



ZİRAAT

MÜHENDİSLİĞİ

TÜRK ZİRAAT YÜKSEK MÜHENDİSLERİ BİRLİĞİ HAKEMLİ YAYIN ORGANIDIR

Yıl: 2025 Sayı: 381

ISSN 1301-0891 | e-ISSN 2651-4494





Sayı : 381

Yıl : 2025

ISSN - 1301 - 0891
e-ISSN - 2651-4494

www.tzymb.org.tr
http://dergipark.org.tr/zm

Yayın Türü:
Yerel Süreli Yayın

SAHİBİ
Türk Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği
Yönetim Kurulu Adına

GENEL BAŞKAN
Mehmet Ali ÜNAL

GENEL YAYIN YÖNETMENİ VE
YAZI İŞLERİ MÜDÜRÜ
Erol Gürkan İŞİN

BİLİMSEL YAYIN KOORDİNATÖRÜ
Prof.Dr. Hasan H.ATAR

ALAN-İSTATİSTİK-DİL EDITÖRLERİ,
YARDIMCI EDITÖRLER
Elif ÇETİNKAYA, Uğur GÜZELSARI,
Tuğçe Ayşe KARDEŞ,
Nadire Pelin BAHADIRLI, Remzi EKİNCİ

GRAFİK TASARIM
Nurhan AY

İDARE VE YAZIŞMA ADRESİ
Sakarya Caddesi No: 30/2
Kızılay / ANKARA
TEL: 0.312 433 59 81
Faks : 0.312 433 64 11

Ziraat Mühendisliği Dergisi Basın İlan Kuru-
mu'nun 14.10.1998 Tarih ve 2358 sayılı kararı ile
"RESMİ İLAN VERİLECEK DERGİLER"
listesine alınmıştır.

Dergimiz
http://dergipark.org.tr/zm
adresi üzerinden
elektronik olarak yayınlanmaktadır.

İÇİNDEKİLER

4 Investigation of *Diplostomum* sp. in Some Fish Species Caught in Atatürk Dam Lake

Mikail ÖZCAN, Ünal İSPİR, Hacı Bayram GÖKHAN, Ayşe
ŞAHİN

Research Article

10 Farklı Hibrit Mısır (*Zea Mays* L.) Çeşitlerinde Melas Uygulamasının Agronomik Performans, Kalite Özellikleri ve Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri

Pakize Özlem KURT

Araştırma Makalesi

22 Agronomic and Quality Characteristics of Soybean Different Maturity Groups

Mehmet GENCER, Gül SARIOĞLU

Research Article

32 Siyah ve Kırmızı Alaca Irkı Sığırlardan Elde Edilen Sütlerde Somatik Hücre Sayısı ve Skorlarının Parametrik ve Parametrik Olmayan Yöntemlerle Analizi

Murat ÇİMEN, Özlem ERTEKİN

Araştırma Makalesi

43 Van İlinde Ddoğadan Toplanan ve Kültürü Yapılan Tıbbi ve Aromatik Bitki Tüketimine Yönelik Tüketici Tercihlerinin Belirlenmesi

Sibel KADIOĞLU, Banu KADIOĞLU

Araştırma Makalesi

56 Diyarbakır Koşullarında Bazı Şeker Mısır Genotiplerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi

Şerif KAHRAMAN, Şehmus ATAKUL, Sevda KILINÇ

Araştırma Makalesi

66 Determining the Crop Water Stress Index for Scheduling Sesame Irrigation with Subsurface Drip Systems under Mediterranean Conditions

Filiz AKIN, Bilal ÇEMEK

Research Article

**TÜRK ZİRAAT YÜKSEK
MÜHENDİSLERİ BİRLİĞİ
YÖNETİM KURULU**

**Genel Başkan
Mehmet Ali ÜNAL**

**Genel Başkan Yardımcısı
Yavuz ER**

**Genel Sekreter
Engin ULAŞ**

**Genel Muhasip
M. Murat TUNCER**

**Genel Yayın Yönetmeni
Erol Gürkan İŞİN**

**Üyeler
Süleyman KURT, Zafer ÇAVUŞ, Osman
KABACAOĞLU, Ahmet DALMIŞ**

Adres
Sakarya Caddesi No: 30/2
Yenişehir / ANKARA

TEL: 0.312 433 59 81
Faks: 0.312 433 64 11
www.tzymb.org.tr

**TÜRK ZİRAAT YÜKSEK
MÜHENDİSLERİ BİRLİĞİ ŞUBELERİ**

ADANA:	Celal KARA
Tel	0 532 230 11 19
ANTALYA:	C. Afşin YILMAZ
Tel	0 532 594 93 39
İSTANBUL:	Önder ÖZDEM
İZMİR:	Fuat AKAYDIN
Tel	0 532 549 35 44
KONYA:	Prof. Dr. Seydi Ahmet BAĞCI
SAMSUN:	Prof. Dr. Ferat UZUN
ŞANLIURFA:	Rüstem COŞKUN
Tel	0 414-313 12 23

**TÜRK ZİRAAT MÜHENDİSLERİ BİRLİĞİ
VAKFI**

Başkan: Özbay TAŞKIN
Başkan Yardımcısı: Nevzat USLUCAN
Muhasip: D. Murat AKTAŞ
Üyeler: Mehmet Ali ÜNAL
Fikri KAYA
Mustafa DOYUK
Ünal ALTIPARMAK

Adres:
Sakarya Caddesi No: 30/3
Kızılay / ANKARA
Tel: 0.312 433 69 09 - 435 46 42
Faks: 0.312 435 41 11

Bilimsel Danışma Kurulu

Prof. Dr. Neşet ARSLAN
Prof. Dr. Orhan ARSLAN
Prof. Dr. Rasih DEMİRCİ
Prof. Dr. Celal ER
Prof. Dr. Orhan KAVUNCU
Prof. Dr. Mevlüt MÜLAYİM
Prof. Dr. Ferhat ODABAŞ
Prof. Dr. Kudret SAYLAM

Bilimsel Yayın Kurulu

Prof. Dr. Mustafa SÜRMEN
Adnan Menderes Üniversitesi
Prof. Dr. Burhan ÖZKAN
Akdeniz Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet BAYANER
Akdeniz Üniversitesi

Prof. Dr. Cengiz SAYIN
Akdeniz Üniversitesi

Prof. Dr. Murat AKKURT
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Aziz KARAKAYA
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Aziz TEKİN
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Nevzat ARTIK
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Mükerrrem ASLAN
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Ebru ŞENEL
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet ÇOLAK
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Belgin ÇAKMAK
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Dilek BAŞALMA
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Gürsel DELLAL
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Nilgün BAYRAKTAR
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Rıfat YALÇIN
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Sadık USTA
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Zahide KOCABAŞ
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Nesrin YILDIZ
Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Ali KOÇ
Eskişehir Osmangazi Üniv.

Prof. Dr. İzzet KADIOĞLU
Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Prof. Dr. İzzet AÇAR
Harran Üniversitesi

Prof. Dr. İsmail AKYOL
K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa YILDIRIM
K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet AYGÜN
Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Musa SARICA
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. Celal TUNCER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. Fatih YILDIZ
Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN
Ordu Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet TAMKOÇ
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Alp Önder YILDIZ
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Ayhan ÖZTÜRK
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Hüseyin ÖĞÜT
Selçuk Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa ÖNDER
Selçuk Üniversitesi

Investigation of *Diplostomum* sp. in Some Fish Species Caught in Atatürk Dam Lake

Atatürk Baraj Gölü'nde Yakalanan Bazı Balık Türlerinde *Diplostomum* sp. Araştırılması

Sorumlu Yazar

Mikail ÖZCAN¹

mikailozcan@ksu.edu.tr

 0000-0001-9032-0697

Yazar

Ünal İSPİR²

unalispir@yahoo.com

 0000-0002-2077-0219

Yazar

Hacı Bayram GÖKHAN³

hbgokhan@gmail.com

 0000-0001-8094-5546

Yazar

Ayşe ŞAHİN⁴

agullsahin@gmail.com

 0000-0002-6609-2687

Abstract

The aim of this study was to investigate the presence of *Diplostomum* sp. in a total of 192 fish of five different species (*Carasobarbus luteus*, *Acanthobrama marmid*, *Chondrostoma regium*, *Capoeta trutta* and *Luciobarbus mystaceus*) obtained from four regions of Atatürk Dam Lake (Sitelce, Samsat, Hösirge and Gerger). The presence of *Diplostomum* sp. was identified in 143 fish specimens, while it was not detected in 49 fish specimens. It was established that the minimum and maximum parasite presence levels ranged from 1 to 209. The fish species with the highest mean parasite density were *Chondrostoma regium* (19.30), *Acanthobrama marmid* (14.13), *Carasobarbus luteus* (13.15), *Capoeta trutta* (11.5) and *Luciobarbus mystaceus* (9.71). The study demonstrated that the prevalence of *Diplostomum* sp. in fish from Atatürk Dam Lake varied according to both region and species.

Keywords: Atatürk Dam Lake, parasite, *Diplostomum*

Özet

Bu çalışmada Atatürk Baraj Gölünün 4 bölgesinden (Sitelce, Samsat, Hösirge ve Gerger) elde edilen 5 farklı türden (*Carasobarbus luteus*, *Acanthobrama marmid*, *Chondrostoma regium*, *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus mystaceus*) toplam 192 balıkta *Diplostomum* sp.'nin varlığı araştırıldı. İncelenen balıkların 143'ünde *Diplostomum* sp. tespit edilirken, 49 balıkta

1 Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

2 Turgut Özal Üniversitesi

3 Turgut Özal Üniversitesi

4 Elazığ Fisheries Research Station Directorate

Gönderilme Tarihi :

28 Kasım 2024

Kabul Tarihi :

26 Mayıs 2025

tespit edilmedi. Balıklarda minimum ve maksimum parazit varlığı 1-209 arasında değiştiği saptandı. Ortalama parazit yoğunluğu bakımından en fazla değere sahip balık türlerinin sırasıyla *Chondrostoma regium* (19,30), *Acanthobrama marmid* (14,13), *Carasobarbus luteus* (13,15), *Capoeta trutta* (11,5) ve *Luciobarbus mystaceus* (9,71)'un olduğu görüldü. Atatürk Baraj Gölü balıklarında *Diplostomum* sp.'nin bölgelere ve balık türlerine göre sayı bakımından farklılıkların olduğu ortaya konuldu.

Anahtar kelimeler: Atatürk Baraj Gölü, parazit, *Diplostomum*

Introduction

The aquatic environment is persistently contaminated from a multitude of sources, including industrial, sewage, and agricultural pesticide wastes. The detrimental impact of this pollution on the environment is becoming increasingly evident (Meriç Turgut and Keskin, 2017). This results in the contamination of water resources, a decline in water quality and disrupts the natural ecosystem. Consequently, there has been a noticeable increase in the prevalence of bacterial and parasitic diseases, along with notable abnormalities in fish populations (Turgut and Özgül, 2009).

One of the most significant challenges in fish pathology is the prevalence of parasitic diseases and their direct impact on the host organism. These damages are often undetected or overlooked in natural environments (Öztürk, 2000).

Diplostomum sp. (Digenea: Diplostomatidae) is a common parasite of the eyes of freshwater fish. Despite the diversity of species within the Diplostomatidae family, the most prevalent is *Diplostomum spathaceum* (Chappell, 1995). The presence of this parasite in various fish species in different regions of Turkey has been documented (Dörücü and Ispir, 2001; Özese Çolak, 2013; Turgut and Özgül, 2012; Barata and Dörücü, 2014). This parasite typically results in the formation of cataracts and subsequent blindness, as well as a reduction in the fish's resistance to other infections, deformities and mortality (Shariff et al., 1980; Chappell et al., 1994; Chappell, 1995).

This study was designed as the preliminary phase of a future, more comprehensive investigation. Accordingly, the

occurrence of *Diplostomum* sp. in five fish species captured from four distinct locations within Atatürk Dam Lake was examined.

Material and Method

Fish samples were collected from four regions of Atatürk Reservoir (Sitilce (37°44'00.8"N 38°20'02.5"E), Samsat (37°34'01.2"N 38°30'48.3"E), Hösirge (37°41'23.7"N 38°17'36.1"E) and Gerger (37°59'49.4"N 39°03'10.5"E) during the spring and summer seasons. The location of the study area is illustrated in Figure 1. The number and species of fish examined according to region are presented in Table 1. The eyes of the fish were removed, and the lenses were examined under a stereo microscope at 4–12× magnification, and parasites were counted. The fish were measured for weight and length. The parasites were subsequently fixed in alcohol-formalin-acetic acid (Pritchard and Kruse, 1982) and photographed.



Figure 1. Sampling stations

In accordance with the methodologies proposed by Bush et al. (1997) and Margolis et al. (1982), the prevalence, mean intensity and mean abundance values were calculated using the following formulas:

Prevalence (%) = Number of parasitized fish / Total number of fish x 100

Average density = Total number of parasites / Number of parasitized fish

Average abundance = Total number of parasites / Total number of fish

Results and Discussion

The temperature of the water in Atatürk Dam Lake was recorded at 14.95°C (Gerger), 11.61°C (Sitalce), 14.9°C (Hösirge) and 14.7°C (Samsat) during the period in which the fish were obtained. The distribution of the fishes examined in the study in terms of species and numbers according to the regions is shown in Table 1.

Table 1. Number and species of fish examined by region

Fish species	Sampling stations				Total
	Gerger	Sitalce	Hösirge	Samsat	
<i>Carasobarbus luteus</i>	22	26	19	40	107
<i>Acanthobrama marmid</i>	5	23	1	9	38
<i>Chondrostoma regium</i>	3	-	2	17	22
<i>Capoeta trutta</i>	10	-	-	8	18
<i>Luciobarbus mystaceus</i>	1	5	-	1	7
Total	41	54	22	75	192

In the course of this study, no pathological findings such as exophthalmos, necrosis, or ulceration of the cornea caused by *Diplostomum* sp. (Figure 2) were observed in the eyes of the fish examined. However, opacification of the eyes was observed in a small number of fish (Figure 3).

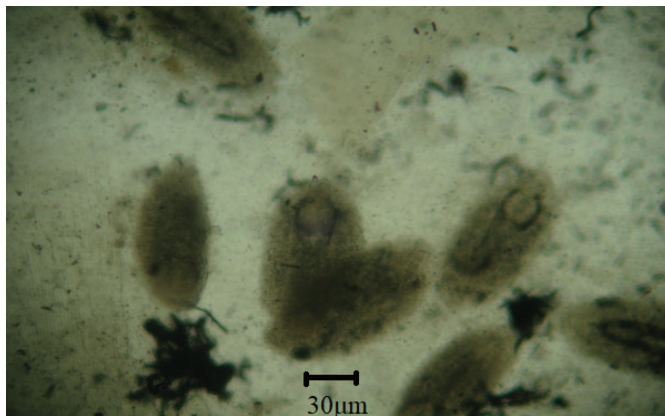


Figure 2. Appearance of *Diplostomum* sp.



