256.05 A	

CDR: Cross double row (50*24 cm) * significance at $p < 0.05$ level

In terms of kernel weight per cob, cultivars, densities, cultivar x density interactions were found to be significant. In terms of kernel weight per cob of cultivars, the greatest value (179.61 g/cob) was obtained from KWS 6565 cultivar and the lowest value (168.63 g/cob) from Pionner 0537 cultivar (Table 5). In terms of sowing densities, the greatest value (192.4 g/cob) was obtained from 22 cm spacing, it was followed by 20 cm spacing (185.6 g/cob) and the lowest value (152.9 g/cob) was obtained from 12 cm spacing. In terms of cultivar x density interactions, the greatest value (201.9 g/cob) was obtained from 22 cm spacing of KWS 6565 cultivar and the lowest value (151.5 g/cob) was obtained from 12 cm spacing of KWS 6565 cultivar. Kernel weight per cob decreased with decreasing on-row plant spacings. In this sense, it could be stated that decreasing plant spacings hindered cob development. Especially at dense sowings, plants are not able to get sufficient light and wind and together with the other environmental factors, plants get into competition and such competitions hinder physiological development of the plants. Gözübenli (1997), Nimje and Seth (1988), Hutchinson et al. (1988) and Çokkızgım (2002) indicated that density did not have significant effects on cob characteristics in cases where sufficient nutrient supply was not provided, but reduction of on-row plant spacing might be effective in yield increases provided that sufficient nutrient supply was provided. Present findings in this sense comply with those earlier ones.

Table 5 Cultivar, Density and Cultivar x Density Interactions for Kernel Weight Per Cob (g)

Density	Cultivars			Density means
	Pionner 0537	KWS 6565	DKC 5783	
12	155.6 d	151.5 d	151.6 d	152.9 D
14	185.1 b	166.9 cd	182.5 bc	176.9 BC
16	170.9 c	191.9 ab	189.0 b	183.9 AB
18	171.9 c	177.2 bc	186.7 b	178.6 ABC
20	173.5 c	186.7 b	196.7 a	185.6 AB
22	182.5 bc	201.9 a	196.7 a	192.4 A
CDR	171.3 c	164.8 cd	171.5 c	169.2 C
Cultivar means	168.63 B	179.61 A	174.60 AB	

CDR: Cross double row (50*24 cm) * significance at $p < 0.05$ level

In terms of number of kernel per cob, cultivars and cultivar x density interactions were found to be significant, but density treatments were not found to be significant. Differences in number of kernels per cob of the cultivars were significant. The greatest number of kernels per cob (746.3) was obtained from DKC 5783 cultivar and the lowest (685.3) from Pionner 0537 cultivar. On-row plant spacings did not have significant effects on number of kernels per cob. The greatest value (722.6) was obtained from 22 cm spacing and the lowest (699.7) from CDR (Table 6). In terms of the number of kernels per cob of the interactions, the greatest value (806.2) was obtained from 20 cm spacing of DKC 5783 cultivar, it was followed by 16 cm spacing of DKC 5783 cultivar (762.7) and the lowest value (654.4) was obtained from 20 cm spacing of KWS 6565 cultivar. Present findings revealed that cultivar response varied with the densities probably because of genotypic characteristics of the cultivars. Each genotype should be supplied with ideal environmental conditions identified in breeding programs. A successful practice is only possible with the supply of desired requirements. Farmers should be informed about this issue and ideal or close to ideal conditions should be supplied. Supporting present findings, Lemcoff and Loomis (1986), Nimje and Seth (1988), Kaplan and Aktaş (1993), Paradkar and Sharma (1993) and Tüfekçi and Karaltın (2001) reported a fair amount of increase in number of kernels per cob with increasing densities, but indicated that without fertilization, it would be impossible to achieve high increases. Researchers indicated thsaglamat nitrogenous fertilizers increased number of kernels per cob and on-row plant spacing was not alone sufficient to increase number of kernels per cob.

Table 6 Cultivar, Density and Cultivar x Density Interactions for Number of Kernels Per Cob

Density	Cultivars			Density means
	Pionner 0537	KWS 6565	DKC 5783	
12	695.6 cd	712.7 cd	744.2 bc	717.5 A
14	684.7 de	726.0 c	758.0 b	722.9 A
16	684.7 de	706.7 cd	762.7 b	718.0 A
18	703.6 cd	695.3 cd	709.1 cd	702.7 A
20	683.1 de	654.4 de	806.2 a	714.6 A
22	688.9 d	745.1 b	734.0 bc	722.6 A
CDR	656.5 de	732.5 bc	710.2 cd	699.7 A
Cultivar means	685.3 B	710.4 AB	746.3 A	

Density and Cultivar x density interactions are not significant, CDR: Cross double row (50*24 cm)

For stem diameters, density and cultivar x density interactions were found to be significant, but cultivars were not found to be significant (Table 7). The greatest stem diameter (29.2 mm) was obtained from KWS 6565 cultivar and the lowest (27,6 mm) from DKC 5783 cultivar. In terms of on-row plant spacing (density), the greatest value (32.8 mm) was obtained from 22 cm spacing and the lowest (24.1 mm) from CDR. For cultivar x density interactions, the greatest value (35.5 mm) was obtained from 22 cm spacing of KWS 6565 cultivar and the lowest (23.3 mm) from CDR of KWS 6565 cultivar. Generally increasing stem diameters were observed with increasing on-row plant spacings. It is an expected case since plants get into more competition for light and nutrients as the on-row plant spacings decreased. Plants try to increase their heights to compete, thus stem diameter decreased as the plant height increased. Stem diameters changes with the spacings. Especially in sparse sowing, plants had more available growth ambient, thus exhibited faster growth. Stem diameters therefore increased in plants not getting into competition. Eskandarnejad et al. (2013) reported that double row planting increased grain yield and the amount of grain per cob, but the cob length and stem diameter reduced. Present findings on stem diameters comply with the findings of Dostolek and Hruska (1985), Aydın (1991), Öktem (1996) and Uslu and Karaltın (1999).

Table 7 Cultivar, Density and Cultivar x Density Interactions for Stem Diameter (mm)

Density	Cultivars			Density means
	Pionner 0537	KWS 6565	DKC 5783	
12	25.7 cd	27.9 bc	24.6 cd	26.0 C
14	26.6 bc	27.9 bc	28.1 b	27.5 BC
16	26.2 bcd	28.7 ab	27.3 bc	27.4 BC
18	29.8 a	30.2 a	28.6 ab	29.5 B
20	29.1 ab	31.3 a	30.8 a	30.4 AB
22	32.4 a	35.5 a	30.4 a	32.8 A
CDR	24.9 ab	23.3 bc	24.0 b	24.1 BC
Cultivar means	27.8 A	29.2 A	27.6 A	

CDR: Cross double row (50*24 cm) * significance at $p < 0.05$ level

The differences in plant heights of the cultivars were not found to be significant (Table 8). The greatest plant height (264.9 cm) was obtained from Pionner 0537 cultivar and the lowest (257.0 cm) from KWS 6565 cultivar. Significant differences were observed in plant heights of densities. The greatest value (284.1 cm) was obtained from CDR, it was followed by 22 cm spacing (265.0 cm) and the lowest (265.0 cm) values (251.6 cm) was obtained from 20 cm spacing. However, plant heights at 20 cm spacing were not significantly different from the plant heights at 12, 14, 16 and 18 cm spacings. It was expected herein that plants should have taller heights at denser sowings. However, limited number of irrigations and soil nutrients result in significant competitive losses in plant especially in dense sowings. Dense sowing put the plants into a competition for sunlight, then taller plants are encountered. Present findings comply with the results of, Ogunlela et al. (1988), Aydın (1991), Sezer and Yanbeyi (1997), Özata et al. (2016) and Bayram (2017) indicating taller plants with increasing densities.

Table 8 Cultivar, Density and Cultivar x Density Interactions for Plant Height (cm)

Density	Cultivars			Density means
	Pionner 0537	KWS 6565	DKC 5783	
12	258.8 bc	256.9 bc	255.9 bc	256.2 BC
14	262.1 b	255.1 bc	253.1 bc	255.4 BC
16	261.9 b	255.1 bc	253.6 bc	256.9 BC
18	253.6 bc	248.8 c	258.6 bc	253.6 BC
20	251.1 bc	250.8 c	248.8 c	251.6 C
22	267.8 b	260.7 b	266.7 b	265.0 B
CDR	295.6 a	275.7 ab	281.1 a	284.1 A
Cultivar means	264.9 A	257.0 A	259.7 A	

CDR: Cross double row (50*24 cm) * significance at $p < 0.05$ level

Cob heights were influenced by plant height. Increasing cob heights are encountered with increasing plant heights. Cob heights of the experimental treatments are provided in Table 9. In terms of cob heights, cultivars, densities and cultivar x density interactions were all found to be significant. For cob heights of the cultivars, the greatest value (104.3 cm) was obtained from DKC 5783 cultivar and the lowest (81.6 cm) from KWS 6565 cultivar. In terms of on-row plant spacings, the greatest cob height (116.4 cm) was obtained from CDR and the lowest (78.9 cm) from 20 cm spacing. For interactions, the greatest value (123.3 cm) was obtained from CDR of Pionner 0537 cultivar and the lowest (62.1 cm) from 18 cm spacing of KWS 6565 cultivar. In terms of cob height, 12 cm spacing was remarkable. Plant, trying to increase plant height, also try to increase cob heights. The first cob height of the experimental treatments varied between 50.1-98.6 cm. Present findings on cob heights comply with the findings of previous studies (Ülger *et al.*, 1986; Gözübenli, 1997; Sezer and Yanbeyi, 1997; Uslu ve Karaaltın, 1999; Çokkızgın 2002). Increasing number of plants per unit area resulted in having greater cob heights. The first cob heights increased parallel to increasing plant heights.

Table 9 Cultivar, Density and Cultivar x Density Interactions for Cob Height (cm)

Density	Cultivars			Density means
	Pionner 0537	KWS 6565	DKC 5783	
12	104.2 ab	94.7 c	115.9 a	104.9 AB
14	98.7 bc	89.0 cd	103.1 ab	96.9 BC
16	100.8 bc	86.7 cd	103.0 abc	96.8 BCD
18	87.8 cd	62.1 e	101.8 abc	83.9 CD
20	84.8 d	94.764.1	87.8 cd	78.9 D
22	91.1 cd	69.3 e	98.1 bc	86.2 CD
CDR	123.3 a	105.4 ab	120.6 a	116.4 A
Cultivar means	98.7 A	81.6 B	104.3 A	

CDR: Cross double row (50*24 cm) * significance at $p < 0.05$ level

Leaf growth and development designate plant growth and development. Position of leaves, the primary source of photosynthesis, may influence photosynthetic activity. Photosynthesis ability decreases in leaves developing perpendicular to the light and increases in leaves developing horizontal to light. In present study, leaf angles were tried to be identified. Resultant values are provided in Table

10. In terms of leaf angles, on-row plant spacings were not found to be significant, but cultivar x density interactions were found to be significant. The greatest leaf angle (61.51 °C) was observed in Pionner 0537 cultivar and the lowest (55.41 °C) in KWS 6565 cultivar. Therefore, it could be stated that KWS 6565 cultivar had less photosynthesis potential than the other two cultivars. For on-row plant spacings, the greatest leaf angle (63.4 °C) was obtained from CDR and the lowest value (54.9 °C) was obtained from 18 cm spacing. Similar findings were also reported by Sağlamtimur et al. (1989) and Swason and Zuber (1996). Supporting present findings, Saruhan and Şireli (2005) and Bahadur et al. (1999) reported decreasing number of leaves with increasing plant densities. Decrease in number of leaves then changed leaf angles based on plant density and solar radiation. Contrary to present findings, Emeklier and Kün (1988) reported increasing number of leaves with increasing plant densities. Such differences were attributed to genotypes and ecological conditions effective throughout the growing season.