Figure 3. Opacification of the eye of *Acanthobrama marmid* caused by *Diplostomum* sp.

The study was conducted on a total of 192 fish, comprising 107 *Carasobarbus luteus*, 38 *Acanthobrama marmid*, 22 *Chondrostoma regium*, 18 *Capoeta trutta* and 7 *Luciobarbus mystaceus*, collected from Sitalce, Samsat, Hösirge, and Gerger regions of Atatürk Dam Lake. The results of the parasitological examination revealed that 82 individuals of the *Carasobarbus luteus* species were infected, 29 of the *Acanthobrama marmid* species, 13 of the *Chondrostoma regium* species, 12 of the *Capoeta trutta* species and all the *Luciobarbus mystaceus* species were infected. A total of 143 fish were found to be infected. It was established that the minimum and maximum parasite presence in fish ranged between one and 209.

The fish species exhibiting the highest mean parasite density were *Chondrostoma regium* (19.30), *Acanthobrama marmid* (14.13), *Carasobarbus luteus* (13.15), *Capoeta trutta* (11.5) and *Luciobarbus mystaceus* (9.71). A total of 1946 parasites were identified, with 1079 detected in five fish species. *Carasobarbus luteus* exhibited the highest parasite load, while *Luciobarbus mystaceus* lowest parasite count (68).

Table 2. Prevalence, density and abundance of *Diplostomum* sp. in some fish caught from Atatürk Dam Lake

Fish species	No of fish examined	Infected	Prevalance (%)	Mean intensity	Abundance	Total Number of Parasites
<i>Carasobarbus luteus</i>	107	82	76.63	13.15	10.08	1079
<i>Acanthobrama marmid</i>	38	29	76.31	14.13	10.78	410
<i>Chondrostoma regium</i>	22	13	59.09	19.30	11.40	251
<i>Capoeta trutta</i>	18	12	66.66	11.5	7.66	138
<i>Luciobarbus mystaceus</i>	7	7	1.00	9.71	9.71	68
Total	192	143	279.69	67.79	49.63	1946

In this study, the presence of *Diplostomum* sp. in the eyes of *Carasobarbus luteus*, *Acanthobrama marmid*, *Chondrostoma regium*, *Capoeta trutta* and *Luciobarbus mystaceus* species from Sitilce, Samsat, Hösirge and Gerger 4 regions of Atatürk Dam Lake was investigated.

The metacercariae of *Diplostomum* sp. (Digenea: Diplostomatidae), commonly known as eye worms in fish, settle in the eye lens of fish and cause degeneration and opacity in the lens, leading to cataracts and ultimately blindness as the disease progresses (Avsever et al., 2016). Infected fish display opaque, protruding eyes. Upon examination of the entry site of the parasites into the lens, proliferation was observed in the lens epithelium (Shariff et al., 1980). The metacercariae that settle in the lens of the eye take the form of white spots that resemble leaves (Korkut and Koyun, 2020). The *Diplostomum* sp. metacercaria are colloquially known as ‘eye worms’ and are responsible for several ocular abnormalities, including impaired blood circulation and an enlarged longitudinal axis of the eye (Gratzky, 1991). The presence of *Diplostomum* sp. parasites has been demonstrated to significantly elevate the risk of predation in infected fish (Seppälä et al., 2005). A case of blindness caused by *Diplostomum* sp. was observed in the eyes of *Capoeta trutta*, *Capoeta umbla* and *Barbus lacerta* (Gül et al., 2014). Similar findings were observed in the fishes in this study. Our eye morphologic and necropsy findings of infected fishes are largely consistent with those reported in previous studies.

A total of 216 specimens of *Carasobarbus luteus* (synonym of *B. luteus*) were collected from the Great Zap

River, and *Diplostomum spathaceum* was examined. The overall infection prevalence was 54.2%, the mean infection intensity was 8.3, and the mean infection abundance was 4.5 (Abdullah and Mhaisen, 2009). The present study investigated *Diplostomum* sp. in a total of 107 *Carasobarbus luteus* fish. The overall infection prevalence was 76.63%, the mean infection intensity was 13.15, and the mean infection abundance was 10.08. It can therefore be surmised that the completion of the life cycle of this parasite and the feeding habits of the host fish are effective in the presence of *Diplostomum* sp. at different rates and densities in different foci of the fish species examined in this study.

In this study, a total of 38 *Acanthobrama marmid* fish were investigated for *Diplostomum* sp. The overall infection prevalence was found to be 76.31%, with a mean infection intensity of 14.13 and a mean infection abundance of 10.78. In previous studies, the prevalence and infestation of *Diplostomum* sp. were significantly higher in *Acanthobrama marmid* than in other hosts, with the highest value recorded (Karabulut, 2009; Barata and Dörücü, 2014). Barata and Dörücü (2014) demonstrated that the prevalence of *Diplostomum* sp. was significantly higher than that observed in the fish species under investigation, which included *Acanthobrama marmid*, *Cyprinus carpio*, *Capoeta trutta* and *Alburnus mossulensis*. Similar findings were reported by Karatoy and Soylu (2006) in their comparison of *Diplostomum* sp. parasite communities in Lake Terkos. This is likely attributable to the impact of pollutants on the habitat of *Acanthobrama marmid*, which may induce stress in the fish and simultaneously facilitate the proliferation of the parasite population.

The prevalence (3.57%), mean density (3.0) and mean abundance (0.11) of *Diplostomum* sp. metacercariae in *Chondrostoma regium* exhibit the lowest levels throughout the year (Gül et al., 2014). The present study investigated *Diplostomum* sp. in a total of 22 *Chondrostoma regium* fish. The overall infection prevalence was 59.09%, the mean infection intensity was 19.30, and the mean infection abundance was 11.4. It is hypothesized that the presence of intermediate host water slugs and final host water birds is effective in the presence of *Diplostomum* sp. at varying rates and densities.

In a study conducted by Barata and Dörücü (2014), it was observed that 82 fish belonging to the *Capoeta trutta* species in Karakaya Dam Lake exhibited signs of infection by *Diplostomum* sp. The number of *Diplostomum* sp. parasites present was found to be 955. The density, prevalence and abundance of *Diplostomum* sp. were calculated as 11.65, 65.07% and 7.58, respectively. In the present study, 12 fish belonging to the *Capoeta trutta* species were found to be infected with *Diplostomum* sp. The calculated density, prevalence and abundance were 11.5, 66.66% and 7.66, respectively. These findings were consistent with those reported by Barata and Dörücü (2014).

Conclusion

This study has revealed the presence of *Diplostomum* sp. in five fish species collected from four different regions of Atatürk Dam Lake. This preliminary study will serve as a bioindicator for future evaluations of the lake's pollution status, with a particular focus on the seasonal distribution of this parasite.

Ethical Approval

All animal studies were approved by the Animal Ethics Committee of Kahramanmaraş Sütçü Imam University, Faculty of Agriculture (KSÜZİRHADYK) and Research Institute (Protocol number: 2014/03-4).

Authors' Contributions

All authors contributed equally to the article.

Conflicts of Interest Statement

The authors declare that they have no conflicts of interest.

References

- Abdullah, S. M. A., & Mhaisen, F. T. (2009). Population biology of worm cataract due to metacercariae of *Diplostomum spathaceum* (Rud., 1819) from two cyprinid fishes in Greater Zab River, north of Iraq. *Iraqi J. Agric.(Spec. Issue)*, 14(1), 194-199.
- Avsever, M. L., Selver, M. M., Yazıcıoğlu, Ö., Tokşen, E., Tay, S., Erdal, G., & Günen, M. Z. (2016). The first report of diplostomiasis from cultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Turkey. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 63(4), 377-381.
- Barata, S., & Dörücü, M. (2014). Karakaya Baraj Gölü Kömürhan bölgesinden yakalanan bazı balıklarda endohelminthlerin araştırılması. *Fırat Üniv Fen ve Müh Bil Derg*, 26(1), 59-68.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of parasitology*, 575-583.
- Chappell, L.H. (1995). The biology of diplostomatid eyeflukes of fishes. *J. Helminthol.* 69: 97– 101.
- Chappell, L.H., Hardie, L.J., & Secombes, C.J. (1994). Diplostomiasis: the disease and host– parasite interactions. In Parasitic diseases Marcogliese et al. 367 of fish. Edited by A.W. Pike and J.W. Lewis. Samara Publishing Ltd., Tresaith, Dyfed, Great Britain. pp. 59–86.
- Dörücü, M., & İspir, Ü. (2001). Seasonal variation of *Diplostomum* sp. infection in eyes of *Acanthobrama marmid* Heckel, 1843 in Keban Dam Lake, Elazığ, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(3), 301-305.
- Gratzyk, T. (1991). Cases of bilateral asymmetry of *Diplostomum pseudo-spathaceum* Metacercaria infections in the eye lens of fish. *J. Act Parasitol*, 36(3), 131-134.
- Gül, A., İspir, Ü., Türk, C., Kırıcı, M., Tayrı, M., & Yonar, M. (2014). The Investigation of *Diplostomum* sp. Metacercariae in Some Cyprinids from Murat River (Genç Area), Bingöl, Turkey. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(4), 547-551.

- Karabulut, C. (2009). Keban Baraj Gölü'nde dört farklı bölgeden (Koçkale, Pertek, Çemişgezek, Keban) Avlanan Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'da Endohelminthlerin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Elazığ, 29s.
- Karatoy, E., & Soylu, E. (2006). Durusu (Terkos) Gölü Çapak Balıkları (*Abramis brama* L., 1758)'nın Metazoan Parazitleri. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 30(3): 233-238.
- Korkut, N., & Koyun, M. (2020). Murat nehrinde yaşayan bazı Cyprinid balıklardaki *Diplostomum* sp. enfestasyonunun mevsim, konak türü ve konak büyüklüğüne bağlı varyasyonları. *Bingöl Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 127-139.
- Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris, A.M., & Shad, G.A. (1982). The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of The American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology*, 68: 131-133.
- Meriç Turgut, İ., & Keskin E. (2017). Risk Assessment of a Formamidine Pesticide, Amitraz, Focusing on Thyroid Hormone Receptors (TRs) in Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Cellular and Molecular Biology*, 63(9): 29-34.
- Özesen Çolak, S. (2013). The helminth community of the sand smelt (*Atherina boyeri* Risso, 1810) from Lake Iznik, Turkey. *Journal of Helminthology*, 87(2):129-134.
- Öztürk, M.O. (2000). Manyas (Kuş) Gölü balıklarının helmintofaunası. *Doktora tez çalışması*. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Bursa.
- Pritchard, M.H. & Kruse, G.O.W. (1982). The Collection and Preservation of Animal Parasites. University of Nebraska Press. Lincoln London.
- Seppälä, O., Karvonen, A., & Valtonen, E.T. (2005). Manipulation of fish host by eye flukes in relation to cataract formation and parasite infectivity. *Anim. Behav.* 70: 889-894.
- Shariff, M., Richards, R.R., & Sommerville, C. (1980). The histopathology of acute and chronic infections of rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson with eye flukes, *Diplostomum* spp. *J. Fish Dis.* 3: 455-465.
- Turgut, E., & Özgül, G. (2009). Sucul ekosistemin izlenmesinde kirlilik biyoindikatörü olarak balık parazitlerinin kullanılması. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 26(1), 13-18.
- Turgut, E., & Özgül, G. (2012). Seasonal Changes and Host Size-Dependent Variation in *Diplostomum* sp. Infection of Some Cyprinid Fish. *Pakistan Journal of Zoology*, 44(1): 123-128.

Farklı Hibrit Mısır (*Zea Mays* L.) Çeşitlerinde Melas Uygulamasının Agronomik Performans, Kalite Özellikleri ve Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri

Effects of Molasses Application on Agronomic Performance, Grain Quality, and Soil Fertility in Different Hybrid Maize (*Zea mays* L.) Cultivars

Sorumlu Yazar

Pakize Özlem KURT¹

ozlemkurt@uludag.edu.tr

 0000-0002-1818-7243

Özet

Bu çalışma, şeker endüstrisinin organik yan ürünü olan melasın mısır (*Zea mays* L.) üretiminde agronomik performans, kalite özellikleri ve toprak kimyası üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma, 2024 üretim sezonunda Bursa ili Karacabey ilçesinde sulanabilir koşullarda, dört farklı hibrit mısır çeşidi ve iki melas uygulamasının yer aldığı 'Tesadüf Blokları Deneme Deseni' ne göre üç tekerrürlü olarak planlanmıştır. Denemede kullanılan hibrit çeşitler tescilli, ticari materyallerdir. Melas, sadece ilgili parsellerde ekimle birlikte dekara 4 lt dozunda solüsyon olarak Hassas tarım mibzeri ile uygulanmıştır.

Araştırma kapsamında, agronomik (bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan uzunluğu, koçan çapı, koçanda tane sayısı, toplam tane ağırlığı, koçan ağırlığı, 1000 tane ağırlığı, verim) ve kalite (protein, nişasta, yağ, lif, kül) analizlerinin yanı sıra üç farklı dönemde (ekim öncesi, VT-tepe püskülü çıkış zamanı, hasat sonrası) yapılan toprak analizleri (organik madde, pH, makro-mikro elementler) ile yaprak analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, melas uygulaması bitki boyu, koçan yüksekliği, dane sayısı ve verim gibi özelliklerde anlamlı artışlar sağlamış ($P<0.01$) ve verimi %60'a kadar yükseltmiştir. Kalite açısından yalnızca kül içeriği üzerinde doğrudan etki gözlemlenmişken, çeşit $\times$ melas etkileşimleri protein, yağ, lif ve hektolitre gibi özelliklerde önemli varyasyonlar oluşturmuştur.

¹ Bursa Uludağ Üniversitesi

Gönderilme Tarihi :

Kabul Tarihi :

07 Nisan 2025

11 Mayıs 2025

Toprak ve yaprak analizleri, melasın özellikle organik madde ve potasyum düzeyini artırdığı; bazı mikro elementlerin alımını kolaylaştırırsa da azot ve fosfor gibi makro besin maddelerinde eksikliklerin sürdüğünü göstermiştir.

Anahtar Kelime: Mikrobiyal uygulama, verim bileşenleri, toprak kimyası, yaprak analizi

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of molasses, an organic by-product of the sugar industry, on agronomic performance, quality traits, and soil chemistry in maize (*Zea mays* L.) production. The experiment was carried out under irrigated conditions during the 2024 growing season in Karacabey district of Bursa province, using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. The trial included four different registered commercial maize hybrids and two molasses application treatments. Molasses was applied as a solution at a dose of 4 L per decare only to the designated plots, simultaneously with sowing using a precision planting machine.

Within the scope of the study, agronomic parameters (plant height, ear height, ear length, ear diameter, number of kernels per ear, total kernel weight, ear weight, thousand kernel weight, and grain yield), quality traits (protein, starch, oil, fiber, ash), and soil chemical analyses at three different stages (pre-sowing, tasseling stage, post-harvest), as well as leaf nutrient analyses, were evaluated. According to the results, molasses application significantly improved plant height, ear height, number of kernels, and grain yield ($P<0.01$), increasing yield by up to 60%. In terms of quality, molasses had a direct effect only on ash content, while the molasses $\times$ variety interaction caused significant variations in protein, oil, fiber, and hectoliter weight. Soil and leaf analyses revealed that molasses increased organic matter and potassium levels and enhanced the uptake of certain micronutrients, although deficiencies in nitrogen and phosphorus remained.

Keywords: Microbial amendment, yield components, soil chemistry, leaf nutrient analysis

1. Giriş

Mısır (*Zea mays* L.), dünya genelinde en fazla yetiştirilen ve tüketilen stratejik tahıllardan biri olup gerek insan beslenmesinde gerekse hayvan yemi ve sanayi hammaddesi olarak çok yönlü kullanım alanına sahiptir (Kılınç vd., 2018). FAO (2023) verilerine göre 2022 yılında dünya genelinde yaklaşık 1.2 milyar ton mısır üretilmiştir ve bu miktar ile mısır, buğday ve pirinçle birlikte en yüksek üretim hacmine sahip tahıllardan biri olmuştur. Türkiye’de ise aynı yıl 8.5 milyon ton mısır üretimi gerçekleştirilmiştir ve bu üretim ile mısır, ülkemizin tahıl üretim portföyü içinde gerek yem sanayisinde gerekse nişasta bazlı ürünlerin üretiminde kritik önemde bir yere sahip olmuştur. Özellikle hibrit mısır çeşitlerinin yaygınlaştırılması ve sulama olanaklarının genişlemesiyle birlikte mısır veriminde son yıllarda önemli artışlar sağlanmıştır (İdikut vd., 2024).

Mısır bitkisinin yüksek verim potansiyelinin sürdürülebilir şekilde desteklenebilmesi için gerek toprak verimliliğinin artırılması gerekse bitki beslemenin optimize edilmesi yönünde alternatif uygulamalara olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu bağlamda, şeker endüstrisinin yan ürünü olan ve organik madde içeriği yüksek olan melas, son yıllarda tarımda dikkat çeken alternatif girdiler arasında yer almaktadır (Sharova vd., 2024). Melas, özellikle sebze üretiminde tohum ekimi veya fide dikimi ile eş zamanlı olarak toprağa uygulanmakta ve kök bölgesinde mikrobiyal aktiviteyi teşvik ederek bitki gelişimini destekleyici etki göstermektedir (Kwaido vd., 2024). Ancak mısır gibi yoğun besin tüketen ve verim potansiyeli yüksek tahıllarda melas uygulamasının etkilerine yönelik bilimsel çalışmalar sınırlı sayıda olup, bu konuda daha fazla veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Mısır üretiminde melasın hem verim hem de kalite kriterleri üzerindeki potansiyel etkilerini ortaya koymak, aynı zamanda toprak özelliklerine olan yansımalarını değerlendirmek araştırmalar açısından önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, ana ürün yetiştirme koşullarında ekimle beraber yapılan melas uygulamasının, dört farklı hibrit mısır çeşidinde agronomik performans, kalite özellikleri ve toprak parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metod

Araştırma, 2024 üretim sezonunda Bursa ili Karacabey ilçesi Küçük karaağaç Mahallesi'nde, sulanabilir bir üretici tarlasında yürütülmüştür. Deneme alanı, Marmara Bölgesi'ne özgü ekolojik koşullara sahiptir. Ekim öncesinde buğday yetiştirilmiş, ardından anız bozumu sonrası mısır ekimi gerçekleştirilmiştir. Toprak analizleri ekim öncesi (17 Şubat), VT- tepe püskülü çıkış zamanı dönemi (5 Ağustos) ve hasat sonrası (28 Kasım) olmak üzere üç zamanda yapılmış; pH, organik madde, alınabilir N, P, K, mikro elementler (Fe, Mn, Zn, Cu), katyon değişim kapasitesi (KDK) ve su tutma kapasitesi belirlenmiştir (Tablo 2).

Çalışma, Tesadüf Blokları Deneme Deseni'ne göre 3 tekerrürlü, 4 hibrit çeşit $\times$ 2 melas uygulaması (melaslı ve kontrol) tasarlanmıştır (Tablo 1). Her parsel 8 sıra (5 m uzunluk, 70 cm sıra arası) olup, toplam 28 m²'dir. Ekim 6 Haziran 2024'te, dekara 9000 adet bitki sıklığına uygun olarak hassas tarım mibzeri ile yapılmıştır. Melas uygulaması sadece ilgili parsellerde, ekimle eş zamanlı olarak 4 lt da⁻¹ solüsyon formunda verilmiştir. Gübreleme tüm parsellerde 50 kg da⁻¹ 15-15-15 NPK ile temel olarak yapılmıştır. Bitkiler 40-50 cm boya geldiklerinde dekara 5 kg N gelecek şekilde üre (% 46 N) verilmiştir. Tohumlar çimlenen kadar yağmurlama sulama yapılmıştır, daha sonra ise damla sulama sistemiyle devam edilmiştir. Mikrobiyal veya biyostimülan katkı yapılmamış; ot mücadelesi mekanik olarak gerçekleştirilmiştir. Deneme alanında verim ve kalite değerlerini etkileyecek herhangi bir hastalık ve zararlı tespit edilmediği için herhangi bir kimyasal kullanılmadan deneme yürütülmüştür. Hasat, danelerde nem %14'e düştüğünde gerçekleştirilmiştir.

Bitkisel örnekleme, parsel kenar sıraları hariç iç kısımda kalan sıralardan rastgele seçilen 10 adet bitkiden bitki boyu, koçan yüksekliği, uzunluğu ve çapı, koçanda dane sayısı, koçan ve tane ağırlığı, 1000 tane ağırlığı ve verim özellikleri değerlendirilmiştir. Ölçümler dijital metre, kumpas ve hassas terazi ile yapılmış; verim kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Kalite analizlerinde hektolitire, ham protein, nişasta, yağ, lif ve kül belirlenmiştir. Azot Kjeldahl, mikro elementler ICP-OES cihazıyla analiz edilmiştir.

Yaprak analizleri, mısır bitkisinin 15 yapraklı döneminde (V15) gelişim açısından en temsil edici evre kabul edilerek, her parselden rastgele seçilen 10 bitkiden alınan orta-yaprak (alt orta yaprak: kulak hizasındaki tam gelişmiş yaprak) örnekleri ile gerçekleştirilmiştir. Toplanan örnekler, yıkama (distile su ve %0.1 HCl) ve kurutma (65 °C'de 72 saat) sonrası öğütülerek analizlere hazırlanmıştır. Azot tayini için Kjeldahl yöntemi, fosfor tayini için vanadat-molibdat spektrofotometrik yöntem, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve mikro elementler (Fe, Mn, Zn, Cu) için ise ICP-OES (Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry) cihazı kullanılmıştır.

Veriler, JMP-16 istatistik programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Çeşit ve melas etkileri ile interaksyonlar değerlendirilmiş, ortalamalar EGF testi ile karşılaştırılmıştır. Tüm analizler JMP yazılımı (SAS Institute Inc.) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Kalite analizlerinde; hektolitire ağırlığı silindirik hacim ölçümü ile, nişasta polarimetrik, protein Kjeldahl, yağ Soxhlet (n-hekzan çözücülü), lif enzimatik veya kimyasal çözündürme ile, kül ise 550 °C'de yakılarak ölçülmüştür (Samavat ve Samavat, 2014, Nugroho vd., 2023).

Tablo 1. Deneme Yer Alan Çeşitlerin Tarımsal Özellikleri

Çeşit Adı	Pedigri	Özellikleri
P15382	Pioneer/ Corteva	FAO 650 olum grubundadır. Orta-uzun boyludur ve koçanı bitkinin ortasından tutar. Erken dönem gelişimi oldukça hızlıdır. Hasatta yeşil kalma özelliği iyidir. Rutubet atma hızı oldukça iyi; adaptasyon kabiliyeti çok yüksektir.
DKC6492	Dekalb/ Bayer	FAO 650 olum grubundadır. Sık ekime uygundur. Kök/Gövde yapısı iyidir. Yaprak hastalıklarına dayanıklıdır. Hasatta yeşil kalma özelliği iyidir. Rutubet atma hızı oldukça iyi; adaptasyon kabiliyeti çok yüksektir.

DKC6537	Dekalb/Bayer	FAO 650 olum grubundadır. Kök ve yaprak hastalıklarına dayanıklıdır. Yüksek hektolitreye ağırlığına sahiptir. Hasatta yeşil kalma özelliği iyidir. Rutubet atma hızı oldukça iyi; adaptasyon kabiliyeti çok yüksektir.
MAS68K	MAS Seed	FAO 650 olum grubundadır. Yüksek kuraklık dayanımı ile stresli şartlarda dahi yüksek dane verimine sahiptir. Yatmaya karşı dayanıklıdır. Hasatta yeşil kalma özelliği iyidir. Rutubet atma hızı oldukça iyidir.

*Ürün özellikleri, firmaların kataloglarından alınmıştır.

İklim verilerinin yer aldığı Tablo 2. incelendiğinde, 2024 yılına ait iklim verileri, uzun yıllar ortalamalarıyla kıyaslandığında mısırın gelişim dönemlerinde belirgin sapmalar göstermiştir. 2024 yılı sıcaklık verileri, uzun yıllar sıcaklık verilerinden yüksek olurken, yağış oranlarında Eylül ayı hariç ciddi azalma görülmektedir. Mısır üretimi için sulamanın önemi her geçen sene artarak devam

etmektedir. Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık artmış, yağışsızlık ve azalan bağıl nem, vejetatif büyümede ve çiçeklenme döneminde kuraklık stresini artırmıştır. Özellikle Temmuz'daki yüksek sıcaklıklar, püskül-saçak püskül senkronizasyonunu bozarak dölleme başarısını ve koçan bağlamayı olumsuz etkilemiştir.

Tablo 2. 2024 Yılı İklim Verileri

Aylar	Sıcaklık Ort. (°C)		Toplam Yağış (mm)		Nem Ort. (%)	
	Aylık	2013-2023	Aylık	2013-2023	Aylık	2013-2023
Mayıs	16.00	17.50	34.30	45.30	71.20	69.80
Haziran	25.60	23.10	0.00	23.60	58.30	60.00
Temmuz	27.00	24.50	1.80	12.81	65.70	63.80
Ağustos	26.00	25.40	0.00	15.10	62.20	63.90
Eylül	22.40	21.20	40.70	33.08	68.70	66.70
Ekim	16.50	15.90	23.50	46.98	72.70	71.00
Kasım	12.10	11.90	21.40	39.27	71.60	75.60

Ağustos ayında süregelen kuraklık, tane dolumu ve kalite parametreleri (özellikle 1000 dane ağırlığı ve hektolitreye) üzerinde baskılayıcı etkiler yaratmıştır (Hasan vd., 2025). Eylül'deki yağışlar fizyolojik olgunluğu desteklese de hasatta dane neminin yüksek kalmasına yol açmıştır (Du vd., 2017). Tüm bu bulgular, 2024 sezonunun özellikle çiçeklenme ve dolum dönemlerinde su yetersizliği ile karakterize olduğunu ve bunun verim ile kalite üzerine olumsuz yansımaları olabileceğini göstermektedir.

Deneme yerine ait toprak analizleri Laben Zirai Analiz Laboratuvarlarında yapılmıştır ve sonuçlar düzenlenerek Tablo 3' deki haline getirilmiştir. İlgili tablo

incelendiğinde, araştırmada, ekim öncesi, VT dönemi ve hasat sonrası olmak üzere üç farklı evrede yapılan toprak analizleri, melas uygulamasının toprak kimyasal özellikleri üzerinde geçici fakat dikkat çekici etkiler oluşturduğunu göstermiştir. pH değerinin VT döneminde 7.3'ten 6,8'e düşmesi, melasın mikrobiyal ayrışma yoluyla kısa süreli asidik etki yarattığını göstermektedir (John vd., 2021, Mustaqim vd., 2024). Organik madde oranı VT döneminde iki kat artış göstererek %1,80'e ulaşmış, bu artış melasın karbonca zengin içeriğinin mikrobiyal biyokütleyle desteklemesiyle açıklanabilir (Gobinaht vd., 2025).

Tablo 3. Toprak Analiz Sonuçları

Parametreler	Ekim Öncesi (17.02.2024)	Tepe Püskülü (05.08.2024)	Hasat Sonrası (28.11.2024)	Referans Değer
pH	7.3	6.8	7.1	6.5-7
CaCO ₃ (g kg ⁻¹) (%)	1.0	1.4	2.2	< 5
Tuzluluk (%)	0.012	0.015	0.022	< 0.15
Su Tutma (%)	47	57	53	50 – 60
Organik Madde (%)	0.90	1.80	1.31	≥ 1.5
Toplam Azot (%)	0.092	0.094	0.101	0.10 – 0.15
Alınabilir Fosfor (P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹)	4.72	6.8	5.5	10 – 25
Alınabilir Potasyum (K ₂ O kg ha ⁻¹)	59.8	92.3	79.1	80 – 200
Alınabilir Kalsiyum (CaO kg ha ⁻¹)	894.3	440.1	540	1000 –2000
Alınabilir Magnezyum (MgO kg ha ⁻¹)	202.8	171.1	219.6	150 – 300
Bitki tarafından alınabilir Demir (Fe) (ppm)	9.32	10.03	13.43	5 – 20
Bitki tarafından alınabilir Mangan (Mn) (ppm)	6.50	6.72	6.6	5 – 50
Bitki tarafından alınabilir Çinko (Zn) (ppm)	0.90	1.1	0.79	1.0 – 2.0
Bitki tarafından alınabilir Bakır (Cu) (ppm)	2.01	2.32	1.90	0.5 – 2.0
Kasyon Değişim Kapasitesi (meq 100 g ⁻¹)	14.3	10.2	18.7	15 – 25

Toplam azot ve alınabilir fosfor-potasyum düzeylerinde de artış gözlenmiş; bu durum melasın biyolojik aktiviteyi artırarak besin mineralizasyonunu teşvik ettiğini düşündürmektedir (Honma vd., 2012, Du vd., 2017). Özellikle potasyum düzeyindeki yükseliş, melasın içsel potasyum içeriğiyle de ilişkilidir (Nugroho vd., 2023). Ancak kalsiyum ve magnezyum gibi katyonlarda dönemsel dalgalanmalar gözlenmiş, bu da organik asitlerin şelatlayıcı etkileriyle ilişkili olabilir (Cooke ve Scott, 1993). Demir, bakır ve çinko gibi mikro elementlerde melas etkisiyle alınabilirlik artarken, çinkoda hasat sonrası düşüş gözlenmiş, bu da bitkinin yoğun kullanımını yansıtmaktadır. Katyon değişim kapasitesinin hasat sonrası yüksek seviyelere

ulaşması, humik madde birikimi ve koloidal yapının etkinleşmesiyle ilişkilidir (Głowacka 2012, Honma vd., 2012, Du vd., 2017). Genel olarak melas, toprakta organik madde, azot ve potasyum dengesine katkı sağlarken, bazı besin elementlerinde çeşit, toprak tipi ve mikrobiyal aktiviteye bağlı olarak değişken etkiler oluşturmuştur.