Table 10 Cultivar, Density and Cultivar x Density Interactions for Leaf Angle

Density	Cultivars			Density means
	Pionner 0537	KWS 6565	DKC 5783	
12	62.3 a	55.7 ab	59.8 ab	59.26 A
14	61.3 a	55.1 b	62.3 a	59.57 A
16	62.1 a	55.8 ab	59.8 ab	59.23 A
18	60.8 a	54.9 b	61.6 a	59.10 A
20	60.8 a	55.1 b	62.1 a	59.33 A
22	59.8 ab	55.0 b	61.6 a	58.80 A
CDR	63.4 a	56.5 ab	60.7 a	60.21 A
Cultivar means	61.51 A	55.41 B	61.13 A	

CDR: Cross double row (50*24 cm) * significance at p<0.05 level

In terms of irrigation water use efficiencies, cultivars were not found to be significant, but on-row plant spacings and cultivar x spacing interactions were found to be significant. Irrigation water efficiencies of the cultivars were quite close to each other. The greatest value (2.30 kg/da/mm) was obtained from KWS 6565 cultivar and the lowest (2.27 kg/da/mm) from Pionner 0537 cultivar. In terms of on-row plant spacings, the greatest value (2.87 kg/da/mm) was obtained from CDR and the lowest (1.63 kg/da/mm) from 22 cm spacing (Table 11). On-row plant spacings slightly influenced irrigation water efficiencies. Since irrigation water efficiency is directly related to physiology of the cultivars, it could be stated that on-row plant spacings had limited effects on physiological processes. Considering the interactions, the greatest value (2.9 kg/da/mm) was observed in Pionner 0537 and DKC 5783 cultivars and the lowest value (1.6 kg/da/mm) was observed in 22 cm spacing of the same cultivars. Caldwell et al. (1994) reported water consumption of drip-irrigated maize plants as between 746–801 mm, Uzunoğlu (1991) reported the same values as between 440–809 mm.

There were significant negative correlations between yield and kernel weight per cob ($r=-0,464^{**}$) and between yield and stem diameter ($r=-0,587^{**}$). There were significant positive correlations between yield and plant height ($r=0,332^{**}$) and between yield and cob height ($r=0,609^{**}$). However, the correlations between thousand-kernel weight and kernel weight per cob were quite remarkable. Thousand-kernel weight and kernel weight per cob had significant negative correlations with irrigation water use efficiencies. In other words, decreasing kernel yields and weights were observed with increasing irrigation water use efficiencies. As expected, there were significant positive correlations between plant height and cob height ($r=0,569^{**}$).

Table 11 *Cultivar, Density and Cultivar x Density Interactions for Irrigation Water Use Efficiency (IWUE)*

<i>Density</i>	<i>Cultivars</i>			<i>Density means</i>
	Pionner 0537	KWS 6565	DKC 5783	
12	2.7 a	2.7 a	2.6 ab	2.67 AB
14	2.7 a	2.6 ab	2.6 ab	2.59 B
16	2.2 bc	2.4 b	2.4 b	2.33 C
18	2.0 bc	2.0 bc	2.0 bc	2.00 D
20	1.8 bcd	1.9 bc	1.9 bc	1.87 D
22	1.6 cd	1.7 bcd	1.6 cd	1.63 E
CDR	2.9 a	2.8 a	2.9 a	2.87 A
Cultivar means	2.27 A	2.30 A	2.29 A	

CDR: Cross double row (50*24 cm)

CONCLUSION

In Turkey, maize farming is practiced in irrigated lands. In arid and semi-arid climate zones, insufficient precipitation or irregular distribution of the precipitations may put maize farming into trouble. Therefore, irrigation designate the yields in maize farming. Despite increasing significance of irrigation, water resources used in agriculture are continuously decreasing, but demands for irrigation water in arid and semi-arid regions are also increasing. Irrigation water use efficiencies thus should be improved for high yields. In this sense, the balance between plant water consumption and dry matter production should be well-established in irrigation practices.

Besides sufficient supply of water requirement, efficient use of water is also a significant issue in maize farming. Therefore, efficient water using cultivars should be selected and agronomic practices facilitating efficient water use should be performed. The primary objective of the present study was to identify the best cultivar and on-row plant spacing for efficient water use in maize farming. Present findings revealed that cultivars did not exhibit significant differences in irrigation water use efficiencies, but significant differences were observed in irrigation water use efficiencies at different on-row plant spacings. The most appropriate on-row plant spacing was identified as CDR. However, method of irrigation is more effective than irrigation water quantity in identification of irrigation water use efficiency. Therefore, irrigation water use efficiencies of flooding, sprinkler or drip irrigation methods should be taken into consideration.

As a result of the study, it was determined that different plant densities affected grain yield and some agronomic traits in maize. It was observed that grain yield increased with increasing plant density but stem diameter decreased. It was observed that although the yield was high especially in double row cross sowing, the stem diameter value was very low. This situation causes lodging and crop losses especially in Konya region where strong winds are observed at harvest time.

From this point of view, row spacings of 14 and 16 cm were found to be more suitable considering both yield and stem diameter. At the same time, it was observed that the plant density was also affected by the yield according to the Cultivars, and it was seen that upright-leaved Cultivars were more suitable for dense planting

Author Contribution

Research Design (CRediT 1) Erdal GÖNÜLAL (%70) – Çetin PALTA (%30)

Data Collecting (CRediT 2) Erdal GÖNÜLAL (%60) – Çetin PALTA (%40)
Research - Data Analysis - Validation (CRediT 3-4-6-11) Erdal GÖNÜLAL (%50) – Çetin PALTA (%50)
Writing the Article (CRediT 12-13) Erdal GÖNÜLAL (%65) – Çetin PALTA (%35)
Editing and Development of the Text (CRediT 14) Erdal GÖNÜLAL (%80) – Çetin PALTA (%20)

Funding

The study did not receive any financial support.

Conflict of Interest

There is no conflict of interest.

Sustainable Development Goals

Does not support

REFERENCES

- Anderson, E.L., Kamprath, E.J., Moll, R.H. & Jackon, W.A. (1984). Effect of N fertilization on silk synchrony, ear number and growth of semiprofilic maize genotypes. *Crop Science*, 24, 663-666.
- Armağan, M. & Işık, M.İ. (2022). The drought tolerant halophyte plants that can be used for pasture improvement in Karapınar (Konya). *Eregli Journal of Agricultural Science*, 2(2), 67-74.
- Aydın, H. (1991). Under the conditions of Çukurova II. effect of different nitrogen doses and spacing between rows on yield and yield components in crop maize (*Zea mays* L.). Ç.Ü. Graduate School of Science, *Department of Field Crops, Master Thesis. Adana, Turkey.*
- Bahadur, M.M., Ashrafuzzaman, M., Chowdhury, M.F. & Shahidullah, S.M. (1999). Growth and yield component responses of maize as affected by population density. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 2(4), 1092– 1095.
- Bayram, G. (2017) İkinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısırdaki ekim şekilleri ile farklı bitki sıklıklarının verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 20 (Özel Sayı), 97-101.
- Belfield, S. & Brown, C. (2008). Field crop manual: Maize; A guide to upland production in Cambodia, New south Wales department of primary industries. ISBN 9780734718822.
- Caldwell, D.S., Spurgeon, W.E. & Manges, H.L. (1994). Irrigation frequency for underground drip irrigation corn. *Trans. ASAE*, 37(1994), 1099–1103.
- Çakır, R. (2004). Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Elsevier, Field Crops Research* 89, 1–16.
- Çelik, H., Katkat, A.V., Aşık, B.B. & Turan, M.A. (2008). Effects of soil applied humic substances to dry weight and mineral nutrients uptake of maize under calcareous soil conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science* 54, 605–614.
- Çokkızgın, A. (2002). *Determination of different nitrogen doses and row distances in Kahramanmaraş conditions. The effect on yield, yield components and physiological properties in corn (Zea mays L.)*. K.S.Ü. Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Field Crops, Master Thesis, K.Maraş, Turkey.

- Daynard, T.B. & Muldoon, J.F. (1983). Plant-to-plant variability of maize plant growth at different densities. *Can. J. Sci.*, 63,45-59.
- Dostalek, R. & Hrusk, L. (1985). Effect of crop density on the production in maize seed. *Rastlinna Vyroba* 31(10), 1103-1110.
- Eichelberger, K.D., Lambert, R.J., Below, F.E. & Hegeman, R.H. (1989). Divergent phenotypic recurrent selection for nitrate reductase activity in maize. II. Efficient use of fertilizer nitrogen. *Crop Science*, 29, 1398-1400.
- Emeklier, H.Y. & Kün, E. (1988). Second crop corn and silage corn growing opportunities in wet conditions in Central Anatolia and determination of feed values. *Nature Agriculture and Forestry Magazine*, 12(2), 178-179.
- Erdurmuş, D. & Soylu, S. (2023). Afyonkarahisar koşullarında silajlık mısır çeşitlerinin yeşil ot ve kuru madde verimlerinin belirlenmesi. *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2),43-50. <http://dx.doi.org/10.54498/ETBD.2023.21>.
- Eskandarnejad, S., Khorasani, S.K., Bakhtiari, S. & Heidarian, A.R. (2013). Effect of row spacing and plant density on yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* L. *Saccharata*) varieties, *Advanced Crop Science*, 3(1):81-88.
- Gönülal, E. & Soylu, S. (2019). Effects of water restrictions in different phenological periods on some agricultural characteristics of corn (*Zea mays* L.), *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*. 6(4), 753–758.
- Gönülal, E. & Soylu, S. (2020). Effects of water stress applications in different phenological periods on grain yield, irrigation water usage efficiency and cost in corn plant (*Zea mays* L.). *Bahri Dağdaş Plant Research Journal*. 9 (1), 11-20.
- Gözübenli, H. (1997). In different nitrogen applications, II. Determination of nitrogen utilization efficiency of some corn genotypes grown as crops. Ç.Ü. Graduate School of Science, PhD Thesis. Adana, Turkey.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H. & Solomon, K.H. (1990). Crop yield response. "Manegement of Farm Irrigation Systems, Edit. G.J. Hoffman., T.A. Howell., K.H. Solomon." Chap. 5. An ASAE Monograph, s. 93-116, St. Joseph, MI
- Hutchinson, R.L., Sharpe, T.R. & Slaughter, R. (1988). Corn plant population and N. Stady. Lousiana *Agricultural Experiment Station (1988)*, 116-117.
- Kaplan, M., & Aktas, M. (1993). Comparison of the efficiency of ammonium nitrate and urea fertilizers in hybrid corn and determination of nitrogen fertilizer requirement of this plant. *Turk. J. Agric. For.*, 17, 649-657.
- Karadavut, U., Palta, Ç., Kökten, K. & Bakoğlu, A. (2010a). "Comparative study on some non-linear growth models for describing leaf growth of maize", *International Journal of Agriculture & Biology*, 12, 227-230.
- Karadavut, U., Genç, A., Tozluca, A. & Palta, Ç. (2010b). "Analysis of dry matter accumulation using some mathematical growth models in silage and seed corns", *Journal of Agricultural Sciences*, 16, 89-96.
- Karadavut, U. & Akıllı, A (2012). Genotype-environment interaction and phenotypic stability analysis for yield of corn cultivar. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 2(3), 220-224.
- Kırtok, Y. (1998). Production and use of corn. Kocaoluk Printing and Publishing House, Tarsus. 445p.

- Kırılmaz., H. & Marakoğlu, T. (2018). Tanelik mısır üretiminde çift sıra ekim yöntemlerinin verim ve verim parametrelerine etkisi, *Selcuk J Agr Food Sci*, 32 (3), 297- 304.
- Konuşkan, Ö. & Gözübenli, H. (2001). İkinci ürün olarak yetiştirilen bazı melez mısır çeşitlerinde bitki sıklığının verim ve verimle ilişkili özelliklere etkisi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 10, 50-58.
- Lemcoff, J.H., & Lomis, R.S. (1986). Nitrogen influences on yield determination in maize, *Crop Sci.*, 26,1017-1022.
- Nimje, P.M. & Seth, J. (1988). Effect of nitrogen on growth, yield and quality of winter maize. *Indian J. of Argon.*, 33(2), 209-211.
- Ogunlela, V.B., Amurowa, G.M. & Ologundeı, O.O. (1988). Growth, yield components and micronutrient nutrition of field-grown maize (*Zea mays* L.) as affected by nitrogen fertilization and plant density. *Fertilizer Research*, 17, 189-196.
- Öktem, A. (1996). *II in the conditions of the Harran plain. The effect of different doses of phosphorus on yield and yield components in 10 corn genotypes (Zea mays L.) that can be grown as crops.* Ç.Ü. Institute of Science, Field Crops Dep., PhD Thesis.Adana, Turkey.
- Özata, E., Geçit, H.H. & İkcikarakaya, Ü.S. (2016). Orta Karadeniz ekolojik koşullarında şeker mısırdı değişik ekim sıklıkları ve azot dozlarının verim öğelerine etkisi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü,25 (Özel Sayı)*, 74-80.
- Palta, Ç., Karadavut, U., Tezel, M. & Aksoyak, Ş. (2011). Agronomic performance of some corn cultivars (*Zea mays* L.) in Middle Anatolia. *Journal of Animal and Veterinary Advances*,14, 1901-1905.
- Paradkar, V.K. & Sharma, R.K. (1993). Effect of nitrogen fertilization on maize (*Zea mays* L.) varieties under rainfed condition. *Indian Journal of Agronomy*, 38 (2), 303-314.
- Passioura, J.B. & Angus, J.F. (2010). Improving productivity of crops in water-limited environments. *Advances in Agronomy* 106, 37-75.
- Russel, W.A. & Balko, L.G. (1980). Response of corn inbred lines and single crosses to nitrogen fertilizer. *35th Annual Corn & Sorghum Research Conference*, 48-67.
- Sağlamtimur, T., Okant, M., Tansı, V. & Baytekin, H. (1989). A study on the effect of plant frequency on yield and some agricultural characters of three corn varieties grown as second crops in the irrigated conditions of Southeastern Anatolia region. *Journal of Ç.U Faculty of Agriculture*, 4(2),10-20
- Saruhan, V. & Şireli, D. (2005). A research on the effect of different nitrogen doses and plant density on growth, stem and leaf yields in corn (*Zea mays* L.). *Harran University, Faculty of Agriculture Journal*, 9(2), 45-53.
- Sezer, İ. & Yanbeyi, S. (1997). *The effect of plant sanitization and nitrogen fertilizer on grain yield, yield components and some vegetable characters in popcorn (Zea mays L. Everta) grown in Çarsamba plain.* Turkey II. Field Crops Congress. 22-25 September, Samsun (s128-133).
- Simenov, N. & Tsankova, G. (1990). Effects of fertilizers and plant density on yield of maize hybrids with two ears. *Rasteniiev'dni Nauki*, 27(8), 14-18.
- Sümbül, D. & Soylu, S. (2022). Karapınar koşullarında şeker mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin taze koçan ve hasıl verimlerinin belirlenmesi, *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2), 8189.

- Swason, R.A. & Zuber, J. (1996). A case study of a failed organization development intervention rooted in the employee survey process. *Performance Improvement Quarterly*, 9(2): 42–56.
- Taş, T. (2010). *Harran ovası koşullarında farklı ekim sıklıklarında yetiştirilen mısırdaki değişik büyüme dönemlerinde yapılan hasadın silaj ve tane verimine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bil. Ens. 104s.
- Taş, T., Öktem, A.G. & Öktem, A. (2016). Harran ovası koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinde (*Zea mays L.*) farklı ekim sıklığının silaj verimi ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25, 64-69.
- Tüfekçi, A. & Karaaltın, S. (2001). *Determination of different nitrogen doses in maize (Zea mays L.) plant grown as the 1st product under Kahramanmaraş conditions. Efficiency and its effects on yield components*. Turkey 4th Field Crops Congress, 2001, Tekirdağ, 291-295.
- TÜİK (2019). Turkish Statistical Institute. Basic statistics, Agricultural production, Area and Production Amount of Cereals and Other Crop Products. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Urun-Denge-Tablolari-2018-2019-33740>
- Uslu, Ö.S. & Karaaltın, S. (1999). *The effect of different nitrogen doses on physiological properties and yield in corn (Zea mays L.) Grown as Second Crop under Kahramanmaraş Conditions*. 15-20 November 1999, Turkey 3rd Field Crops Congress
- Uzunoğlu, S. (1991). Ankara yöresinde hibrit mısırın su tüketimi, KHGM, Toprak ve Gübre araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 172, Rapor Seri No: 64, Ankara.
- Ülger, A.C., Genç, İ. & Arıoğlu, H.H. (1986). Effects of different nitrogen doses and 'mixtalol' plant growth regulator on grain yield and some other herbal properties in maize plant. *Ç.Ü. Journal of the Faculty of Agriculture*, 8(4), 63-78.

Distribution of Births by Akkaraman Sheep According to Time of Day

Çağrı Melikşah SAKAR^{1*}, Özcan ŞAHİN², İlker ÜNAL¹, Sedat BEHREM³

¹ International Center for Livestock Research and Training, Ankara/Türkiye

² Selcuk University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, 42250, Konya/Türkiye

³ Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Science, Aksaray/Türkiye

Article Info

Received: 13.05.2024
Accepted: 14.06.2024
Published: 28.06.2024

Keywords:

Lamb,
Akkaraman sheep,
Distribution of births,
Birth type,
Sex.

ABSTRACT

This study was conducted on 693 lambs born between 2019 and 2021 in an Akkaraman sheep farming registered with the 'National Small Ruminant Breeding Project' in Çankırı Province. The study aimed to investigate the distribution of lamb births throughout the day and the relationship between birth times and lamb sex, birth type, birth year, and lamb mortality at birth. For this purpose, the 24 hours of the day were divided into four equal segments of six hours each: 1. night (00:01-06:00), 2. morning (06:01-12:00), 3. afternoon (12:01-18:00), and 4. evening (18:01-00:00). Lamb births occurred most frequently at night, accounting for 39%, followed by morning (23.1%), evening (20.2%), and afternoon (17.7%). It was observed that lamb births were highest during the night for both female (42.8%) and male (35%) lambs, as well as for single (42.0%) and twin (30.9%) births. It was noted that births in 2019 (42.0%) and 2020 (30.9%) occurred most frequently during the night, while in 2021 (29.4%), they occurred most frequently in the evening. The highest rate of lamb mortality at birth was observed during the afternoon hours (4.1%). According to the Chi-square (χ^2) analysis results, the effect of birth type ($P=0.023$) and birth year ($P=0.001$) was significant, while the effect of gender and lamb mortality at birth was found to be not significant. The study indicates that lamb births in Akkaraman sheep are concentrated during the night, providing an opportunity for farmers to be prepared during birth, and to increase lamb health and farm productivity.

Akkaraman Koyunlarında Günün Saatlerine Göre Doğumlarının Dağılımı

Makale Bilgisi

Geliş Tarihi: 13.05.2024
Kabul Tarihi: 14.06.2024
Yayın Tarihi: 28.06.2024

Anahtar Kelimeler:

Kuzu,
Akkaraman,
Doğumların dağılımı,
Doğum tipi,
Cinsiyet

ÖZET

Bu çalışma, Çankırı İlinde "Ülkesel Küçükbaş Hayvan Islahı Projesi"ne kayıtlı bulunan bir Akkaraman koyunculuk işletmesinde 2019-2021 yıllarında doğan 693 kuzu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada koyunların doğumlarının gün içindeki dağılımını ve doğum saatlerinin kuzu cinsiyeti, doğum tipi, doğum yılı ve doğum anında kuzu ölümlerini araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla günün 24 saatlik zaman dilimi 1. gece (00:01-06:00), 2. sabah (06:01-12:00), 3. öğle (12:01-18:00) ve 4. akşam (18:01-00:00) olmak üzere altışar saatlik 4 eşit dilimi bölünmüştür. Kuzu doğumları en yoğun olarak %39 oranla gece saatlerinde gerçekleştiği, bunu sırasıyla sabah (%23.1), akşam (%20.2) ve öğle saat dilimleri (%17.7) takip etmiştir. Cinsiyete göre dişi (%42.8) ve erkek (%35) doğan kuzular ile doğum tipine göre tekiz (%42.0) ve ikiz (%30.9) doğan kuzuların doğumlarının gece saatlerinde en yüksek olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. 2019 (%42.0) ve 2020 (%30.9) yıllarında doğan kuzuların doğumlarının gece saatlerinde 2021 yılında (%29.4) ise akşam saatlerinde en yüksek olarak gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Doğum anında kuzu ölüm oranlarının öğle saat dilimlerinde %4.1 ile en yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. Ki-kare (χ^2) analizi sonuçlarına göre doğum tipi ($P=0.023$) ve doğum yılının ($P=0.001$) etkisi önemli, cinsiyet ve kuzu ölümlerinin etkisi önemsiz bulunmuştur. Araştırma, Akkaraman koyunlarında doğumların gece saatlerinde yoğunlaştığını göstermekte olup, bu bilgiler yetiştiricilerin doğum zamanında hazır olma, kuzuların sağlığını ve işletmenin verimliliğini artırma fırsatı sunduğunu göstermektedir.

To cite this article:

Sakar, Ç.M., Şahin, Ö., Ünal, İ. & Behrem, S. (2024). Distribution of Births by Akkaraman Sheep According to Time of Day. *Ereğli Journal of Agricultural Sciences*, 4(1), 34-40. <https://doi.org/10.54498/ETBD.2024.31>

*Corresponding author: Çağrı Melikşah SAKAR, meliksahi@gmail.com



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

INTRODUCTION

Sheep farming is closely associated with the utilization of marginal pasture and fallow lands worldwide, which are essential in various aspects such as nutrition, employment, rural development, and sociology. Sheep receive more attention compared to cattle due to their shorter gestation period, higher twinning rates, lower age at slaughter, and better utilization capacity of roughage (Uysal et al., 2024). Sheep farming constitutes a significant part of the livestock sector in Turkey, with sheep accounting for approximately 60% of domesticated animals (FAOSTAT, 2023). The majority of sheep raised in Türkiye consist of native breeds, with the Akkaraman sheep breed, which accounts for 40-45% of small ruminant stock, being most prevalent in Central Anatolia (Şahin, 2023; Sakar, 2024). Akkaraman sheep are a fat-tailed breed raised for meat and milk production, adapted to the harsh climatic conditions of the region. Typically, Akkaraman sheep graze on pastures during the spring and autumn months and utilise stubbles during the summer months (Sakar and Ünal, 2021).