Tablo 4' te çalışmada, V15 döneminde alınan yaprak analizleri, mısır bitkisinde azot ve fosfor gibi temel makro besinlerde yetersizlik yaşandığını; buna karşılık potasyum, kalsiyum, demir ve mangan düzeylerinin yeterli olduğunu ortaya koymuştur. Magnezyum yetersizliği ve çinko ile bakırda gözlenen yüksek düzeyler ise elementler arası dengenin bozulduğuna işaret etmektedir.

Tablo4. Yaprak Analizi Sonuçları

Parametre	24.07.2024 (15 Yapraklı Dönem)	Değerlendirme	Referans Değerler
Azot %	2.05	Çok Noksan	3-3.5
Fosfor %	0.20	Noksan	0.25-0.45
Potasyum %	1.97	Yeterli	1.9-2.5
Kalsiyum %	0.26	Yeterli	0.25-0.5
Magnezyum %	0.13	Noksan	0.13-0.3
Demir (ppm)	91.00	Yeterli	50-250
Mangan (ppm)	42.80	Yeterli	15-300
Çinko (ppm)	80.90	Fazla	15-60
Bakır (ppm)	33.50	Fazla	3-15

3. Bulgular ve Tartışma

3.a. Agronomik Ölçüm Sonuçları

Agronomik özelliklere ait varyans analizinin yer aldığı Tablo 5'e göre; melas uygulaması ve çeşit faktörü, bitki boyu ve koçan yüksekliği üzerinde $P<0.01$ düzeyinde anlamlı etki göstermiştir. Bu durum, melas uygulamasının ve hibrit çeşitlerin morfolojik farklılıklarının belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. (Du vd., 2017). Koçan uzunluğu ve koçanda dane sayısı hem çeşit hem melas faktöründen etkilenmiş; melasın generatif fazdaki katkısını yansıtmaktadır. Toplam tane ağırlığı, koçan ağırlığı ve verim üzerinde melas uygulamasının $P<0.01$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir. Çeşit $\times$ melas interaksyonu, özellikle bitki boyu, koçan uzunluğu, dane sayısı, 1000 tane ağırlığı ve hektolitre gibi birçok parametrede anlamlı bulunmuş, çeşitlerin uygulamaya verdiği tepkilerin

farklılaştığını göstermiştir. Koçan çapı ve 1000 tane ağırlığı, ana faktörlerden etkilenmemiştir.

Sonuç olarak hem çeşit hem de melas faktörü agronomik performansı anlamlı şekilde etkilemiş; ancak bu etkinin çeşide bağlı değişkenlik göstermesi, melas uygulamalarının hibrit seçim stratejileriyle birlikte ele alınması gerektiğini göstermiştir.

Agronomik özelliklerin EGF Gruplandırma sonuçlarının yer aldığı Tablo 6'da yer alan veriler doğrultusunda, çeşit faktörü, bitki boyu, koçan yüksekliği, koçanda tane sayısı, 1000 tane ağırlığı ve verim gibi temel agronomik özelliklerde istatistikî farklılıklar oluşturmuştur. En uzun bitkiler P15382 çeşidinde (234.0 cm) gözlenmiş olup, bu durum hibritlerin genetik yapılarına bağlı farklılıkları yansıtmaktadır (Hasan vd., 2025).

Tablo 5. Agronomik Özelliklerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

VK	SD	Bitki B. (cm)	Koçan Y. (cm)	Koçan U. (cm)	Koç. Ç. (mm)	Koç. T.S. (adet)	Toplam T.A. (g)	Koçan A. (g)	1000 T. A. (g)	Verim (kg da ⁻¹)
Çeşit	3	848.7**	316.9**	3.7	307.2	138.5**	547	646.2	103.7**	331**
Melas	1	876.4**	985.3**	59.6**	133.7	108.8**	229.4**	262.2**	191.3	102**
Tekerrür	2	471	152.6	63.7**	155.4	110.8**	377.8**	462.6**	270.9**	147*
Çeşit x Melas	3	311.7*	315.8	38.9*	189.7	225.6**	471.4*	109.8	444.7**	197

Hata	278	81129	20688.5	1003.7	21619.7	25119.5	48181.6	66277	44631.5	19138
DK (%)		7.59	8.31	7.33	8.9	6.4	9.4	8.4	7.75	8.5

VK: Varyasyon Kaynağı, DK (%): Değişim Katsayısı, SD: Serbestlik Derecesi, Koçan Y.: Koçan Yüksekliği, Koçan U.: Koçan Uzunluğu, Koç. Ç.: Koçan Çapı, Koç. T.S.: Koçanda tane sayısı, Toplam T.A.: Toplam tane ağırlığı, Koçan A.: Koçan ağırlığı, 1000 T.A.: 1000 tane ağırlığı, *: $P<0.05$ **: $P<0.01$

Melas uygulaması da bitki boyunu artırmış; uygulanan parsellerde ortalama 230.7 cm iken, melassız parsellerde 219.6 cm ölçülmüştür. Koçan yüksekliği, DKC6492 ve D'de daha yüksek bulunmuştur. P15382 çeşidinde ise daha düşük kalmıştır. Melas uygulaması bu özelliği de olumlu etkilemiştir (85.6 cm vs. 81.9 cm), bu durum fotosentetik aktivite ve besin elementi varlığıyla ilişkilidir (Meiri vd., 1992). Koçan uzunluğu, sadece melas uygulamasından etkilenmiş, ortalamalar ise sırasıyla 17.2 cm (melaslı) ve 16.3 cm (kontrol) olmuştur. Koçanda tane sayısı P15382 çeşidinde en yüksek (522.2 adet) bulunmuş; melas uygulaması bu özelliği de artırmıştır (508.8 vs. 469.8 adet). Bu bulgu, melasın çiçeklenme sonrası metabolik süreçlere katkısını yansıtmaktadır (Samavat ve Samavat, 2014). Toplam tane ve koçan ağırlıkları, çeşitlerden etkilenmemiş; ancak melas uygulaması bu değerleri sırasıyla 175.2 g ve 205.6 g'a yükseltmiştir. 1000 tane ağırlığı, çeşitlere bağlı olarak anlamlı farklılık göstermiş (330.3–379.9 g); ancak

melas etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Çalışmaya ait verim değerleri incelendiğinde, DKC6492 ve DKC6537 çeşidi sırasıyla 894.2 kg da⁻¹ ve 890.7 kg da⁻¹ değerlerini alarak en yüksek verime sahip olmuşlardır. Melas uygulaması verimi önemli ölçüde artırmış (Melas (+): 976.4 kg da⁻¹, Melas (-) 599.5 kg da⁻¹); bu durum, melasın organik içeriği ile mikrobiyal aktivite ve kök gelişimini desteklemesiyle açıklanabilir (Kwaïdo vd., 2024).

Çeşit x Melas durumunun interaksiyon tablosu olan Tablo 7 incelendiğinde, bitki boyu en yüksek P15382 x Melas (+) kombinasyonunda ölçülmüştür (243.8 cm, "a" grubu), bu da yüksek genetik potansiyelli çeşitlerin melastan daha fazla yararlandığını göstermektedir. En kısa bitkiler ise DKC6492 çeşidinde ve MAS68K çeşidinin melassız kombinasyonlarında gözlenmiştir. Benzer şekilde, Salman vd., (2025), melasın kök çevresinde mikrobiyal aktiviteyi artırarak vejetatif büyümeyi desteklediğini bildirmiştir.

Tablo 6. Agronomik Özellikleri Gruplandırma Tablosu

Çeşit	Bitki Boyu (cm)	Koçan Yüksekliği (cm)	Koçan Uzun (cm)	Koçan Çapı mm	Koçanda Tane Sayısı (adet)	Toplam Tane Ağırlığı (g)	Koçan Ağırlığı (g)	1000 Tane Ağırlığı (g)	Verim (kg da ⁻¹)
P15382	234.02 a	79.2 b	19.9	46.6	522.2 a	160.2	191.3	330.3 b	665.8 c
DKC6492	221.0 b	87.7 a	16.7	47.1	461.9 b	164.1	191.5	340.1 a	894.2 a
DKC6537	225.1 b	82.0 b	16.9	54.8	492.6 ab	170.3	201.5	369.9 a	890.7 a
MAS68K	220.5 b	85.9 a	16.6	48.5	480.6 b	170.5	200.1	379.9 a	696.6 b
Ort.	225.2	83.7	17.5	49.3	489.3	166.3	196.1	355.1	786.8
Melas									
Melas (+)	230.7 a	85.6 a	17.2 a	47	508.8 a	175.2 a	205.6 a	363.5	976.4 a
Melas (-)	219.6 b	81.9 b	16.3 b	51	469.8 b	157.3 b	186.5 b	361.8	599.5 b
Ort.	225,2	83.8	16.8	49	489,3	166,3	196.1	362.7	788
EGF _{0.05}	21.7	13.9	5.1	14.2	22.9	6.9	18.5	14.5	13.7

Koçan uzunluğu, melas uygulanan tüm kombinasyonlarda artmış; en uzun değer yine P15382 x Melas (+) (17.7 cm), en kısa ise MAS68K x Melas (-) (15.9 cm) kombinasyonlarında ölçülmüştür. Gobinath vd., (2025), organik katkıların çiçeklenme sonrası koçan gelişimini desteklediğini belirtmiştir. Koçanda tane sayısı, P15382x Melas (+) ve MAS68K x Melas (+) kombinasyonlarında en yüksek çıkmış; melassız kombinasyonlar daha düşük değerler vermiştir. Bu bulgu, melasın üreme döneminde karbon ve azot desteğiyle dane bağlamayı artırdığını göstermektedir (Nugroho vd., 2023). Toplam tane ağırlığı, en yüksek MAS68K x Melas (+) (182.6 g) kombinasyonunda elde edilmiştir. Melas uygulanmayan kombinasyonlar daha düşük gruplarda yer almıştır. 1000 tane ağırlığı, en yüksek MAS68K x Melas (-) ve DKC6537 x Melas (+) kombinasyonlarında belirlenmiştir. Verim, DKC6537 ve DKC6492 çeşidinin melaslı kombinasyonlarında en yüksek değerlere çıkmış (1189.9 kg da⁻¹ ve 1127.9 kg da⁻¹), en düşük ise MAS68K x Melas

(-) ile elde edilmiştir (548.1 kg da⁻¹). Bu durum, melasın düşük performanslı çeşitlerde dahi verimi artırabildiğini göstermektedir (Honma vd., 2012, Leventoglu ve Erdal, 2014).

3.b. Kalite Özellikleri Analiz Sonuçları

Tablo 8’de yer alan, kalite özelliklerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, çeşit faktörü tüm kalite parametreleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler göstermiştir. Özellikle nişasta, yağ ve kül özelliklerinde istatistiki olarak (P<0.01) olasılık düzeyinde, hektolitre, protein ve lif özelliklerinde ise (P<0.05) olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Tekerrür faktörü, yalnızca yağ oranında (P<0.05) anlamlı bulunmuş; diğer kalite parametrelerinde etkili olmamıştır. Aynı tabloda yer alan Çeşit x Melas interaksiyonuna bakıldığında hektolitre, protein, yağ, lif, kül özelliklerinde (P<0.05) olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 7. Agronomik Özellikleri İnteraksiyon Gruplandırma Tablosu

	Bitki B. (cm)	Koçan Y.(cm)	Koçan U.(cm)	Koç. Ç. (mm)	Koç. T.S. (adet)	Toplam T.A. (g)	Koçan A.(g)	1000 T. A. (g)	Verim (kg da ⁻¹)
P15382 x Melas (+)	243.8 a	79.3	17.7 a	46	559.3 a	171.3 a-c	204.7	326.5 e	713
P15382 x Melas (-)	224.3 b	79.1	16.1 d	47.3	485.2 bc	149.1 d	177.8	334.7 de	704
DKC6492 x Melas(+)	227.2 b	90.1	17.2 ab	45.7	484.7 bc	174.6 ab	202.7	370.5 b	1127.9
DKC6492 x Melas (-)	214.8 c	85.4	16.2 cd	48.4	439.2 d	153.6 cd	180.3	370 b	989
DKC6537 x Melas(+)	225.7 b	84.8	16.7 b-d	48.3	465.6 cd	172.3 a-c	200.6	390.4 a	1189.9
DKC6537 x Melas (-)	224.6 b	79.2	17 a-c	61.3	519.5 ab	168.4 a-d	202.3	349.3 cd	816
MAS68K x Melas(+)	226.2 b	87.9	17.3 ab	48.4	525.6 ab	182.6 a	214.5	366.5 bc	715
MAS68K x Melas (-)	218.7 c	83.8	15.9 d	48.6	435.6 d	158.4 b-d	185.7	393.3 a	695
Ort.	225.7	83.7	16.8	49.3	489.3	166.3	196.1	362.7	868.7
EGF _{0.05}	7.9	4.01	0.88	12.3	14.4	19.3	20.6	18.6	25.3

Koçan Y.: Koçan Yüksekliği, Koçan U.:Koçan Uzunluğu, Koç. Ç.: Koçan Çapı, Koç. T.S.: Koçanda tane sayısı, Toplam T.A.: Toplam tane ağırlığı, Koçan A.:Koçan ağırlığı, 1000 T.A.: 1000 tane ağırlığı, EGF: En Güvenilir Fark

Kalite verilerine ait LSD gruplandırma bilgilerinin yer aldığı Tablo 9’e göre, kalite özellikleri bakımından hibrit mısır çeşitleri arasında istatistikî olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Hektolitre ağırlığı en yüksek DKC6537

(71.8 kg lt⁻¹) ve P15382 (71.7 kg lt⁻¹)’da çeşitlerinde ölçülmüş; nişasta oranı P15382 çeşidinde (%75.2), protein oranı ise DKC6537 çeşidinde (%7.5) en yüksek düzeyde bulunmuştur.

Tablo 8. Kalite Özelliklerine İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Hektolitire (kg lt ⁻¹)	Nişasta (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Lif (%)	Kül (%)
Çeşit	3	31.8*	21.3**	6.5*	0.4**	2.4*	0.02**
Melas	1	5.2	0.3	0.3	0.3	2.1	0.01*
Tekerrür	2	1.8	3.6	0.5	0.9*	0.4	0.01
Çeşit x Melas	3	15.9*	2.9	0.2*	0.5*	0.9*	0.03*
Hata	14	38.6	46.6	4	0.9	3.9	0.02
DK (%)		2.4	2.5	8.1	9	8.4	9.7

DK: Değişim Katsayısı, SD: Serbestlik Derecesi, *: P<0.05 **: P<0.01 EGF: En Güvenilir Fark

Yağ içeriği, P15382 çeşidinde (%2.6) maksimum değere ulaşırken; lif oranı DKC6492, DKC6537 ve MAS68K çeşitlerinde (%3.7–3.8) daha yüksektir. Kül oranı ise DKC6492, DKC6537 ve MAS68K çeşitlerinde sırasıyla (%1.74-1.72-1.73) değerlerini alarak en yüksek kül oranına sahip olmuşlardır (Tablo 8). Kalite kriterlerinde melas uygulamasının farklı bir grup oluşturmadığı görülse de çalışmanın gelecek yıllarda devam etmesiyle, kalite kriterlerinde artış görülmesi yapılan literatür taramaları sonucuna göre beklenmektedir. Kalite parametrelerinin çeşit özelliğinin yanı sıra, çevre koşullarından ve uygulanan bitki besin elementlerinden özellikle doğal içerikli ürünlerden

pozitif yönde etkilendiği bu sebeple de çalışmanın devamlılığının önemi ortaya konmaktadır (Karaşahin, 2022, Mustaqim vd., 2024, Ayaş, 2024, Wang vd., 2025).

Melas uygulaması, kalite özelliklerinde sınırlı düzeyde etki göstermiştir. Uygulama yapılan parsellerde hektolitire (71.1 kg lt⁻¹), nişasta (%73.5), protein (%6.4), yağ (%2.3), lif (%2.6) ve kül (%1.73) ortalamaları elde edilmiştir. İlginç şekilde protein oranı, melassız uygulamada daha yüksek bulunmuştur (%6.7). Bu durum, melasla sağlanan aşırı karbon kaynağının, bazı mikro besin (özellikle azot) döngülerini ve kullanımlarını değiştirebileceğini ile açıklanmaktadır (Mustaqim, 2024, Wang vd., 2025).

Tablo 9. Kalite Özellikleri Gruplandırma Tablosu

ÇEŞİT	Hektolitire (kg lt ⁻¹)	Nişasta (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Lif (%)	Kül (%)
P15382	71.7 a	75.2 a	6.4 b	2.6 a	3.1 b	1.6 b
DKC6492	69.1 b	72.9 ab	6.1 b	2.2 b	3.7 a	1.74 a
DKC6537	70.2 ab	72.8 b	7.5 a	2.4 ab	3.8 a	1.72 ab
MAS68K	71.8 a	73.4 ab	6.3 b	2.4 ab	3.8 a	1.73 a
Ort	70.7	73.6	6.6	2.4	3.6	1.70
Melas						
Melas (+)	71.1	73.5	6.4	2.3	2.6	1.73
Melas (-)	70.9	73.7	6.7	2.5	2.4	1.70
Ort	71	73.6	6.6	2.4	2.5	1.2
EGF _{0.05}	5.1	5.5	1.6	0.8	1.6	0.4

EGF: En Güvenilir Fark

Kalite kriterlerinin interaksiyon tablosu (Tablo 10) incelendiğinde, hektolitreye ağırlığı, en yüksek P15382x Melas (-) (73.2 kg lt⁻¹), P15382x Melas (+) (70.4 kg lt⁻¹), DKC6537 x Melas (-) (71 kg lt⁻¹) MAS68K x Melas (-) ve

Melas (+) sırasıyla (72.3 kg lt⁻¹ ve 71.4 kg lt⁻¹) değerlerinde yüksek bulunmuştur. Bu, melas uygulamasının bazı çeşitlerde dane yoğunluğunu olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir (Kwaido vd., 2024, Wang vd., 2025).

Tablo 10. Kalite Özellikleri İnteraksiyon Tablosu

İnteraksiyon	Hektolitreye (kg lt ⁻¹)	Nişasta (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Lif (%)	Kül (%)
P15382x Melas (+)	70.4 a-c	75	6.3 bc	2.2 b	3.1 b	1.8 a
P15382x Melas (-)	73.2 a	75.4	6.5 bc	2.8 a	3.1 b	1.60 b
DKC6492x Melas (+)	68.3 c	72.9	6 c	2.3 b	3.8 ab	1.7 a
DKC6492x Melas (-)	69.9 bc	72.9	6.2 c	2.1 b	3.6 ab	1.62 b
DKC6537x Melas (+)	71 a-c	73.2	7.2 ab	2.3 b	4.3 a	1.69 b
DKC6537x Melas (-)	69.4 bc	72.5	7.7 a	2.5 ab	3.3 b	1.73 a
MAS68K x Melas (+)	71.4 ab	72.8	6.2 c	2.19 b	3.9 ab	1.72 a
MAS68K x Melas (-)	72.3 ab	74	6.3 bc	2.5 ab	3.8 ab	1.7 a
Ortalama	70.7	73.6	6.6	2.4	3.6	1.7
EGF _{0.05}	5.1	5.5	1.6	0.8	1.6	0.4

EGF: En Güvenilir Fark

Protein oranı, en yüksek DKC6537 x Melas (-) (%7.7), ardından DKC6537 x Melas (+) (%7.2) ile elde edilmiştir. En düşük değerler DKC6492x Melas (+) (%6.0) ve MAS68K x Melas (+) (%6.2)'de gözlenmiştir. Melas, bazı kombinasyonlarda protein sentezini baskılamış olabilmektedir; bu durum, karbon fazlalığının azot metabolizmasına etkisiyle ilişkilendirilmektedir (Nugroho vd. 2023). Yağ içeriği, en yüksek P15382 x Melas (-), DKC6537 x Melas (-) ve MAS68K x Melas (-), kombinasyonunda görülmüştür, diğer kombinasyonlar da ise genellikle %2.1–3 aralığında kalmıştır. Bu durum, yağ sentezinin daha çok genetik yapı tarafından belirlendiğini, melas uygulamasının yağ özelliği üstünde pozitif bir etki yaratmadığını göstermektedir (Samavat ve Samavat, 2014). Lif oranı, en yüksek DKC6492 x Melas (+), DKC6492 x Melas (-), DKC6537 x Melas (-), DKC6492 x Melas (+) ve MAS68K x Melas (-) interaksiyonlarında gözlenmiş; diğer kombinasyonlarda lif oranı %3.1–3.3 arasında değişen değerler almıştır. Bu artış, bazı genotiplerde melas uygulamasının hücre duvar bileşenlerini artırabileceğini düşündürmektedir (Hasan vd., 2025). Kül içeriği özelliğinde ise interaksiyonlar 2 farklı istatistiki grup

oluşturmuştur. En yüksek değerler çoğunlukta olurken, P15382 x Melas (-), DKC6492 x Melas (-), DKC6537 x Melas (+) kombinasyonlarında tespit edilmiştir. Bu fark, melasın içerdiği potasyum ve kalsiyum gibi minerallerin danedeki birikimini artırdığına işaret etmektedir (Zajac vd., 2020).

4. Sonuç

Bu çalışmada, dört farklı hibrit mısır çeşidine ekimle birlikte melas uygulanarak, bitkinin agronomik performansı, kalite özellikleri, toprak ve yaprak besin durumu değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, melas uygulamasının ve genetik varyasyonun verim ve kalite kriterleri üzerinde anlamlı ancak çeşide bağlı olarak değişken etkiler oluşturduğunu ortaya koymuştur. Mısır üretiminde ekimle birlikte toprağa melas uygulaması çalışmaları ait çok fazla akademik veri bulunmamaktadır. Bu sebeple de uygulanacak melas dozu ve uygulama sayısı üzerine ileriki dönemlerde farklı çalışmaların yapılması; toprak sağlığı, bitki verim ve kalite değerlerindeki değişimlerin belirlenmesi ve olası uzun vadeli olumlu-olumsuz sonuçların tespit edilebilmesi açısından önem arz etmektedir.

2024 üretim sezonunda gözlenen yüksek sıcaklık ve düşük yağış koşulları, mısır üretiminde özellikle vejetatif gelişme ve çiçeklenme döneminde kuraklık stresi yaratmış; bu durum, melas gibi organik katkıların olumlu etkilerini daha görünür kılmıştır. Melas uygulaması, bitki boyu, koçan yüksekliği, koçanda tane sayısı, tane ağırlığı ve verim gibi temel agronomik özellikleri anlamlı şekilde artırmış; uygulama yapılan parsellerde verimde ortalama %60'a varan artış sağlanmıştır.

Toprak analizleri, melasın organik madde içeriği (%1.80'e kadar) ve alınabilir N, K, Fe düzeylerini artırdığını; buna karşın Zn ve Mg gibi bazı elementlerde dalgalanmalar yarattığını göstermiştir. Yaprak analizlerinde azot ve fosfor düzeylerinin sınırlı kalması, melasın yüksek karbon içeriği nedeniyle C/N dengesinde dengesizlik yaratabileceğini düşündürmektedir. Özellikle potasyum ve demir gibi elementlerin alımındaki artış, generatif fazda olumlu katkılar sağlamıştır (Nugroho vd., 2023).

Kalite açısından, çeşit faktörü tüm parametrelerde (protein, nişasta, yağ, lif, kül) anlamlı farklılık oluşturmuş; melasın ise sadece kül içeriği üzerinde istatistiksel etkisi saptanmıştır. Bazı çeşit × melas kombinasyonlarında protein ve lif oranında pozitif yönde değişimler gözlenmiş, bu da organik uygulamaların kalite bileşenlerinde interaktif etkiler yaratabileceğini göstermiştir (Meiri vd., 1992, Zajac vd., 2020).

Genel olarak melas, verim artışı ve bazı kalite unsurlarında olumlu katkı sağlamış, ancak bu katkılar çeşide bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Bu bağlamda, melas uygulamalarının hibrit seçimiyle birlikte planlanması, özellikle organik maddece fakir, azotça zayıf ve biyolojik aktivitesi düşük topraklarda daha etkili olabileceği sonucuna varılmıştır. Melas uygulamasının gelecek üretim sezonlarında uygulanmaya devam edilmesini toprak yapısını zenginleştireceği mısırdaki verim ve kalite üzerine olumlu etkiler yapacağı beklenmektedir (Zajac vd., 2020, Nugroho vd., 2023, Kwaido vd., 2024)

Kaynaklar

Cooke, D., Scott, R. (1993). The Sugar Beet Crop. Chapman and Hall, 1(1), 239-274.

Du, Q., Zhao, X., Jiang, C., Wang, X., Han, Y., Wang, J.,

Yu, H. (2017). Effect of Potassium Deficiency on Root Growth and Nutrient Uptake in Maize (*Zea mays* L.). *Agricultural Sciences*, 08(11), 1263-1277.

FAO. (2023). *FAOSTAT Statistical Database: Crops and livestock products*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

Gobinath, R., Vijayakumar, S., Manasa, V., Basavaraj, K., Jesudas, G., Suvana, S., Kumaresan, P. (2025). Potassium Derived from Molasses (PDM)—A Potassium-Rich Nutrient Gold for Agriculture. *Chronicle of Bioresource Management*, 9(1), 10-14.

Głowacka, A. (2012). Content and uptake of microelements (Cu, Zn, Mn, Fe) by maize (*Zea mays* L.) and accompanying weeds. *Acta Agrobotanica*, 65(4), 179-188.

Hasan, N., Jone, M., Das, B., Siddique, M., Islam, Y., Kashem, M. (2025). Genetic parameter analysis and evaluation of maize hybrids under local climatic condition of Mymensingh, Bangladesh. *Heliyon*, 11(1), 1-13.

Honma, T., Kaneko, A., Ohba, H., Ohyama, T. (2012). Effect of application of molasses to paddy soil on the concentration of cadmium and arsenic in rice grain. *Soil Science and Plant Nutrition*, 58(2), 255-260.

İdikut, L., Ekinci, M., Gençolan, C. (2024). İkinci Ürün Hibrit Mısır Çeşitlerinin Bazı Tarımsal Karakterlerinin Araştırılması. *ADYUTAYAM*, 12(2), 45-54.

John L, H., Samuel L, T., Werner L, N., James D, B. (2021). Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. *Pearson*, 1, 10-15.

Kılınç, S., Karademir, Ç., Ekin, Z. (2018). Bazı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(6), 809-816.

Karaşahin, M. (2022). Farklı Gübreleme Uygulamalarının Tanelik Mısır Üzerine Etkileri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 11(1), 59-68.

Kwaido, A., Saleh, S., Nasiru, A. (2024). Composition of Rice Straw Ensiled With Urea and Molasses At Varying

- Levels. *Nigerian Journal of Animal Production*, 2(1), 1577-1580.
- Leventoglu, H., Erdal, İ. (2014). Effect of High Humic Substance Levels on Growth and Nutrient Concentration of Corn under Calcareous Conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 37(12), 2074-2084.
- Meiri, A., Silk, W., Läuchli, A. (1992). Growth and Deposition of Inorganic Nutrient Elements in Developing Leaves of *Zea mays* L. *Plant Physiology*, 99(3), 972-978.
- Mustaqim, F., Ludfia Windyasmara, , Engkus Ainul Yakin, (2024). Impact of Harvest Age on Corn (*Zea Mays*) Fodder Productivity. *Journal Biological Tropis*, 24(3), 755-759.
- Nugroho, P., Prettl, N., Kotrocó, Z., Juhos, K. (2023). The Effect of Molasses Application on Soil Biological Indicators and Maize Growth of Different Tillage Soil. *Journal of Environmental Geography*, 16(1-4), 119-124.
- Salman, M., Javed, M., Tariq, A., Usama, M., Hanif, H., Sadia, B., Naheed, S. (2025). Endophyte Bacterial Metabolites: An Active Syrup for Improvement of Growth, Biomass, and Antioxidant System of *Zea mays* L. in Drought Condition. *Journal of Plant Growth Regulation*, 1(1), 5-21.
- Samavat, S., Samavat, S. (2014). The effects of fulvic acid and sugar cane molasses on yield and qualities of tomato. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 8(3), 266-268.
- Sharova, N., Astaf'eva, O., Putilov, V., Nepomnyaschiy, A., Moiseev, R. (2024). Molasses Processing Methods Effect On Lactic Acid Synthesis By Enterococcus Bacteria. *Bulletin of KSAU*, 3(10), 200-206.
- Wang, T., Huang, Z., Zhang, N., Kareem, K., Sun, X., Shang, C., Hua, D., Wang, X. (2025). Effects of molasses on the quality, aerobic stability, and ruminal degradation characteristics of mixed ensilage of seed-used zucchini peel residue and corn stalk. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 1-11.
- Zajac, G., Maj, G., Szyszlak-Bargłowicz, J., Słowik, T., Krzaczek, P., Gołębiowski, W., Dębowski, M. (2020). Evaluation of the Properties and Usefulness of Ashes from the Corn Grain Drying Process Biomass. *Energies*, 13(5), 1290-1298.