Animal-derived foods play a significant role in human nutrition as they contain essential proteins, vitamins, and minerals necessary for human health (Oyan et al., 2024). Therefore, considering reproductive behaviors in sheep, it is important to enhance fertility and support the healthy lives of offspring after birth. Providing appropriate conditions immediately after birth reduces lamb losses, preserves the health of offspring, and minimizes stress and confusion during the first hours after birth (Öztürk, 2012). Unlike wild animals, the daily distribution of the birthing process in domestic animals can be influenced by both environmental factors and husbandry practices (Darwish and Abou-Ismaïl, 2017).

In various sheep breeds and rearing systems, lambing times have been reported to concentrate at different times of the day in some literature reports: Zülkadir and Karabacak (2013) and Büyüktekin et al. (2015) reported concentration during nighttime, Şahin (2023) during morning hours, Aleksiev (2007) during midday, Karabacak et al. (2012) and Öztürk (2012) during evening hours, Karabacak et al. (2015) and Darwish and Abou-Ismaïl (2017) during the dark hours of the day. Such research can contribute to optimizing the time required for herd management throughout the day and reducing the necessary manpower during lambing periods (Aleksiev, 2007).

This study aims to examine the distribution of lamb births throughout the day and the relationship between birth times and lamb sex, birth type, and birth year in Akkaraman sheep. Additionally, the study aims to determine the distribution of lamb mortality at birth throughout the day and evaluate the potential benefits of this information for lambing management and farm productivity in sheep farming.

MATERIALS AND METHODS

The animal material for this study consisted of the Akkaraman sheep breed raised in Çankırı province (40°61'N, 33°58'E; altitude 730m) within the scope of the 'National Small Ruminant Breeding Project' conducted by the General Directorate of Agricultural Research and Policies (TAGEM). The study was conducted on a total of 693 lambs born between 2019 and 2021 at a same farm.

In the farm, sheep are typically kept in the barn during the winter months. They are grazed in the pasture during daylight hours, from April to November. During the grazing season, additional feed is not provided to the sheep, and the pastures are generally of poor to moderate quality. In during winter, sheep are provided with only hay as roughage and barley and wheat grains as concentrated feed. Ram mating occurs in September-October, with additional feeding provided only to the rams. Lambing takes place in February-March.

The study was conducted on a farm in Çankırı province, which is registered in the breeding system and maintains additional records. In farms registered in the breeding system, alongside

records such as lamb identification number, date of birth, birth type, and dam number, basic parameters used in animal breeding such as birth weight and weaning weight are also documented. The farm where the study was conducted is equipped with a 24/7 camera system in the animal barns, allowing real-time monitoring of the animals by the farm owner. Pregnant ewes were placed in individual lambing pens 2-3 days before their expected parturition date. The condition of the ewes' giving birth was monitored by the breeder, and their birth times and other basic information were recorded in the farm's registry.

Within the scope of the study, the 24 hours was divided into four equal segments of six hours each. These are: 1. night (00:01-06:00), 2. morning (06:01-12:00), 3. noon (12:01-18:00), and 4. evening (18:01-00:00). Lambing times were investigated taking into account lamb gender (1. female, 2. male), birth type (singleton, twin), birth year (2019, 2020, 2021), and lamb mortality at birth (present, absent). To determine whether the distribution of births throughout the day varied according to environmental factors, a χ^2 (Chi-square) test was conducted using the Minitab-16 software package (Minitab, 2010).

Ethic: Data collection and animal husbandry procedures were carried out in compliance with Law No. 5996's Article 9 rules for animal welfare. This work did not involve the use of animals for laboratory studies. There is no violation of animal rights.

RESULTS

In this study conducted with the Akkaraman breed, the distribution of a total of 693 lamb births by hours of the day was examined. The hourly distribution of lamb births is shown in Figure 1.

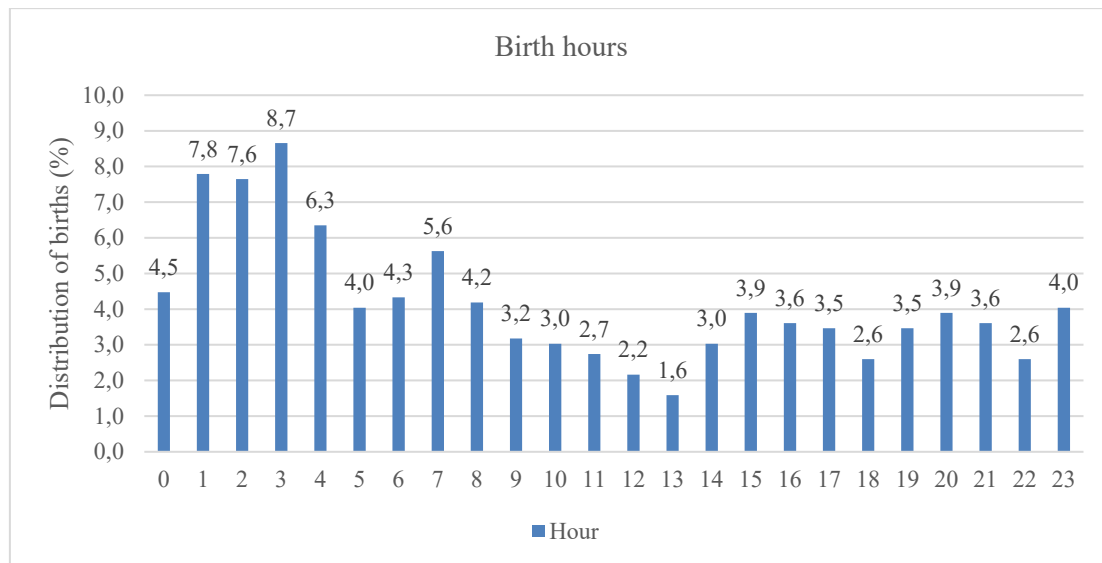


Figure 1. Distribution of Lamb Births According to Hours of the Day (%)

The distribution of lamb births by periods in Akkaraman lambs is presented in Table 1. Upon examining Table 1, it can be seen that the majority of lamb births occur during the night hours (39.0%). This is followed by the morning hours (23.1%) and evening hours (20.2%), while the least number of births occur during the noon hours (17.7%).

The births of female lambs occurred at the highest rate during the night hours (42.8%) and at the lowest rate during the noon hours (16.4%). Similarly, the births of male lambs were observed to occur at the highest rate during the night hours (35.0%) and at the lowest rate during the noon hours (19.1%) (Table 1). According to the Chi-square (χ^2) test, there was no significant difference in the

distribution of births throughout the day based on the gender of the lambs.

Table 1. Distribution of Lamb Births According to Environmental Factors During the Day

Time Period	Total (n/%)	Sex		Birth type		Birth year			Lamb death	
		Female	Male	Single	Twin	2019	2020	2021	Yes	No
1. Night (00:01-06:00)	270 (39.0)	151 (42.8)	119 (35.0)	212 (42.0)	58 (30.9)	116 (55.0)	96 (38.2)	58 (25.1)	8 (3.0)	262 (97.0)
2. Morning (06:01-12:00)	160 (23.1)	83 (23.5)	77 (22.6)	104 (20.6)	56 (29.8)	37 (17.5)	64 (25.5)	59 (25.5)	4 (2.5)	156 (97.5)
3. Noon (12:01-18:00)	123 (17.7)	58 (16.4)	65 (19.1)	89 (17.6)	34 (18.1)	27 (12.8)	50 (19.9)	46 (19.9)	5 (4.1)	118 (95.9)
4. Evening (18:01-00:00)	140 (20.2)	61 (17.3)	79 (23.2)	100 (19.8)	40 (21.2)	31 (14.7)	41 (16.3)	68 (29.4)	4 (2.9)	136 (97.1)
Total	693	353	340	505	188	211	251	231	21	672
		χ^2 : 6.489; DF:3; P:0.090		χ^2 : 9.534; DF:3; P:0.023		χ^2 : 48.327; DF:6; P:0.001			χ^2 : 0.620; DF:3; P:0.892	

n: Number of animals, χ^2 : Chi-square result, DF=Degree of Freedom, P: Significance level

While it was observed that the highest rate of singleton lambs was born at night (42.0%), these rates were close to each other in other periods of the day. The highest rate of twin-born lambs occurred at night and morning hours (30.9% and 29.8%), and the lowest rate occurred in the evening and noon hours (21.2% and 18.1%) (Table 1). According to the chi-square analysis results, the differences observed in the distribution of births during the day according to the type of birth were found to be significant (P=0.023).

The distribution of lamb births by year was as highest and lowest at night (55.0%) and noon (12.8%) in 2019, at night (38.2%) and evening (16.3%) in 2020, and at night (29.4%) and noon (19.9%) in 2021, respectively (Table 1). According to the chi-square analysis results, the effect of year on the birth time of lambs was found to be significant (P=0.001).

Of the 693 birth events examined in the study, 21 lambs died for some reason at or immediately after birth.

DISCUSSION

Distribution of Births During the Day

According to Figure 1, it can be observed that births peak between hours 1 and 4 at night, while they are at their lowest levels between hours 12 and 13. This indicates a daily trend in the frequency of births. In other words, it is understood that births occur more frequently at certain hours and that these births exhibit a certain pattern over time.

This indicates that the frequency of lamb births in sheep is highest during the night hours. In a study conducted with 160 Akkaraman and 95 Awassi sheep, it was found that births were concentrated during the night hours (23:01-05:00) at rates of 41.88% and 38.95%, respectively (Zülkadir and Karabacak, 2013). In another study with the Akkaraman breed, it was reported that lambs were born most frequently (33.1%) during the night hours (22:01-04:00) and least frequently (13.84%) during the evening hours (16:01-22:00) (Büyüktekin *et al.*, 2015). In a study conducted with Anatolian Merino sheep, it was found that 52.7% of births occurred at night (17:01-05:00) and 47.3% during the day (05:01-17:00) (Karabacak *et al.*, 2015). In a study with Finnish Landrace - Rahmani crossbred sheep, it was reported that the period of the day had a significant effect on lambing incidence (P<0.001), with births mostly occurring during the night hours (18:00-06:00) (Darwish and Abou-Ismael, 2017). However, opposite findings have also been reported in studies with the same breed, with Karabacak *et al.* (2012) and Öztürk (2012) finding that birth times were most concentrated

between 16:01-22:00 (30.25% and 31.2% respectively). Various physical and metabolic activities may be involved in the onset of labor in sheep. The interaction of various exogenous and endogenous factors can determine the timing of birth and therefore affect the birthing process and trigger its onset (Darwish and Abou-Ismael, 2017). The predominance of lamb births during the night hours in the study may be due to sheep preferring quieter hours of the day to avoid noise pollution or being influenced by the presence of workers during the day. Results obtained from different studies indicate that the effects of sheep breeds and perhaps geographical conditions on birth times may vary. This suggests that specific sheep breeds or region-specific factors may influence birth times.

Distribution of Lamb Births During the Day According to Some Environmental Factors

Lamb sex

In the study, the highest rate of births of both female lambs and male lambs occurred at night hours (Table 1). In various studies conducted with the Akkaraman breed, it has been reported that birth times occur most frequently during the night hours (23:01-05:00), these values were found to be in females (47.06%) and males (38.04%) by Zülkadir and Karabacak (2013), in females (27.76%) and males (28.19%) by Büyüktekin *et al.* (2015). In studies with the same breed, Öztürk (2012) found the highest lamb births in females (32.7%) between 16:01-22:00 and in males (30.8%) between 04:01-10:00 and 16:01-22:00, while Karabacak *et al.* (2012) found the highest lamb births in females (28.3%) between 22:01-04:00 and 10:01-16:00, and in males (31.8%) between 10:01-16:00. The distribution of births based on gender was found to be statistically insignificant in these literature reports. According to the study results, the concentration of birth rates for female and male lambs in similar periods indicates that the gender of the sheep does not affect the distribution of birth times.