Agronomic and Quality Characteristics of Soybean Different Maturity Groups

Farklı Soya Olgunlaşma Gruplarının Bazı Agronomik ve Kalite Özellikleri

Sorumlu Yazar

Mehmet GENCER¹

gencermehmet@tarimorman.gov.tr

 0000-0002-3137-5855

Yazar

Gül SARIOĞLU²

gul.sarioğlu@tarimorman.gov.tr

 0000-0003-1771-423X

ABSTRACT

Soybean is a crucial legume and vegetable source of protein and oil. As an essential nutrient for humans and an important part of animal feed, it contributes significantly to global food security and nutrition and helps meet the world's growing demand for protein. It is also an important plant in terms of sustainable agricultural practices and has the potential to increase soil fertility. The aim of the present study is to evaluate the characteristics of soybean varieties in different maturity groups in the ecological condition of Ankara. For this purpose, the soybean cultivars (cvs.) İlksoy, Mersoy, Arısoy and Turbo which are in different maturity in groups were used. The study was designed as a randomized block design with tree replications. In the study, the various agronomic and quality characteristics of cultivars such as plant height, first pod height, number of pods, number of branches, thousand-seed weight, seed yield, crude oil and crude protein content were examined. In the study, plant height, number of branches per plant, number of grains per pod, number of pods per plant, weight of a thousand seeds, seed yield, crude oil ratio, crude protein ratio were found to be statistically significant. According to results, the plant height was measured to range between 45.80 cm and 62.77 cm. The number of grains per pod were between 2.1 and 2.6. The weight of a thousand seeds was determined to range from 136.8 g to 151.0 g. The seed yield of cvs. İlksoy, Arısoy and Mersoy was determined

¹ Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü

² Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü

Gönderilme Tarihi : 10 Nisan 2025

Kabul Tarihi : 20 Haziran 2025

210.39, 208.18 and 179.31 kg da⁻¹. The crude oil content of all cultivars ranged between 14.77% and 16.46% while crude protein content of those was ranged between 38.90% and 40.68%. In conclusion, it was determined that soybean varieties belonging to maturity groups 2 and 3.6 may be suitable for seed yield.

Keywords: Soybean, maturity group, seed yield, crude oil, crude protein.

ÖZET

Soya fasulyesi, önemli bir baklagil olup aynı zamanda yüksek besin değeri taşıyan bitkisel protein ve yağ kaynağıdır. İnsan beslenmesinde temel bir gıda maddesi olarak yer almakla birlikte, hayvan yemi üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Küresel gıda güvenliği ve beslenmeye sağladığı katkılar sayesinde, dünya çapında artan protein ihtiyacını karşılamada kritik bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda sürdürülebilir tarım uygulamaları açısından da önemli bir bitki olup, toprağın verimliliğini artırma potansiyeline sahiptir. Bu çalışmanın amacı, Ankara ekolojik koşullarında farklı olgunluk gruplarına ait soya fasulyesi çeşitlerinin özelliklerini değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda, farklı olgunluk gruplarına ait İlksoy, Mersoy, Arısoy ve Turbo soya fasulyesi çeşitleri kullanılmıştır. Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak tasarlanmıştır. Çalışmada, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bakla sayısı, dal sayısı, bin tane ağırlığı, tane verimi, ham yağ ve ham protein içeriği gibi çeşitli tarımsal ve kalite özellikleri incelenmiştir. Araştırmada bitki boyu, bitkide dal sayısı, baklada dane sayısı bitkide bakla sayısı, bin tohum ağırlığı, tohum verimi, ham yağ oranı, ham protein oranı istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, bitki boyu 45.80 cm ile 62.77 cm arasında ölçülmüştür. Bakla başına tane sayısı 2.1 ile 2.6 arasında değişmiştir. Bin tane ağırlığı 136.8 g ile 151.0 g arasında belirlenmiştir. İlksoy, Arısoy ve Mersoy çeşitlerine ait tane verimi sırasıyla 210.39, 208.18 ve 179.31 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Çalışmada değerlendirilen tüm çeşitlerin ham yağ içeriği %14.77 ile %16.46 arasında, ham protein içeriği ise %38.90 ile %40.68 arasında değişim göstermiştir. Sonuç olarak, 2 ve 3.6 olgunluk gruplarına ait soya fasulyesi çeşitlerinin tohum verimi açısından uygun olabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Soya fasulyesi, olgunluk grubu, tohum verimi, ham yağ, ham protein.

INTRODUCTION

Soybean (*Glycine max* L Merrill), one of the most economically important legume crop, plays an important role as a major source of plant-based proteins and oils, as well as being an oilseed crop that provides more than a quarter of the world's total protein as both food and animal feed (Pedersen and Lauer, 2004; Wang et al., 2024). The use of soybeans in the industrial, medical, and livestock sectors has grown as a result of new varieties and technological advancements, which has resulted in a consistent increase in production and yield per hectare worldwide. (Ainsworth et al., 2012).

Soybean, a classic short-day plant, is sensitive to both daylight and temperature. This sensitivity to photoperiod means that the suitability of a particular soybean variety is limited to a certain latitude belt where environmental conditions are compatible with growth requirements (Mian et al., 2024). Soybean varieties often display their superior agronomic traits and achieve their maximum production potential when cultivated in optimal adaptation zones. Conversely, if they are grown outside of these optimal conditions, they may experience stunted growth or a delay in harvest maturity, which can lead to reduced yields (Boyer et al., 2015).

Maturity groups (MGs) approach was initially described in the United States and is now widely engaged in significant soybean-producing regions (Mourtzinis and Conley, 2017). Soybean varieties are divided into maturity groups, ranging from three zeros for the earliest maturing varieties to group ten for the latest maturing ones (Boerma and Specht, 2004; Dashiell, 2005).

Soybean production has been increasing rapidly in the world in recent years and a total production amount of 348 million tons was reached in 2022. Brazil, United States, Argentina, China and India are the first five countries which have highest production amount with 121, 116, 43.9, 20.3, and 12.9 million tons, respectively (FAO, 2024).

The soybean production of Türkiye was 137.5 hundred thousand tons in 2023. Adana, Mersin and Kahramanmaraş, the main cities that produce soybeans in Türkiye, were realized as 89.7, 15.9 and 14.5 thousand tons, respectively (TUİK, 2024). Türkiye spent 2.9 billion dollars on imports of soybean seeds and soybean meal in 2022, totaling about 3 million tons and 3 million tons, respectively. The soybean production of Türkiye can cover roughly 5% of its needs (TUİK, 2024).

Most of the soybean production of Türkiye is concentrated in three provinces in the Mediterranean region and domestic production is insufficient to meet the country's demand. It is a product with high adaptability of soybeans and maturity groups, which can be grown in different ecological conditions. This study was conducted to identify places that can grow soybean in the Ankara province of Türkiye as well as some agronomic and qualitative features of various maturity groups.

MATERIALS AND METHODS

Materials

In the study, four soybean cultivars (cvs.) in 4 different maturity groups (MGs) were used: cv. İlksoy, cv. Mersoy, cv. Arısoy and cv. Turbo. The MG of those cultivars are 2, 3, 3.6 and 3.9, respectively. The cvs. İlksoy and Mersoy were registered by the Thrace Agricultural Research Institute while the cv. Arısoy was registered by the Cukurova University, Faculty of Agriculture. The cv. Turbo was also registered by a private seed company.

The study was carried out at the İkizce Research and Application Farm (39°37'5.65" N; 32°41'6.32" E, 1075 m asl) of the Central Research Institute of Field Crops (CRIFC, Ankara, Türkiye) in the 2023 production season. CRIFC is in the Central Anatolia region and typically characterized by continental climate.

Table 1. Average temperature, precipitation and relative humidity of the research site for long term (1991-2022) and data for 2023.

Months	Average Temp. (°C)		Precipitation (mm)		Humidity (%)	
	LT	2023	LT	2023	LT	2023
May	14.4	13.4	46.6	74.7	62.5	69.6
June	18.4	17.6	44.0	99.4	60.8	69.2
July	21.7	22.2	8.7	1.0	46.1	46.3
August	22.8	25.4	8.5	3.9	44.6	37.8
September	17.9	18.1	21.4	49.0	50.3	53.8
October	12.0	13.6	31.0	7.6	64.9	56.3
Average	17.9	18.4	160.0	235.6	54.9	55.5

LT: Long term

The climate data for the long-term and the growing season (2023) period of research area are presented in Table 1. According to climate data, the long-term average temperature was 2.6°C colder in August and 0.5°C colder than the 2023 average. Precipitation was higher in May

(28.1 mm), June (55.4 mm) and September (27.6 mm), while less precipitation was measured in July (7.7 mm), August (4.6 mm) and October (23.4 mm) in 2023. For long-term, an increase of 0.6% was determined in the relative humidity rate compared to the average of long term.

Table 2. Soil characteristics of the place where the research was carried out.

pH	EC (dS/m)	Organic Matter (%)	Lime (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
8	0.252	1.4	14.3	4.7	151.0	4510.0	325.0	3.4	0.3

EC: Electrical conductivity

The soil of the research area was medium calcareous, slightly alkaline (basic), and salty. (Table 2). The macronutrient levels for potassium and phosphorus were found to be 4.7 kg da⁻¹ and 151 kg da⁻¹, respectively. Although it is seen that the soils are within the general limits in terms of calcium, magnesium and iron, the soils are deficient in terms of zinc.

Methods

The study was carried out using a randomized block design with three replications. A total of 12 kg of nitrogen (N) and 6 kg of phosphorus (P) combined fertilizer was used per decare before seed sowing. Four kg of nitrogen and all the phosphorus were applied before sowing. The remaining part of the nitrogen was applied to the plants when they were 10 cm high. Sowing was done at 70 cm between the rows and 5 cm between the intra rows in the last week of May 2023: Each parcel consists of 4 rows and a total area of 14 m² with a 5 m parcel length. Weed control was done twice with a hoe. Irrigation was carried out 4 times until the field reached its capacity. In the study, iron chlorosis was observed after irrigation. Consequently, iron sulfate (FeSO₄7H₂O) was applied foliar at a rate of 15 g da⁻¹ per application, with a total application amount of 60 g da⁻¹. The seed harvest was done manually in the first week of November 2023 and the threshing process was carried out with a threshing machine. In the study, plant height (PH), number of branches in the plant (NBP), height of the first pod (HFP), number of pods on the plant (NPP), number of

grains in the pod (NGP) were measured in ten plants, weight of a thousand seeds (WTS) was determined by weighing 100 seeds in four replicates, calculating the average weight, and then multiplying the result by 10. Seed yield was determined by excluding plants from the two external rows and half a meter from the row ends, then harvesting the product from the two middle rows and converting it into kg da⁻¹. Crude oil and protein [N (%) x 6.25] contents were determined according to AACC International Methods 30-20.01, and 46-30.01, respectively.

Statistical Analysis

Analysis of variance (ANOVA) performed to determine significant differences. When significant differences (p<0.05) were found, the least significant difference (LSD) test was used for the comparison and grouping of treatment means. The most significant components, based on the correlative relationships among the variables, were identified using principal component analysis (PCA) performed with JMP software (Version 13.0.0, SAS Institute Inc., 2013).

RESULTS AND DISCUSSION

The plant height (PH), height of the first pod (HFP) number of branches in the plant (NBP), number of pods on the plant (NPP) and number of grains in the pod (NGP) were given in Table 3. In the study, statistical differences between the maturity groups were determined based on the variance analysis table, except for the number of grains in the pods.

Table 3. Averages of plant height, first pod height, number of branches, number of pods, thousand seed weight values examined in the study and variance analysis table results.

Cultivar	PH	HFP	NBP	NPP	NGP
İlksoy	45.80 b	11.33 b	2.71 b	13.80 b	2.60
Mersoy	62.77 a	10.47 b	2.20 b	24.47 a	2.60
Arisoy	59.73 a	14.87 a	2.44 b	26.47 a	2.46
Turbo	47.73 b	10.30 b	5.45 a	9.47 b	2.07
Mean	54.01	11.74	3.20	18.52	2.43
F	11.67**	6.08*	26.58**	20.85**	4.30ns
LSD	8.6	2.99	1.02	6.23	0.42
C.V.(%)	7.97	12.75	15.93	16.83	8.66

PH: Plant height, HFP: Height of the first pod, NBP: Number of branches in the plant, NPP: Number of pods on the plant, NGP: Number of grains in the pod. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$ probability level; ns: Not significant; LSD: Least significant difference.

PH value is a quantitative characteristic that is influenced by several environmental factors and controlled by multiple genes, in addition to being a crucial agronomic property that affects soybean seed yield and plant status (Lee et al., 2015). According to the results obtained in the present study, a statistically significant difference ($p < 0.01$) was found between the PH of the cultivars. The longest PH was obtained from the cv. Mersoy with 62.77 cm, while the shortest of it was obtained from the cv. İlksoy with 45.80 cm. The average PH of cv. was determined as 54.01 cm (Table 3). The pH values obtained in the present study were found to be lower compared to those in other studies (Cubukcu et al., 2020; Kulan et al., 2017; Yilmaz, 2024). The differences found in the present study might be due to genetics, environment and planting time.

The HFP value is crucial for assessing grain loss during harvest it is desired to have a HFP in breeding programs (Arioğlu, 2014; Yilmaz, 2024). It is clear from looking at the analysis of variance results and Table 3, which shows the HFP values of the cultivars, that there is a statistically significant difference between them at the 5% level. The average HFP of the varieties was 11.74 cm; it was determined that the lowest was cv. Turbo with 10.30 cm and the highest was 14.87 cm cv. Arisoy. The HFP value obtained in the

present study was higher than the value reported in the study conducted by Yilmaz (2024). Moreover, it was found to be similar to the value reported by Kulan et al. (2017). The differences between the studies may be due to genetic and environmental differences.