Birth type

In the study, single lambs showed the highest birth frequency at night, and twin lambs showed the highest birth frequency at night and in the morning (Table 1). Similarly, Büyüktekin *et al.* (2015) reported that the distribution of birth type over time periods was statistically significant ($P<0.01$), while births were most intense between 22:01-04:00 in both birth types (single=33.41%, twins=32.52%). When the literature data are examined, there are studies conducted with the same breed in which the distribution of birth type over periods is not significant; Karabacak *et al.* (2012) reported the highest that for singletons it is between 04:01-10:00 (31.2%), and for twins it is between 16:01-22:00 hours (38.5%), Öztürk (2012) found the highest birth rates in both birth types between 16:01-22:00 (single=30.6% and twin=37.5%). While Uğur and Karabacak (2019) reported that the distribution of birth type according to periods of the day in Anatolian Merinos was insignificant, they found these rates to be highest between 10:01-16:00 in single lambs and between 04:01-10:00 in twin lambs. Şahin (2023) reported that the effect of birth type according to the period in Bafra sheep was significant ($P=0.013$), and the highest births in both singleton and multiple births occurred between 06:01-12:00. Similarities or differences in birth time according to birth type in the literature may result from different rearing environments or genetic and physiological differences between animal breeds.

Birth year

In the research, while a higher proportion of lambs were born at night in 2019 and 2020, they were born in the evening in 2021. Similar to these findings, in a study conducted with the Akkaraman breed, its effect on the number of births in different periods of the year was found to be statistically significant ($P<0.05$) (Öztürk, 2012). The fact that birth times vary from year to year shows that births in the Akkaraman breed are not concentrated in a certain period. This suggests that the birth tendencies of sheep are affected by environmental factors such as climatic factors or genetic

variations.

Lamb death at birth

The distribution of birth rates in lambs was found to be close to each other according to the periods of the day. These causes include stillbirth, the lamb being opposite in the birth canal (malpresentation), the lamb not being able to rise, paralyzed or epileptic birth, and sudden deaths immediately after birth. It is seen that the highest rate of these death cases occurs at noon (4.1%), followed by night (3%) and evening hours (2.9%), and the lowest occurs in the morning hours (2.5%) (Table 1). According to the chi-square analysis results, the differences between the parts of the day among the death cases at the time of birth were found to be statistically not significant. This shows that death cases occur close to each other at different periods during the day. Kuru *et al.* (2016) reported that the incidence of difficult birth in sheep and goats varies between 3-5% on average, and the most common cause of congenital disabilities is foetal congenital disabilities at a rate of 50-60%. Abortions in cattle and sheep cause significant economic losses in the livestock sector, and mostly infectious agents (viruses, bacteria, fungi, and protozoa) cause abortions in domestic ruminants (Şevik, 2024). Jacobson *et al.* (2020) reported that risk factors for dystocia in lambs may include malpresentation, disease, or congenital abnormalities, as well as foetopelvic disproportion, uterine inertia, and difficulty in fully dilating the cervix. Sheep with high (fat) or low live weight, as well as small-bodied first parity sheep, also increase the risk of dystocia (Şahin, 2023).

The results of the study reveal that births in Akkaraman sheep show a certain tendency during the day and are concentrated at night. While birth time did not appear to vary significantly according to lamb gender, significant differences were observed according to birth type and birth year. It has been determined that lamb mortality rates at birth occur at similar levels at different times of the day. This study provides important information about birth management in sheep breeding, and knowing the birth time of the lamb offers breeders the opportunity to be more prepared during the birth process. Thus, by providing farmers with the opportunity to increase the health of the lambs and the efficiency of the farms, animal welfare can be improved, and flock management can be facilitated.

Acknowledgment

The authors kindly acknowledge the contribution of the General Directorate of Agricultural Research and Policies of the Republic of Turkey, which funds and runs the “The National Small Ruminant Genetic Improvement Project in Farmer Condition”. We would also like to thank the farm owner for his contributions, especially regarding record keeping.

Author Contribution

Research Design (CRediT 1) Çağrı Melikşah SAKAR (50%) – Özcan ŞAHİN (50%)

Data Collecting (CRediT 2) Çağrı Melikşah SAKAR (40%) – İlker ÜNAL (30%) - Sedat BEHREM (30%)

Research - Data Analysis - Validation (CRediT 3-4-6-11) Çağrı Melikşah SAKAR (25%) – Özcan ŞAHİN (25%) - İlker ÜNAL (25%) - Sedat BEHREM (25%)

Writing the Article (CRediT 12-13) Çağrı Melikşah SAKAR (60%) – Özcan ŞAHİN (40%)

Editing and Development of the Text (CRediT 14) Çağrı Melikşah SAKAR (25%) – Özcan ŞAHİN (25%) - İlker ÜNAL (25%) - Sedat BEHREM (25%)

Funding

The study did not receive any financial support.

Conflict of Interest

There is no conflict of interest.

Sustainable Development Goals

Does not support

REFERENCES

- Aleksiev, Y. (2007). Diurnal distribution of the time of parturition in the Danube fine wool breed of sheep. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 13(6), 723.
- Büyüktekin, M., Öztürk, A. & Zülkadir, U. (2015, Eylül). *Distribution of births during the day in Akkaraman sheep*. 9th National Animal Science Congress, Konya / Türkiye.
- Darwish, R. A. & Abou-Ismael, U. A. (2017). Diurnal distribution of lambing in sheep and its relation with behaviour and survival of the neonate lamb. *Mansoura Veterinary Medical Journal*, 18(1), 365-380.
- Faostat, (2023). Statistic Database. <http://faostat.fao.org/> (Accessed date:15.12.23).
- Jacobson, C., Bruce, M., Kenyon, P. R., Lockwood, A., Miller, D., Refshauge, G. & Masters, D. G. (2020). A review of dystocia in sheep. *Small Ruminant Research*, 192, 106209.
- Karabacak, A., Zülkadir, U. & Aköz, M. (2012). Some reproductive behavior of Akkaraman sheep. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 26(4), 55-59.
- Karabacak, A., Zülkadir, U. & Aytekin, İ. (2015, Eylül). *Some birth behaviors in Anatolian Merino sheep*. 9th National Animal Science Congress, Konya / Türkiye.
- Kuru, M., Mülazımoğlu, S. B. & Kaya, D. (2016). Dystolic birth in sheep and goats. *Türkiye Klinikleri J Vet Sci Obstet Gynecol-Special Topics*, 2(1), 74-77.
- Minitab (2010). Minitab 16.1.1 for Windows. State College, PA, USA: Minitab Inc.
- Oyan, O., Şenyüz, H. H. & Arköse, C. Ç. (2024). Comparison of carcass weight and carcass characteristics in some cattle breeds. *Research and Practice in Veterinary and Animal Science (REPVAS)*, 1(1), 1-8.
- Öztürk, A. (2012). The Distribution of lambings in a day of Akkaraman ewes. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2(2 Sp: A), 113-116.
- Sakar, Ç. M. & Ünal, İ. (2021). Determination of growth characteristics of Akkaraman lambs raised in Çankırı province. *Journal of Animal Production*, 62(1), 61-66.
- Sakar, Ç. M. (2024). The effect of climate index on growth values from birth to breeding in Akkaraman sheep. *Tropical Animal Health and Production*, 56(2), 1-11.
- Şahin, Ö. (2023). Distribution of births of Bafra sheep reared in the Mediterranean region during the day. *Black Sea Journal of Agriculture*, 6(2), 197-203.
- Şevik, M. (2024). Assessment of role of epizootic hemorrhagic disease virus in abortion in cattle and small ruminants in Türkiye. *Research and Practice in Veterinary and Animal Science (REPVAS)*, 1(1), 19-26.
- Uğur, K. & Karabacak, A. (2019). The effect of some environmental factors on diurnal distribution of births in Anatolian Merino sheep. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 33(3), 227-230.
- Uysal, S., Uysal, A., Öz, C., Yörük, M. A. & Ölmez, M. (2024). Evaluation of sheep colostrums according to time after lambing by brix refractometer method and color scoring. *Research and Practice in Veterinary and Animal Science (REPVAS)*, 1(1), 27-35.
- Zülkadir, U. & Karabacak, A. (2013). Distribution of birth within a day of Akkaraman and Awassi sheep. *Journal of Animal Production Advances*, 3(4), 120-125.

K-Feldispat Uygulamalarının Iceberg Marul Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi

Rabia KÜÇÜK^{1*}, Lale ERSOY¹, Özlem ALTUNTAŞ¹, Alper DURAK²

¹Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Malatya/Türkiye

²Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Malatya/Türkiye

Makale Bilgisi

ÖZET

Geliş Tarihi: 26.04.2024
Kabul Tarihi: 25.06.2024
Yayın Tarihi: 28.06.2024

Anahtar Kelimeler:

Lactuca sativa,
Feldspar,
Fertilizer,
Potassium.

Marul yetiştiriciliğinde kaliteli bir üretim için optimize edilmiş gübre ve gübreleme programı büyük önem taşımaktadır. Sürdürülebilir tarım kaynaklarının kullanımı için aşırı kimyasal gübre kullanımının azaltılması ve alternatif ürünlerin kullanımı, doğal kaynaklarımızın yenilenebilirliği açısından etkili bir yoldur. Bu bağlamda Iceberg marul (Mira çeşidi) yetiştiriciliğinde makro besin elementi olarak kullanılan potasyumlu kimyasal gübrelerin kullanımının azaltılması amacıyla doğal potasyum kaynağı olan 'K-Feldispat' mineralinin verim ve kaliteye etkisi araştırılmıştır. Deneme; Kontrol, Kimyasal gübre, Feldispat (500, 1000 ve 1500 kg/da) ve Kimyasal gübre+Feldispat (500, 1000, 1500 kg/da F+KG) kombinasyonları oluşturularak, üç tekrür ve her tekrürde 12 bitki olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmıştır. Denemede, bitki boyu (cm), bitki çapı (cm), gövde çapı (mm), klorofil miktarı, verim (kg/da), baş ağırlığı (g), SÇKM (brix), atık yaprak sayısı (adet), atık yaprak ağırlığı (g), yaprak taze ve kuru ağırlığı (g) özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak, 1500 kg/da Feldispat+kimyasal gübre uygulaması hem verim ve hem kalite parametreleri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bitki boyuna sadece K-Feldispat uygulamalarının diğer uygulamalara nazaran daha etkili olurken, bitki fotosentez üretimi açısından önemli olan klorofil ölçümleri 1000 kg/da feldispat+kimyasal gübre kombinasyonunda diğer uygulamalara göre pozitif yönde gelişim göstermiştir.

K-Feldspar Applications in Iceberg Lettuce Cultivation Effect on Yield and Quality Properties

Article Info

ABSTRACT

Received: 26.04.2024
Accepted: 25.06.2024
Published: 28.06.2024

Keywords:

Lactuca sativa,
Feldspar,
Fertilizer,
Potassium.