Number of branches in the plant (NBP), a crucial element of canopy structure, influences soybean yield formation (Zhanget et al., 2011; Gaspar and Conley, 2015). The variance analysis shows the NBP averages for the plant, where a significant 1% difference among the varieties was found (Table 3). The highest NBP, 5.45 pcs, was recorded for cv. Turbo, while the lowest, 2.20 pcs, was observed in cv. Mersoy. The overall average NBP was calculated as 3.20 pcs. In a study conducted by Bakal et al., (2016), the NBP of the soybeans were determined between 1.80 and 3.47 pcs. In the other studies, the NBP values were ranged between 1.80 and 3.47 pcs (Kulan et al., 2017), 1.70 and 5.50 pcs (Sevilmiş and Arioğlu, 2019) and also 1.65 and 4.80 pcs (Yilmaz, 2024), respectively. The difference between present study and other studies may be due to the climatic conditions and the genetic structure of the varieties.

Increases in Number of pods on the plant (NPP), impact seed yield; however, they are not the only contributing

factor (Bakal et al. 2016). The difference between the NPP of cultivars was found statistically significant ($p<0.01$). The lowest NPP was obtained from the cv. Turbo with 9.47 pcs while the highest one was obtained from the cv. İlksoy with 13.80 pcs. It is stated that there is a significant relationship between NPP and environmental conditions (Aremu & Ojo, 2005). The NPP values obtained in the present study were lower as compared to other similar studies (Yılmaz, 2024; Sevilmiş and Arıoğlu, 2019; Kulan et al., 2017). These differences may be due to the genetic diversity, ecological, climatic and soil structure of the varieties and the growing time.

In soybeans, the number of grains in the pod (NGP) is one of the most important factors in terms of yield potential (Desclaux et al., 2000). In the present study, the NGP values of cvs. İlksoy and Mersoy were 2.6 pcs and that of cv. Turbo was 2.1 pcs. However, no significant difference ($p>0.05$) was found in terms of NGP values among soybean varieties (Table 3). The NGP could vary due to factors such as genetic structure of cultivars, planting time, soil and climate conditions. In various studies, it is stated that there was a decrease in NGP with the delay in sowing in soybeans (Yari et al., 2013; Taghavi et al., 2012).

The weight of a thousand seeds (WTS) has a crucial effect, influencing both the amount of seed to be used per sowing and the grain yield per decare based on the 1000-seed weight (Onat et al., 2017; Gümüş and Beyyavaş, 2020). It is influenced by factors such as sowing time, variety differences, and cultural practices. It is a key factor influencing the yield, and it plays a significant role in determining the amount of seed to be used per unit area (Gümüş and Beyyavaş, 2020; Onat et al., 2017; Yılmaz, 2024). In the present study, it was found that the differences between the cultivars in terms of WTS were significant ($p<0.01$). The WTS of the cv. Arısoy was the significantly highest with 151.0 g while the that of cv. Mersoy was the significantly lowest with 136.8 g. The average WTS value of the study was determined 144.2 g (Table 4). In various studies, WTS was determined within the range of 151.10-220.1 g, 134.6-216.4 g, and 60-170 g, respectively (Çubukcu et al., 2020; Bakoğlu and Ayçiçek, 2005; Cinsoy et al., 2005). The differences between the studies may be due to the varieties having different genetic characteristics, as well as variations in climate and planting time.

Table 4 Weight of a thousand seeds, seed yield, crude oil ratio and crude protein ratio averages and variance analysis table results examined in the study.

Cultivar	WTS (g)	SY (%)	CO (%)	CP (%)
İlksoy	141.50 b	210.39 a	15.60 b	38.90 b
Mersoy	136.80 b	179.31 a	15.29 bc	39.00 b
Arısoy	151.00 a	208.19 a	16.46 a	38.06 b
Turbo	147.35 a	108.50 b	14.77 c	40.68 a
Mean	144.20	176.60	15.53	39.16
F	14.67**	7.68*	11.57**	6.09*
LSD	5.67	59.37	0.72	1.55
C.V.(%)	1,97	16.83	2,32	1,98

WTS: Weight of a thousand seeds, SY: Seed yield, CO: crude oil content, CP: Crude protein content. * $p<0.05$ probability level;

** $p<0.01$ ns: Not significant; LSD: Least significant difference.

The main goal of soybean farmers is to achieve high seed yield (SY). The SY of the cultivars used in the study and the variance analysis of these results are given in Table 4. The differences between the cultivars in terms of SY were significant ($p < 0.05$). The highest SY was obtained from cv. İlksoy with 210.39 kgda^{-1} while the SY of cvs. Arısoy and Mersoy were 208.2 and 179.31 kgda^{-1} , respectively. These SY values are statistically in the same group (Table 4). On the other hand, the lowest SY obtained from the cv. Turbo as 108.50 kgda^{-1} . In various studies, the SY of soybean cultivars were determined between 272.81 - 399.83 , 368.29 - 433.43 , 166.60 - 332.14 and 360.35 - 590.60 kgda^{-1} , respectively (Bakal et al., 2016; Onat, 2018; 368.29 - 433.43 ; Gümüş and Beyyavaş, 2020; Yılmaz, 2024). The differences between the studies may be due to the varieties having different genetic characteristics, as well as ecological conditions and differences in cultural practices.

Crude oil content (CO) in soybeans is one of the important quality parameters. It is significantly influenced by the genetic structure of the genotype and environmental conditions (Çalışkan and Arıoğlu, 2004). In the present study, significant differences ($p < 0.01$) were determined between the CO of the soybean cultivar (Table 4). The CO of the cv. Arısoy was the significantly highest with 16.5% while that of cv. Turbo was the significantly lowest with 14.8% . The average CO of cultivars used in the study was determined 15.53% . In numerous studies, the CO of soybean cultivars were determined in the range of 18.3 - 29.7% , 17.1 - 18.4% , 19.72 - 21.24% and 19.5 - 23.03% , respectively (Özer and Bağcı, 2017, Çubukcu et al., 2020; Kulan et al., 2017).

Soybean is one of the most affordable and abundant sources of protein among plants, particularly when it comes to meeting the protein needs of the animal industry (Ali et al., 2020). In the present study, significant differences ($p < 0.05$) were determined between the soybean cultivars in terms of crude protein (CP) content (Table 4). The highest CP was obtained from cv. Turbo with 40.7% , while the lowest CP value obtained from the cv. Arısoy with 38.6% . Although the CP content determined in the present study is consistent with the similar studies (Bakal et al., 2016; Sevilmiş and Arıoğlu, 2019; Yılmaz, 2024), it is lower

than the CP determined by Cubukcu et al (2020). The differences between the present study and the other ones may be due to the precipitation, temperature, and genetic differences.

Provided that the GT Biplot graph effectively describes the total variation ($\geq 50\%$), the correlation coefficient is equivalent to the cosine of the angle between the vectors of the two traits (Kroonenberg, 1995). The correlation coefficient (r) is positive if the angle between the vectors of the two traits is less than 90° , negative if the angle is greater than 90° , and zero if the angle is exactly 90° , indicating independence. Traits with longer vector lengths are more influenced by genotype combinations, while traits with shorter vectors are less affected by these combinations (Rad et al., 2013).

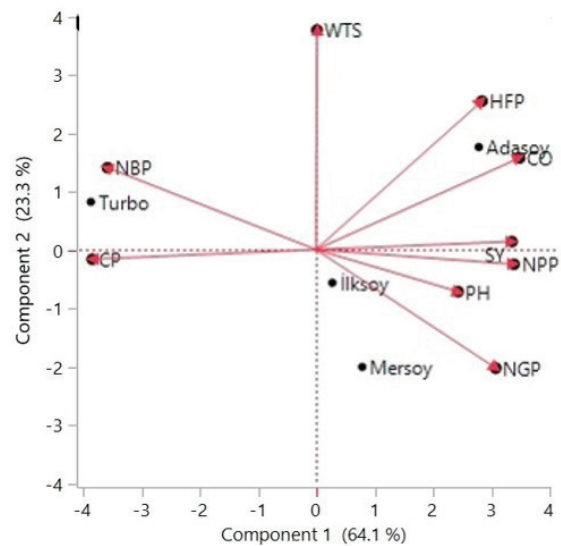


Figure 1 GT biplot is shown of varieties plant height (PH), the number of branches in the plant (NBP), height of the first pod (HFP), the number of pods on the plant (NPP), the number of grains in the pod (NGP), weight of a thousand seeds (WTS), seed yield (SY), crude oil content (CO) and crude protein content (CP).

High explanation rates are desirable in GT biplot plots, as these graphs enable researchers to evaluate the data obtained in the study more effectively and reliably (Yan and Fréreau-Reid, 2008). In present study, the GT biplot plot, with PC1: 64.1 and PC2: 23.3 , represents two principal components and explains 87.4% of the total variation (Figure 1).

According to the available biplot graph, SY was found to be $90^\circ <$ with the vectors of NGP, PH, NPP CO and HFP (Figure 1). Significant positive correlations were found between SY and these characteristics. The angle of SY vector with WTS is approximately 90° (Figure 1). Since there is a wide angle between SY and NBP and CP, there is a negative correlation between SY and these characteristics. The angle between CP and NBP vectors in the plant is $90^\circ <$, and these properties have a positive correlation ($r = \cos 0 = +1$ and $r = \cos 60 = 0.5$). The vector angle between CP and CO, SY, PH, NPP and NGP is $90^\circ >$ therefore SY has a negative correlation with these properties ($r = \cos 120 = -0.5$ and $r = \cos 180 = -1$). A positive correlation was found between CO and HFP and WTS, and the angles between these vectors were found to be $90^\circ <$.

Although biplot analysis was originally developed to examine genotype x environment interactions on seed yield and other quantitative traits, it is also used to assess the relationships between agronomic traits of the genotype (Yan and Kang, 2002). In terms of genotype characteristics, cvs İlksoy, Arısoy, and Mersoy stand out for seed yield (SY), while the cv. Turbo is notable for its crude oil content (CO). However, cv. Arısoy is notable for its CO. Additionally, cvs. Mersoy and Arısoy stood out in terms of plant height, cv. Arısoy was particularly notable for the height of the first pods. GT Biplot analysis is regarded as an innovative approach in plant breeding programs and agronomic studies, as it enables the evaluation of multiple traits in a single plot, thereby influencing the success of selection.

CONCLUSION

Nowadays, the demand for plant-based protein and oil sources is increasing due to their health benefits, environmental sustainability, and ethical considerations. Soybean is a unique food source with no alternative, owing not only to its crude protein content but also to its crude oil. It can be cultivated in a wide range of ecological conditions and soil types, as seen in various soybean-growing countries around the world. However, in Türkiye, the soybean cultivation areas are limited for today. Hence, Türkiye meets a significant portion of its soybean demand through imports. To overcome this situation, new cultivation areas

are required to increase production and also it is essential to evaluate the adaptability of soybean varieties to different ecological conditions. In the present study, the agricultural and technological characteristics of cultivars from different maturity groups, registered in Türkiye, are examined under the Ankara ecology, which represents the Central Anatolian region, during the late planting period. Regarding the characteristics examined in the study, many traits responded differently across the various maturity groups. The cvs. İlksoy, Arısoy, and Mersoy stood out in terms of seed yield. The GT Biplot graph offers significant advantages in selecting genotypes for use as primary material in breeding programs, as it illustrates the relationships between key characteristics of the varieties, such as seed yield and oil content.

In the study, the sensitivity of soybean to iron chlorosis was observed, and in future studies, the selection of varieties more resistant to iron chlorosis should be considered in terms of both yield and cost. Harvesting delays have been noted for soybean varieties with a maturity group of 3.9% or higher, and cultivars in this category or above should be considered for silage use. To develop new varieties suited to the soil and climatic conditions of areas designated for soybean cultivation, it is essential to establish breeding programs and determine the appropriate varieties and planting norms. Therefore, to obtain more accurate results, such studies should be repeated in locations that represent the region and across multiple years.

STATEMENTS AND DECLARATIONS

Acknowledgments

Special thanks to the Central Research Institute for Field Crops (CRIFC) for supporting the “Possibilities of growing soybean (*Glycine max* L.) as a main and second crop” study (May 31, 2023; No: 10068666).

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Compliance with Ethics Requirements

This article does not contain any studies with human or animal subjects.

REFERENCES

- American Association of Cereal Chemists (2010). Approved methods of the AACCI, 11th ed. St. Paul, MN: The Association.
- Ainsworth, E. A., Yendrek, C. R., Skoneczka, J. A., & Long, S. P. (2012). Accelerating yield potential in soybean: potential targets for biotechnological improvement. *Plant, cell & environment*, 35(1), 38-52.
- Ali, W., Ahmad, M., İftakhar, F., Qureshi, M., & Ceyhan, A. (2020). Nutritive potentials of Soybean and its significance for humans health and animal production: A Review. *Eurasian Journal of Food Science and Technology*, 4(1), 41-53.
- Aremu, C., & Ojo, D. (2005). Genotype x environment interaction and selection for yield and related traits in soybean. *Moor Journal of Agricultural Research*, 6(1), 81-86.
- Arioğlu, H. (2014). Oil Crops cultivation and breeding. Çukurova University General Publication, Adana, Türkiye.
- Bakal, H., Arıkoğlu, H., Güllüoğlu, L., Kurt, C., & Onat, B. (2016). The determination of some important agronomical and quality properties of soybean [*Glycine max* (L.) Merr] varieties in double cropped conditions. *Jornal of Central Research Institute for Field Crops*, 25(2).
- Bakal, H., Arıoğlu, H., Güllüoğlu, L., Kurt, C., & Onat, B. (2016). The determination of some important agronomical and quality properties of soybean [*Glycine max* (L.) Merr] varieties in double cropped conditions. *Jornal of Central Research Institute for Field Crops*, 25(2).
- Bakoğlu, A., & Ayçiçek, M. (2005). Elazığ şartlarında soya fasulyesinin (*Glycine max* L.) tarımsal özellikleri ve tohum verimi.
- Boerma, H. R., & Specht, J. E. (2004). Soybeans: improvement, production and uses.
- Boyer, C. N., Stefanini, M., Larson, J. A., Smith, S. A., Mengistu, A., & Bellaloui, N. (2015). Profitability and risk analysis of soybean planting date by maturity group. *Agronomy Journal*, 107(6), 2253-2262.
- Cinsoy, A., Tuğay, E., Atikyılmaz, N., & Eşme, S. (2005). Ana ve ikinci ürün soya tarımında verim ve diğer bazı özellikler üzerine araştırma. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, 1, 399-402.
- Çalışkan, S., & Arıoğlu, H. H. (2004). Amik Ovası koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek soya çeşit ve hatlarının belirlenmesi.
- Çubukcu, P., Karakus, M., Vurarak, Y., Sahar, A. K., & Yildirim, U. A. (2020). Determining of performance some advanced soybean lines in Adana and Şanlıurfa locations. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 3(1).
- Dashiell, K. (2005). SOYBEANS: Improvement, Production, and Uses. Boerma, H. R., Specht, J. E. (Eds), American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, 2004, 1144 pp. Price: US\$155.00 (hardback). ISBN 0-89118-154-7. *Agricultural Systems*, 83(1), 110-111.
- Desclaux, D., Huynh, T. T., & Roumet, P. (2000). Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. *Crop science*, 40(3), 716-722.
- Gaspar, A. P., & Conley, S. P. (2015). Responses of canopy reflectance, light interception, and soybean seed yield to replanting suboptimal stands. *Crop Science*, 55(1), 377-385.
- FAO. (2024). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- Gümüş, Z., & Beyyavaş, V. (2020). Bazı Soya [*Glycine max* L. Merrill] Çeşitlerinin Mardin İli Ekolojik Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilme Olanakları. *ADYUTAYAM Dergisi*, 8(2), 44-51.
- Kroonenberg, P. M. (1995). Introduction to biplots for G x E tables. *Res. Rep.*, 51.
- Kulan, E. G., Ergin, N., Demir, İ., & Kaya, M. D. (2017). The determination of agronomic characteristics and adaptation of some soybean (*Glycine max* L.) cultivars in Eskişehir conditions.
- Kulan, E. G., Ergin, N., Demir, İ., & Kaya, M. D. (2017). Eskişehir koşullarında bazı soya (*Glycine max* L.) çeşitlerinin önemli tarımsal özellikleri ve