Optimized fertilizer and fertigation program is of great importance for a quality production in lettuce cultivation. Reducing the excessive use of chemical fertilizers and using alternative products for sustainable use of agricultural resources is an effective way for the renewability of our natural resources. In this regard, the effect of 'K-Feldspar' mineral, which is a natural potassium source, on yield and quality was investigated in order to reduce the use of potassium chemical fertilizers used as macronutrients in Iceberg lettuce (Mira variety) cultivation. The experiment was planned according to the random parcel design with three replications and 12 plants in each replicate by forming the combinations of Control, Chemical fertilizer, Feldspar (500, 1000 and 1500 kg/da) and Chemical fertilizer+Feldspar (500, 1000, 1500 kg/da F + Plant height (cm), plant diameter (cm), stem diameter (mm), chlorophyll content, yield (kg/da), head weight (g), sçkm (brix), number of waste leaves (pcs), waste leaf weight (g), fresh and dry leaf weight (g) were analyzed. As a result, 1500 kg/da Feldspar + chemical fertilizer application had a positive effect on both yield and quality parameters. While only K-Feldspar treatments were more effective on plant height compared to the other treatments, chlorophyll measurements, which are important in terms of plant photosynthesis production, were positively affected in 1000 kg/da feldspar+chemical fertilizer combination compared to the other treatments. .

To cite this article:

Küçük, R., Ersoy, L., Altuntaş, Ö. & Durak, A. (2024). K-Feldispat Uygulamalarının Iceberg Marul Yetiştiriciliğinde Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 4(1), 41-49. <https://doi.org/10.54498/ETBD.2024.32>

*Sorumlu yazar: Rabia KÜÇÜK, rabia.kucuk@ozal.edu.tr



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

GİRİŞ

Salata ve marullar yıl boyunca açık ve örtü altı koşullarında yetiştirilebilen taze yeşillik olarak tüketilen sebzelerdir. Türkiye'nin tüm bölgelerinde ev bahçelerinde yetiştirilebilen salata ve marulun ticari üretimi Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde Haziran-Ağustos ayları hariç yılın her mevsiminde yapılabilmektedir. Önceleri açık tarla koşullarında yapılan üretim, son yıllarda özellikle kış mevsimindeki yüksek fiyatlardan yaralanmak amacıyla sera ve alçak plastik tünellerde yapılmaya başlamıştır.

Dünya mutfağında vazgeçilmez yeri olan marul sebzesinin orjini Akdeniz ve Ortadoğu olarak bilinmektedir. Genellikle çiğ olarak tüketilen marul, içerik bakımından zengin minerallere ve % 94-95 oranında su içeriğine sahip önemli bir diyet sebzesidir (Yağmur ve Aydın, 2021). İçerdiği vitamin ve mineral maddeler ile iştah açıcı sebzeler grubunda yer almaktadır. Türkiye'de yetiştirilen 38 sebze türüne ait toplam üretimin %6.2'lik kısmını yaprağı tüketilen sebze grubu oluşturmaktadır. Marul farklı yaprak yapılarına göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır: kıvırcık yapraklı salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*), baş salata (*Lactuca sativa* var. *capitata*) ve marul (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) (Sarıyer, 2017).

Sebze yetiştiriciliğinde yüksek kalite ve verim için gübreleme büyük öneme sahiptir. Aşırı dozda ve eksik gübreleme yapılması sebze tarımında verim ve kaliteyi düşürmektedir. Bu tarz gübrelemeler toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumsuz etkileyerek toprağın üretkenliğini azaltmaktadır (Çakmakçı ve Erdoğan, 2008, Akbay, 2012). Toprak yapısını koruyarak daha az girdi ile daha kaliteli ürün elde etmek için uygun gübre ve doz kullanılmalıdır. Salata- marul yetiştiriciliğinde verim birçok faktöre bağlı olarak (çeşit, iklim koşulları, yetiştirme dönemi, açık ve örtü altı yetiştiriciliği, topraklı ve topraksız yetiştiricilik, birim alandaki bitki sayısı vb.) değişmekle birlikte, 3-4 kg/m² arasındaki verim değerinin iyi olduğu bildirilmektedir (Aybak, 2002).

Potasyum sebze verim ve kalitesi açısından önemli bir yere sahip olduğundan dolayı yetiştiricilik için en önemli makro elementlerinden biridir. Ayrıca her bir sebze türünün ihtiyaç duyduğu potasyum miktarı birbirinden farklıdır (Wakeel ve Ishfaq, 2022). Ayrıca Sebzelerdeki K içeriği, kalite özellikleri ile önemli pozitif bir ilişkiye sahiptir (Bidari ve Hebsur, 2011). Potasyumun bitkilerce yeterli miktarda alınması sebze ve meyvelerin boyutunu, SÇKM'sini ve verimini arttırmıştır ayrıca meyve rengini raf ömrünü ve kalitesini de iyileştirmektedir (Bidar ve ark., 2004; Kanani ve ark., 2007). Tarım için önemli bir yere sahip olan potasyumlu gübrelerin ithal edilmesi üreticilerin maddi açıdan zora sokmaktadır. Bu yüzden yeni potasyum kaynakların bulunması ve işlenmesi gerekmektedir. Bir potasyum kaynağı olan feldispat mineralinin tarım uygulamalarındaki etkinliğinin tespit edilmesi bu ihtiyacın karşılanması açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

Doğal koşullarda yetişen bitkiler için potasyumun ana kaynağı genellikle K minerallerinin ayrışmasıyla sağlanır (Hellal ve ark., 2009). Bu minerallerin en önemlilerinden biri K-feldispattır (Straaten, 2002). Birçok araştırmacı, K-feldispatın ucuz ve yavaş salımlı bir potasyum kaynağı olarak değerli olabileceğini öne sürmüştür (Shafeek ve ark., 2005; Hellal ve ark., 2009; Manning, 2010; Labib ve ark., 2012; Abou-el- Seud, 2012). K-feldispatın potasyum açısından zengin olması, bitkiler için gerekli olan potasyumu sağlayabilir ve K döngüsünde önemli bir rol oynayabilir. Feldispat, toprağa gübre olarak veya yapay hidrotermal işleme doğrudan uygulanabilir. Bu nedenle, doğal potasyum Feldispat gübrelemenin desteklenmesi gerekmektedir. Bu çalışma, bitkilerin sağlıklı büyümesi ve verimliliği için potansiyel bir fayda sağlayabilir (Liu ve ark., 2017; Manning ve ark., 2017; Mohammed ve ark., 2014).

Baklada (Hellal ve ark., 2009), bürülcede (Labib ve ark., 2011) ve patates (Labib ve ark., 2012) üzerine yapılan çalışmalarda farklı dozlarda uygulanan K-feldispatın büyüme ve gelişmeye olumlu etki ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca ithal potasyuma olan bağımlılığı azaltmak için % 11,25 K₂O (KAlSi₃O₈) içeren feldispatın potansiyel bir K kaynağı olduğunu belirtmişlerdir (Hellal ve ark., 2009; Labib ve ark.,

2011; Labib ve ark., 2012). Ayrıca, yapılan çalışmalarda potasyum sülfat ve K-Feldispat kombinasyon, uygulamalarının yumru ve sürgünlerde nişasta içeriğini ve makro besin alımını (N, P ve K) iyileştirebileceği ve patates verimini artırabileceği tespit edilmiştir (Mirdad, 2010; Abdel-Salam ve Shams, 2012; Basha ve Hassan, 2017). Bununla birlikte Moringa bitkisinde farklı dozlarda potasyum Feldispat uygulanmasının kontrol uygulamasına göre bitki boyunu ve gövde çapını önemli farklılıklarla arttırdığı rapor edilmiştir (El-Tayeb ve Abou-Amer, 2017). Başka bir çalışmada ise K-feldispatın; toz, kum, granül olarak 3 farklı formülasyonu Turp ve Pancar fidelerine uygulanmıştır. %0.1'lik K-Feldispatın toz formülasyonunun sürgün ve kök gelişimini arttırdığını ayrıca SÇKM'yi de arttırdığı tespit edilmiştir (Shim ve ark., 2016). Doğal K kaynağı olan feldispat ve kimyasal potasyumun ayrı ayrı ve birlikte uygulamalarının baş salata verimi ve kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Deneme Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Araştırma ve Uygulama alanındaki ısıtmasız plastik serada; ölçüm ve değerlendirmeler ise bu bölüme ait Bitki Fizyolojisi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak United Genetics firmasına ait Iceberg marul tipine ait "Mira" çeşidinin fideleri kullanılmıştır.

Yöntem

Deneme sekiz uygulamadan oluşmuş olup, 1) Kontrol (K, gübre uygulanmayan), 2) 500 kg/da Feldispat (500 kg/da F), 3) 1000 kg/da Feldispat (1000 kg/da F), 4) 1500 kg/da Feldispat (1500 kg/da F), 5) kimyasal gübre (KG), 6) 500 kg/da Feldispat+kimyasal gübre (500 kg F+KG), 7) 1000 kg/da Feldispat+ kimyasal gübre (1000 kg/da F+KG), 8) 1500 kg/da Feldispat+kimyasal gübre (1500 F+KG) parselleri oluşturularak 3 tekerrür ve her tekerrürde 12 bitki olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiştir. Marul fideleri 1 Aralık 2020 tarihinde dikilmiştir. Kimyasal gübreleme programı için, 12 kg da⁻¹ N, 5 kg da⁻¹ P, 15 kg da⁻¹ K, 5 kg da⁻¹ Ca ve 3 kg da⁻¹ Mg olacak şekilde parsellere uygulanmıştır (Şalk ve ark., 2008).

K-Feldispat gübresi: Feldispat %10.50 ila %11.25 K₂O içeren doğal bir potasyum mineralidir ve bitkisel üretimde kimyasal potasyum gübrelerinin girdilerini en aza indirmek için etkili bir uygulama olarak kullanılabilir (Afifi ve ark., 2016; Manning ve ark., 2010). Kullanılan ayrışmamış feldispatın yaklaşık %8-10 K₂O'dır. Denemedeki ham feldispatın ayrışması, bitkilerin alım süreci dikkate alındığında bu oran %2-3 bazında düşünülmüştür. Bu bilgiler ışığında 500 kg/da, 1000 kg/da ve 1500 kg/da dozlarının marulun K ihtiyacını karşılayacağı sonucuna dayanarak uygulamaya geçilmiştir. Uygulamalar arasında farklılıkları görebilmek içinde kademeli olarak dozlar artırılarak uygulamaya geçilmiştir.

Bitkisel Ölçümler

Denemenin verim ve vejetatif büyüme parametreleri alınmak üzere 1 Mart 2021 tarihinde hasat edilmiştir. Ölçümler için her tekerrürden 10 bitki alınmış olup, tekerrürlerden alınan her örneğin bitki boyu (cm), bitki çapı (cm), gövde çapı (mm), klorofil miktarı, verim (kg/da), baş ağırlığı (g), SÇKM (brix), atık yaprak sayısı (adet), atık yaprak ağırlığı (g), yaprak taze ve kuru ağırlığı (g) belirlenmiştir.

İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler excel programına girilmiş ortalamaları alınmış, istatistiksel analizler JMP PRO 14 istatistik paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirleyebilmek amacıyla Duncan Testinden yararlanılmıştır.

BULGULAR**Tablo 1** Iceberg marulunda Feldispat ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Bitki Boyuna, Bitki Çapına, Boğaz Çapına ve Klorofil Oranına Etkisi

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)	Baş Çapı (cm)	Gövde Çapı (mm)	Klorofil Oranı
Kontrol	22,05 b	22,05 c	35,57	23,60 d
500 kg/da F	28,96 a	28,96 b	35,43	29,39 bc
1000 kg/da F	29,06 a	28,06 b	35,32	28,28 cd
1500 kg/da F	28,96 a	28,96 b	34,37	30,20 abc
Kimyasal gübre KG	22,23 b	29,06 b	33,49	28,04 cd
500 kg/da F+KG	20,11 b	33,56 ab	34,98	32,63 abc
1000 kg/da F+KG	20,00 b	33,89 ab	35,39	34,91 a
1500 kg/da F+KG	20,55 b	36,44 a	37,12	34,52 ab
P	0,006**	0,0029**	öd	0,0070**

F:Potasyum Feldispat KG: Kimyasal gübreleme

Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.

öd: önemli değil.; ***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$

K-Feldispat uygulamalarının Iceberg marul yetiştiriciliğinde bitki boyu, baş çapı ve klorofil oranı ait veriler istatistiksel anlamda önemli bulunurken gövde çapı uygulamalar içinde farklılık oluşturmamıştır. Uygulamalara ait veriler Tablo 1’de verilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla bitki boyu ortalamaları arasında 1000 kg/da F uygulaması 29,06 cm ile en yüksek değeri alırken 1000 kg/da F+KG uygulaması en düşük değere sahip olmuştur. Kontrol ve kimyasal gübre kullanımı harflendirmede aynı skalada yer alırken, 1000 kg/da F uygulaması bitki boyu gelişimini kontrol grubuna göre %32 oranında arttırmıştır.

Uygulamaların Iceberg marulunun baş çapına etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuş olup çalışmanın sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Uygulamaların baş çapına etkisi 1500 kg/da F+KG kombinasyonunda en yüksek seviye çıkarken kontrol uygulaması diğer uygulamalar arasında en düşük değere (22,05 cm) sahip olmuştur. Sadece Feldispat içerikli uygulama dozlarından oluşturulan uygulamaların kendi aralarına baş çapına etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Tüm uygulamalar baş çapı için değerlendirildiğinde, 1500 kg/da F+KG uygulaması %65 oranında kontrol grubuna göre artış sağlamıştır. Sadece ticari gübre kullanımı (KG) kontrol grubuna göre artış sağlarken kombinasyon oluşturulan uygulamalardan daha düşük baş çapı verisi elde edilmiştir.

Farklı doz ve kombinasyonlarda gerçekleştirilen K-Feldispat uygulamalarının Iceberg Mira çeşidinde klorofil miktarına etkisi Tablo 2’de gösterilmiş olup uygulamalar değerlendirildiğinde sonuçlar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. 1000 kg/da F+KG uygulaması 34,91 SPAD değeri en fazla değere sahip uygulama olurken, bu durumu sırayla 1500 kg/da F+KG ve 500 kg/da F+KG kombinasyon uygulamaları takip etmiştir. Kontrol grubuna kıyasla yapraklardaki spad değişimi, 1000 kg/da F+KG uygulamasında %47 oranında artış göstermiş en düşük klorofil değişimi ise kontrol grubunda olmuştur. Ticari gübre kullanımı ve diğer uygulamalar ara değerler almıştır.

K-Feldispat uygulamalarının Iceberg marul yetiştiriciliğinde verim, baş ağırlığı ve sçkm’ye ait veriler istatistiksel anlamda önemli bulunmuş olup uygulamalara ait veriler Tablo 3’de verilmiştir. Veriler yapılan istatistiksel analizler sonucunda incelendiğinde 1500 kg/da F+KG kombinasyon uygulaması diğer uygulamalara fark oluşturarak dekara 8990 kg verim vermiştir. Bu verim değerini sırasıyla 1000 kg/da F+KG ve 500 kg/da F+KG uygulamaları takip etmiştir. En düşük verim uygulamalarını kimyasal gübre kullanımı ile 1500 kg/da F uygulamasında bulunmuştur. Bu veriler genelinde kontrol grubu ara harflendirme de yer almış olup en yüksek verim alınan 1500 kg/da F+KG uygulaması kontrolle göre % 67 oranında verimi arttırmıştır. Genel olarak K-Feldispat içerikli gübre ile ticari gübre uygulamalarının karşılaştırılması, sadece K- Feldispat uygulamalarına göre belli oranlarda artışlar sağlamıştır.

Pazarlanabilir baş ağırlığı önemli bir verim parametresidir. Uygulamaların baş ağırlığına etkisi ile ilgili istatistiksel analiz sonuçları Tablo 3'te verilmektedir. Analiz sonuçları istatistiksel anlamda önemli bulunmuş olup en yüksek baş ağırlığı değeri 1179, 8 kg/da ile 1000 kg/da F uygulamasında elde edilmiştir. Sadece 1000 kg/da Feldispat uygulaması hem kimyasal gübre karışımli hem de kontrol grubu uygulamasına göre baş ağırlığının artışında etkili olmuştur. Kontrol grubuna göre kıyaslandığında en yüksek baş ağırlığına sahip uygulama %7 oranında artış sağlamıştır. Diğer uygulamalarda birbirine yakın değerler alarak kimyasal gübre ve kontrol grubuna göre verimde artışlar sağlanmıştır.

Potas Feldispat uygulamalarının etkisinin incelendiği Iceberg marul Mira çeşidinin SÇKM verileri istatistiksel anlamda önemli farklılıklar oluşturmuştur (Tablo 2). Uygulamalara ait bitkilerin SÇKM değerleri 1,87-2,83 brix değerleri arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek SÇKM değerleri sırasıyla 1500 kg/da F+KG (2,83) ve 1500 kg/da F (2,83) uygulamalarından elde edilmiştir.

Tablo 2 *Iceberg Marulda Feldispat ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Verime, Baş Ağırlığına ve SÇKM'sine Etkisi*

Uygulamalar	Verim (kg/da)	Baş ağırlığı (g)	SÇKM (brix)
Kontrol	5362,78 bc	985,83 c	2,30 ab
500 kg/da F	5300,55 bc	1170,42 ab	1,87 b
1000 kg/da F	4809,99 bcd	1179,58 a	2,10 b
1500 kg/da F	3115,56 d	1065,00 abc	2,83 a
Kimyasal Gübre	3711,67 cd	936,68 c	2,30 ab
500 kg/da F+KG	6083,00 b	1022,78 bc	1,87 b
1000 kg/da F+KG	6489,68 b	1052,22 abc	2,10 b
1500 kg/da F+KG	8990,00 a	1038,89 abc	2,83 a
P	0,0002**	0,0471*	0,0136*

F:Potasyum Feldspat KG: Kimyasal gübreleme
Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.
*öd: önemli değil; ***: p<0.001; **: p<0.01; *: p<0.05*

Iceberg marulu Mira çeşidinde yapılan uygulamaların atık yaprak sayısı üzerine etkileri incelenmiş ve uygulamalar arasında istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (Tablo 3). Atık yaprak sayısı incelendiğinde; uygulamalar arasında 1000 kg/da Feldispat uygulamasında kontrol ve diğer uygulamalara göre 69,33 adet ile en fazla atık yaprak olmuştur. En az atık yaprak sayısı 37,33 adet ile 1500 kg/da F+KG kombinasyon uygulamasından elde edilmiş olup kontrol grubuna göre bu uygulamada %40 oranında azalma görülmüştür.

Uygulamalar arasındaki atık yaprak ağırlığının verileri incelendiğinde sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 3). Atık yaprak sayısında olduğu gibi atık yaprak ağırlığının en çok görüldüğü uygulama 1000 kg/da F (2018.33 g) uygulaması olmuştur. Atık yaprak ağırlığının en az ölçüldüğü çalışma ise ticari gübre olan KG uygulamasından (1163.33 g) elde edilmiştir. F+KG uygulamaları kendi içerisinde incelendiğinde 1500 kg/da F+KG uygulaması atık yaprak ağırlığı bakımından kontrol grubuna göre %15 oranında azalma görülmüştür.

Potas Feldispat içerikli doz uygulamalarının yaprak taze ağırlığına etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur (Tablo 3). Yaprak taze ağırlığına karşın uygulamaların yaprak kuru ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 3). En düşük yaprak kuru ağırlığı sırasıyla 1000 kg/da F+KG, 500 kg/da F+KG ve Kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek kuru yaprak ağırlığı 500 kg/da F (3.07 g) uygulamasında olup kontrol uygulamasına göre olduğu %11 artış söz konusu olmuştur.

Tablo 3 Iceberg Marul Türünde Feldispat ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Atık Yaprak Sayısı, Atık Yaprak Ağırlığına, Yaprak Taze Ağırlığına, Yaprak Kuru Ağırlığına Etkisi

Uygulamalar	Atık Yaprak Sayısı (Adet)	Atık Yaprak Ağırlığı (g)	Yaprak Taze Ağırlığı (g)	Yaprak Kuru Ağırlığı (g)
Kontrol	62,33 ab	1453,33 bc	74,00	2,70 bc
500 kg/da F	55,00 abc	1953,33 a	80,50	3,07 a
1000 kg/da F	69,33 a	2018,33 a	80,07	3,00 ab
1500 kg/da F	62,00 ab	1688,33 ab	83,30	2,90 ab
Kimyasal gübre (KG)	44,33 bc	1163,33 c	52,85	3,00 a
500 kg/da F+KG	51,33 abc	1308,33 bc	67,75	2,55 c
1000 kg/da F+KG	47,00 bc	1371,68 bc	69,25	2,40 c
1500 kg/da (F+KG)	37,33 c	1256,67 bc	79,60	2,90 ab
P	0,0323*	0,0134*	öd.	0,0031*

F:Potasyum Feldispat KG: Kimyasal Gübreleme
Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir.
öd: önemli değil; ***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$

TARTIŞMA ve SONUÇ

K-Feldispat uygulamalarının Iceberg marul yetiştiriciliğinde, bitki boyu, baş çapı ve klorofil oranı (Tablo 1), verim, baş ağırlığı, SÇKM (Tablo 2), atık yaprak sayısı, atık yaprak ağırlığı ve yaprak kuru ağırlığına (Tablo 3) ait veriler istatistiksel anlamda önemli bulunmuş olup, gövde çapı ve yaprak taze ağırlığı verileri uygulamalar içinde farklılık oluşturmayarak önemsiz bulunmuştur.

Araştırma 1000 kg/da F uygulaması bitki boyu gelişimini kontrol grubuna göre %32 oranında arttırmıştır. Benzer bir çalışmada El-Tayep ve Abou-Amer (2017), farklı dozlarda potasyum Feldispat uygulamalarının bitki boyunda ve gövde çapında artış oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Hellal ve ark. (2009) şehir atıkları ile kaya fosfatı veya Feldispat karışımının bitki boyu, dal sayısı, açısından kontrole göre daha üstün olduğunu belirtmişlerdir.

Farklı doz ve kombinasyonlarda gerçekleştirilen K-Feldispat uygulamalarının Iceberg Mira çeşidinde klorofil miktarına etkisi Tablo 2’de gösterilmiş olup, Kontrol grubuna kıyasla yapraklardaki spad değişimi, 1000 kg/da F+KG uygulamasında %47 oranında artış göstermiş en düşük klorofil değişimi ise kontrol grubunda olmuştur. Uygulamalardan hem KG, KG+F hem de sadece F gübreleri Kontrol uygulamasına göre klorofil oranını arttırmış olmakla birlikte ticari gübre uygulamasının ve Feldispat gübrelerinin marulda klorofil miktarına olumlu yönde etki ettiği tespit edilmiştir. Abdel-Salam ve Shams (2012) çalışmamıza benzer olarak artan potasyum dozlarının klorofil oranını arttırdığı sonucuna varmışlardır. Diğer bir çalışmada Abdel-Salam ve Shams (2012) yaptıkları çalışmada %50 K-sülfat + %50 K-Feldispat birleşiminin yaprak alanını arttırdığını tespit etmişlerdir.

Uygulanan K-Feldispat uygulamalarının SÇKM oranını etkilediği tespit edilmiştir. Sonuçlarımıza benzer olarak Kanani ve ark. (2007) potasyumun yeterli miktarda meyve ve sebzelere uygulanması SÇKM oranını arttırdığını belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada K-Feldispatın, toz, kum, granül olarak üç farklı formülasyonun uygulandığı turp ve pancar fidelerin de %0.1’lik potasyum Feldispatın uygulanmasının SÇKM’lerini arttırdığını belirtmişlerdir (Shim ve ark., 2016).

Farklı kombinasyonlarda gerçekleştirilen K-Feldispat uygulamalarının Iceberg Mira çeşidinde verime etkisi olumlu olmuştur. K-Feldispat içerikli gübre ile ticari gübre uygulamalarının karıştırılması, sadece K- feldispat uygulamalarına göre belli oranlarda artışlar sağlamıştır. Ayrıca Pazarlanabilir baş ağırlığı da önemli bir verim parametresidir. Kontrol grubuna göre kıyaslandığında en yüksek baş ağırlığına sahip uygulama %7 oranında artış sağlamıştır. Diğer uygulamalarda birbirine yakın değerler olarak kimyasal gübre ve kontrol grubuna göre verimde artışlar sağlanmıştır. Abd El-Wahab ve ark.

(2003), bezelyenin veriminde en yüksek değerlerin, potasyumun kimyasal veya doğal kaynakları ile kombinasyon halinde uygulanması durumunda elde edildiğini bildirmişlerdir. Badr (2006), yaptığı bir çalışmada Silikat çözen bakterilerle aşılansmış domateslere uygulanan K-Feldispat ve pirinç samanı kompostunun verimi arttırdığını belirtmiştir.

Sebze yetiştiriciliğinde yüksek kalite ve verim için düzenli gübreleme büyük öneme sahiptir. Üretimde kullanılan kimyasal gübreleme işlemleri topraklarımızın sürdürülebilir kullanımı açısından tehdit oluşturmaktadır. Bu bağlamda bitkisel besin maddesi olarak doğal ürünlerin tespit edilmesi ve kullanımının teşvik edilmesi gerekmektedir. Bu amaç kapsamında bölgemizde doğal olarak bulunan potas feldspat kaynağının bitkisel üretimde daha yaygın kullanılmasının teşvik edilmesi çalışmanın önemli sonuçlarından biridir. Ayrıca yaprağı yenen sebzelerden marul-salata grubuna ait daha önce yapılmış potasyum Feldispat çalışmalarının bulunmaması sebebiyle literatürde bu açığın kapanması ve sonrasında farklı sebze türlerinde kullanımı açısından önem arz etmektedir.

Teşekkür

Çalışmada kullanılan Feldispat kaynağı: Ekrem AYBEK isimli üreticimizin Malatya-Doğanshehir bölgesindeki arazisinden edilmiştir. Çalışmamıza katkılarından dolayı üreticimize teşekkür ederiz.

Yazar Katkıları

Araştırma Tasarımı (CRediT 1) Rabia KÜÇÜK (%50), Alper DURAK (%50)

Veri Toplama (CRediT 2) Rabia KÜÇÜK (%40) & Lale ERSOY (%60)

Araştırma - Veri Analizi - Doğrulama (CRediT 3-4-6-11) Alper DURAK (%30, Özlem ALTUNTAŞ (%35) & Rabia KÜÇÜK (%35)

Makalenin Yazımı (CRediT 12-13) Rabia KÜÇÜK (%70) & Lale ERSOY (%30)

Metnin Tashihi ve Geliştirilmesi (CRediT 14) Alper DURAK (%20), Özlem ALTUNTAŞ (%20) & Rabia KÜÇÜK (%60)

Finansman

Çalışma herhangi bir finansal destek almamıştır.

Çıkar Çatışması

Çıkar çatışması yoktur.

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG)

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları: (12) Sorumlu Üretim ve Tüketim

KAYNAKÇA

- Abdel-Salam, M. A. & Shams, A. S. (2012). Feldspar-K fertilization of potato (*Solanum tuberosum L.*) augmented by biofertilizer. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 12(6), 694-699.
- Abd El-Wahab, A. F., Biomy, A. H. M. & El-Farghal, W. M. (2003). Effect of some natural soil amendments on biological nitrogen fixation, growth and green yield of pea plants grown on sandy soils. *Fayoum Journal of Agricultural Research and Environment*, 17, 47-54.
- Abou-el-Seoud, A. A. (2012). Impact of rock materials and biofertilizations on P and K availability for maize (*Zea maize*) under calcareous soil condition. *Saudi Journal of Biological Science*, 19, 55-63.
- Afifi, S.E., Zaghoul, M.M., Eldeen, U.S. & Mosaad, F.S. (2016). Effect of some natural potassium fertilizer sources on growth, productivity and quality of sweet potato (*Ipomoea*

- batatas L.*). *Journal of Plant Production*, 7, 869–875.
- Akbay, F. T. (2012). *Farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda (Lactuca sativa L.) Paenibacillus polymyxa uygulamalarının verim, bitki gelişimi ve besin elementi içeriğine etkisi* (Master's thesis). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Erzurum, Türkiye.
- Aybak, H.Ç. (2002). *Salata/Marul yetiştiriciliği*. Hasad Yayıncılık. s.96, İstanbul.
- Badr, M. A. (2006). Efficiency of K feldspar combined with organic materials and silicate dissolving bacteria on tomato yield. *Journal of Applied Sciences Research*, 2(12),1191-1198.
- Basha, A.A.A. & Hassan, M.S. (2017). Evaluation of Rock Phosphate and Potassium Feldspar with Biological and Organic Amendments and Its Effect on Soil Phosphorus and Potassium Availability and Uptake, Growth and Yield of Canola. *International Journal of Plant & Soil Science*,14, 1–14.
- Bidari, B.I., Martur, M.D. & Math, K.K. (2004). *Influence of soil properties on yield and quality of chillies (Capsicum annum L.) and partitioning of nutrients in fruit components. Paper presented in "Nation. Symp. on Input Use Efficiency in Agric. – Issues and Strategies". 25-27th Nov. 2004. Kerala Agric. Univ., Thrissur. Kerala*
- Bidari, B.I. & Hebsur, N. S. (2011). Potassium in relation to yield and quality of selected vegetable crops. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 24(1), 55-59.
- Blake G., Steinhardt, G., Pombal, X., Muñoz, J., Cortizas, A., Arnold, R., Schaetzl, R., Stagnitti, F., Parlange, J., Steenhuis, T., Chesworth, W., Mualem, Y., Morel-Seytoux, H., Spaargaren, O., Chesworth, W., Soon, Y., Orlov, D., Spaargaren, O., Oertli, J., Gliński, J., Lipiec, J., Stepniewski, W., Spaargaren, O., Spaargaren, O. & Chesworth, W. (2008). Potassium cycle. In Chesworth W., *Ed. Encyclopedia of Soil Science*, 583-587. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Çakmakçı, R. & Erdoğan, Ü. (2008). *Organik Tarım*. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Ders Yay No 236, 354, Erzurum.
- El Mahdy, M. H., Rabea, F. H., Elaraby, A. & Ghazal, F. (2019). Effect of biochar on K and P release from K-feldspar & rock phosphate and its impact on some growth parameter of maize plant. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 27(2), 1637-1645.
- El-Tayeb, H. & Abou-Amer, A. (2017). Effect of K-Feldspar rock fertilizer on growth and mineral content of moringa seedlings (*Moringa oleifera*). *Scientific Journal of Flowers and Ornamental Plants*, 1(1), 35-43.
- Hellal, F.A., Abd El-Hady, M. & Ragab, A.A.M. (2009). Influence of organic amendment on nutrient availability and uptake by faba bean plants fertilized by rock phosphate and feldspar. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 6(3), 271-279.
- Kanai, S., Ohkura, K., Adu-Gyamfi, J. J., Mohapatra, P. K., Nguyen, N. T., Saneoka, H. & Fujita, K. (2007). Depression of sink activity precedes the inhibition of biomass production in tomato plants subjected to potassium deficiency stress. *Journal of Experimental Botany*, 58(11), 2917-2928.
- Labib, B.F., Ghabour, Th. K., Wahba, M. M. & Rahim, I.S. (2011). Application of Kbearing rock for fertilization of cowpea (*Vigna unguiculata*). *International Research Journal of Geology and Mining*, 1(2), 27-33.
- Labib, B. F., Ghabour, T. K., Rahim, I. S. & Wahba, M. M. (2012). Effect of potassium bearing rock on the growth and quality of potato crop (*Solanum tuberosum*). *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development*, 4(1), 7.
- Liu, S., Qi, X., Han, C., Liu, J., Sheng, X., Li, H., Luo, A. & Li, J., (2017). Novel nano-submicron mineral-based soil conditioner for sustainable agricultural development. *Journal of Cleaner Production*, 49, 896-903.
- Manning, D. A. (2010). Mineral sources of potassium for plant nutrition. A review. *Agronomy For Sustainable Development*, 30, 281-294.
- Manning, D., Baptista, J., Limon, M. & Brandt, K. (2017). Testing the ability of plants to access potassium from framework silicate minerals. *Science of the Total Environment*, 574, 476-481.
- Mirdad, Z. M. (2010). The effect of organic and inorganic fertilizers application on vegetative growth, yield and its components, and chemical composition of two potato (*Solanum tuberosum L.*) cultivars. *Alexandria Science Exchange Journal*, 31,102-120.
- Mohammed, S., Brandt, K., Gray, N., White, M. & Manning, D. (2014). Comparison of silicate minerals as sources of potassium for plant nutrition in sandy soil. *European Journal of Soil Science*, 65,

- 653-662.
- Sarıyer, E. (2017). *Bursa Bölgesinde yetiştirilen bazı marul ve baş salata çeşitlerinde sulama suyu kaynağına bağlı olarak ağır metal miktarının belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi)*. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bursa, Türkiye.
- Shafeek, M.R., El-Zeiny, O.A.H. & Ahmed, M.E. (2005). Effect of natural phosphate and potassium fertilizer on growth, yield and seed composition of pea plant in new reclaimed soil. *Asian Journal of Plant Sciences*, 4(6), 608-612.
- Shim, C. K., Kim, M. J., Kim, Y. K., Hong, S. J., Park, J. H., Han, E. J. & Lee, S. B. (2016). Effect of potash feldspar on the growth of organic radish and beet. *Korean Journal of Organic Agriculture*, 24(3), 413-425.
- Straaten, P.V. (2002). Rocks for crops. ICRAF. Nairobi. Kenya. pp: 338.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M. & Polat, S. (2008). *Özel Sebzeçilik*. Tekirdağ. Turkey: p. 485.
- Wakeel, A. & Ishfaq, M. (2022). In Potash Use and Dynamics in Agriculture. *Potassium Biofortification and Human Nutrition*. (pp. 61-66). Springer. Singapore.
- Yağmur, B., & Aydın, Ş. (2021). Çinko (Zn) uygulamalarının marul (*Lactuca Sativa L.*) bitkisinin bazı yaprak besin element içeriklerine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 9(1), 57-63.