- adaptasyonunun belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31(1), 127-135.
- Lee, S., Jun, T. H., Michel, A. P., & Rouf Mian, M. A. (2015). SNP markers linked to QTL conditioning plant height, lodging, and maturity in soybean. *Euphytica*, 203, 521-532.
- Mian, M. R., Cunicelli, M. J., Carter Jr, T. E., Villagarcia, M., & Fallen, B. D. (2024). Registration of USDA-N6006 soybean germplasm combining high yield, flood tolerance, and elevated oil content. *Journal of Plant Registrations*.
- Mourtzinis, S., & Conley, S. P. (2017). Delineating soybean maturity groups across the United States. *Agronomy Journal*, 109(4), 1397-1403.
- Onat, B. (2018). Evaluation some agronomic and quality traits of some soybean varieties grown as a double crop in mediterranean environment in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(4), 2590-2597.
- Onat, B., Bakal, H., Gulluoglu, L., & Arioglu, H. (2017). The effects of high temperature at the growing period on yield and yield components of soybean [*Glycine max* (L.) Merr] varieties. *Turkish Journal of Field Crops*, 22(2), 178-186.
- Özer, İ., & Bağcı, S. A. (2017). The determination of soybean (*Glycine max* L. Merr.) genotypes on Konya ecological conditions for yield and quality. *International Journal of Environmental Trends (IJENT)*, 1(1), 1-5.
- Pedersen, P., & Lauer, J. G. (2004). Response of soybean yield components to management system and planting date. *Agronomy Journal*, 96(5), 1372-1381.
- Rad, M. N., Kadir, M. A., Rafii, M., Jaafar, H. Z., Naghavi, M., & Ahmadi, F. (2013). Genotype environment interaction by AMMI and GGE biplot analysis in three consecutive generations of wheat (*Triticum aestivum*) under normal and drought stress conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 7(7), 956.
- Sevilmiş, U., & Arioglu, H. H. (2019). Determination of the effects of temperature and day length on growth development seed yield and quality of some soybean varieties from different maturity groups. *Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering*, 38(2), 113-120.
- Taghavi, H., Mobasser, H. R., Petroudi, E. R., & Dastan, S. (2012). Soybean qualities parameters, seed yield and its components response to planting dates and density in the north of Iran. *Life Science Journal*, 9(4).
- TUİK. (2024). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>. Retrieved 18.10.2024 from
- Wang, X., Zhao, W., Wei, X., Song, S., & Dong, S. (2024). The application potential of mepiquat chloride in soybean: improvement of yield characteristics and drought resistance [Article]. *BMC Plant Biology*, 24(1), Article 310. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05028-1>
- Yari, V., Frnia, A., Maleki, A., Moradi, M., Naseri, R., Ghasemi, M., & Lotfi, A. (2013). Yield and yield components of soybean cultivars as affected by planting date. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 2(7), 85-90.
- Yan, W., & Frégeau-Reid, J. (2008). Breeding line selection based on multiple traits. *Crop Science*, 48(2), 417-423.
- Yan, W., & Kang, M. S. (2002). GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC press.
- Yılmaz, M. (2024). Determination of Important Agricultural Traits of Some Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Genotypes and Adaptation in the Eastern Mediterranean Transition Zone. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 139-147.
- Zhang, X. Y., Du, J. D., & Zheng, D. F. (2011). Effect of density on canopy structure and photosynthetic characteristics in soybean population. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 29(4), 75-80.
- Zhao, Q., Xu, Y., & Liu, Y. (2022). Soybean oil bodies: A review on composition, properties, food applications, and future research aspects. *Food Hydrocolloids*, 124, 107296.

Siyah ve Kırmızı Alaca Irkı Sığırlardan Elde Edilen Sütlerde Somatik Hücre Sayısı Ve Skorlarının Parametrik Ve Parametrik Olmayan Yöntemlerle Analizi

Analysis of Somatic Cell Counts and Scores in Milk obtained from Black and Red Holstein Cattle Breeds using Parametric and Non-parametric Methods

Sorumlu Yazar

Murat ÇİMEN¹

mcimen19@gmail.com

 0000-0003-4290-2718

Yazar

Özlem ERTEKİN²

oertekin@munzur.edu.tr

 0000-0002-2548-2478

Özet

Parametrik olmayan testler, parametrik koşulların sağlanamadığı durumlarda kullanılan yöntemlerdir. Mikrobiyolojik veriler sürekli veya sıralı olabilir. Her iki özelliğe de sahip veri setlerine uygulanacak istatistiksel yöntemler iyi bilinmelidir. Bu çalışmada, Siyah ve Kırmızı Alaca sığır ırklarından elde edilen sürekli ve sıralı veri özelliklerine sahip veri setlerine uygulanacak istatistiksel yöntemler hakkında bilgi sunulması amaçlanmıştır. Çalışmada, Siyah ve Kırmızı Alaca ineklere ait 10'ar adet süt örneğinde mililitre başına somatik hücre sayısı belirlenmiştir. Bu veriler sıralı değişkenlere (somatik hücre skorları) dönüştürülmüştür. Sürekli veri setleri parametrik analiz yöntemlerine, sıralı veri setleri ise parametrik olmayan analiz yöntemlerine tabi tutulmuştur. Sürekli veriler için Bağımsız İki Örnek T-testi ve Tek Örnek T-testi kullanılırken, sıralı veriler için Mann Whitney U testi ve Wilcoxon İşaretli Sıra testi kullanılmıştır. Somatik hücre sayısı bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmazken, Kırmızı Alaca inekler skor bakımından daha yüksek değerler göstermiştir. Her iki sığır ırkına ait somatik hücre sayımları ve skorları Türk Gıda Kodeksi'nde somatik hücreler için bildirilen kabul edilebilir sınırlara uygun olduğu görülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre sürekli veriler sıralı verilere dönüştürüldüğünde farklı sonuçların elde edilebileceği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Parametrik, Parametrik olmayan, Alaca, Somatik hücre sayısı

¹ CMN İstatistik ve Bilimsel Araştırma Merkezi

² Munzur Üniversitesi

Gönderilme Tarihi :

20 Nisan 2025

Kabul Tarihi :

02 Haziran 2025

Abstract

Nonparametric tests are methods used in cases where parametric conditions cannot be provided. Microbiological data can be continuous or ordinal. Statistical methods to be applied to data sets with both features should be well known. This study aims to provide information about statistical methods to be applied to data sets with continuous and ordinal data features obtained from Black and Red Holstein cattle breeds. In the study, somatic cell count per milliliter was determined in 10 milk samples from Black and Red Holstein cows. These data were converted into ordinal variables (somatic cell scores). Continuous data sets were subjected to parametric analysis methods, while ordinal data sets were subjected to nonparametric analysis methods. While Independent Two Sample T-test and One Sample T-test were used for continuous data, Mann Whitney U test and Wilcoxon Signed Rank test were used for ordinal data. While no significant difference was found between the groups in terms of somatic cell count, Red Holstein cows showed higher values in terms of score. Both somatic cell counts and scores for both cattle breeds were found to be in accordance with the acceptable limits reported for somatic cells in the Turkish Food Codex. According to the results of the study, it is seen that different results can be obtained when continuous data are converted to ordinal data.

Keywords: Parametric, Non-parametric, Holstein, Somatic cell count

Giriş

Gelişmiş ülkelerde süt endüstrisi işletmeleri için çiğ sütlerde somatik hücre sayılarının (SHS) tespiti zorunlu hale getirilmiş ve süt endüstrisinde işlemeye alınacak sütler için standart referans değerler belirlenmiştir (Mundan vd., 2015). Uygun istatistiki kontrollerle farklı araştırmalarda somatik hücre üzerine etkili faktörlerin incelendiği araştırmalar literatürde oldukça geniş yer almaktadır (Temelli ve Şerbetçioğlu, 2011; Yalçın ve Çakmak, 2022). Somatik hücre sayıları veri seti özelliği bakımından aşırı varyasyon gösterme özelliğindedir. Bu sebeple somatik hücre üzerine yapılacak çalışmalarda uygun istatistik yöntemi belirlemek araştırma hipotezinin sağlıklı yorumlanabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Çünkü yanlış istatistik yöntemlerin seçilmesi araştırma hipotezini yanlış yorumlamamıza neden olabilecek kadar ciddi sonuçlar doğurabilecektir (Newbold vd., 2012). Doğru istatistik yöntemi belirleyebilmek için ilk önce veri setinin özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir (Jung, 2018). Araştırmaya konu olan veri seti sürekli değişken özelliğinde ise ve normal dağılım gösteriyorsa parametrik test yöntemi uygulanır (Çimen, 2015). Ancak sürekli değişken özelliğindeki bir veri seti, sıralı değişkenler haline getirildiğinde artık parametrik test yöntemlerini kullanmak mümkün olmayacaktır (Ural ve Kılıç, 2013). Çünkü normal dağılım gösteren sürekli veri seti özelliğine sahip verilerle yapılacak çalışmalarda parametrik istatistik yöntemler uygulanırken, normal dağılım şartı gerektirmeyen ve süreklilik özelliği taşımayan sıralı verilerde parametrik olmayan istatistiki yöntemlerin uygulanma zorunluluğu doğmaktadır (Ott ve Longnecker, 2021). Parametrik olmayan testler üzerinde çalıştığımız popülasyon için herhangi bir parametre varsayımına ihtiyaç duyulmayan istatistiksel tekniklerdir. Bu tip testlerde uygulanacak yöntemler popülasyona bağlı değildir (Flora, 2018). Parametre seti sabit değildir ve normal dağılım için geçerli değildir. Bu nedenle, parametrik olmayan yöntemlerde normal dağılım ve sürekli veri gerekli değildir (Ganesan ve Sreivasalah, 2015). Bu ifade bir örnek üzerinden anlatılabilir. 50 kilonun altındaki insanları 1 rakamı ile, 50-60 kg arası insanları 2, 60-70 kg arasını 3, 70-80 kg arasını 4, 80 kg üstünü ise 5 rakamı ile sıralı halde tanımlayalım. 5 adet insanın ağırlıkları şu şekildedir: 45, 90, 72, 67, 100 kg. Bu insanların sürekli değişken özelliğindeki kilogram değerleri sıralı değişken haline getirilecek olursa sırasıyla bu değerler; 1, 5, 4, 3, 5 şeklinde olacaktır. Sıralı değişkenler Likert ölçeği şeklinde ölçümlerde sık kullanılmaktadır (Karagöz, 2014). Sıralı değişkenler belli sınıf aralıklarındaki değerleri tek bir rakamla ifade etmek amacı ile kullanıldığı gibi, sübjektif ölçümleri (koku, tat, renk vb.) rakamlandırmak amacı ile de kullanılırlar (Box vd., 2005). Araştırmacılar bazen makalelerinde veri setinin özelliklerine uymayan istatistik yöntemler seçebilmektedirler. Buda hipotezi olumsuz yönde etkileyebilmekte ve yanlış sonuçlara ulaşılmasına sebebiyet verebilmektedir. Bu çalışmada iki örnek grubuna ait veri setlerinin sürekli değişken veya sıralı değişken özellikte olmaları durumuna göre

uygulanacak istatistiki yöntemler tanıtılmaya çalışılacaktır. Bunun için SPSS programından elde edilen sonuçların yorumu yapılarak konunun tam anlamıyla kavranmasına çalışılacaktır. Mikrobiyolojik veriler çoğunlukla sürekli değişken özelliğindedir. Bununla birlikte mevcut sürekli verilerin farklı amaçlarla sıralı değerlere dönüştürülmesi de sıkça uygulanabilen bir yöntemdir (Keppel ve Zedeck, 1989). Ancak sahada farklı tip veri setlerine uygulanacak istatistik yöntemlerin seçimi ve uygulanması konusunda eksik bilgiler bulunduğundan mevcut araştırma ile konunun derinlemesine irdelenmesine çalışılmıştır. Farklı illerden (Patır vd., 2010) ve farklı laktasyon dönemleri (Eyduran vd., 2005) için toplanan sütlerde SHS seviyelerinin belirlenmesi üzerine çalışmalar mevcut olmakla birlikte, özellikle Alaca sığırların Kırmızı ve Siyah ırklarında SHS seviyelerinin karşılaştırmalı analizi üzerine çalışmalar literatürde yetersizdir. Oysa bu ırklar ülkemizde birçok süt sığırcılığı yapan işletmede yaygın olarak kullanılan iki ırktır (Yılmaz, 2010). Bu çalışma hem SHS, hem de somatik hücre skorları üzerine adı geçen ırklardaki farklılıkların belirlenmesinin yanı sıra temelde SHS ve skorlar için farklı istatistik yöntemlerin uygulanabilirliği noktasında bilgi vermeyi amaçlamaktadır. Çünkü ülkemizde SHS

üzerine araştırmalar oldukça çok olmasına rağmen, skorlar üzerine yapılan çalışmalara literatürde rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile gelecekte skorlar üzerine yapılacak çalışmalarda uygulanması gereken istatistik yöntemin izahı ve sonuçları vurgulanarak literatürde ihtiyaç duyulan eksik bilgilerin tamamlanmasına da çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Veri seti oluşturulması

Araştırmada kullanılacak veri seti için iki örneklem grubuna (Kırmızı ve Siyah Alaca) ait sürekli veri setini oluşturan SHS ve bu veri setinin sıralı hale getirilmiş hali olan skorlar Tablo 1’de verilmiştir. Shook ve Saeman (1983)’in bildirdiğine göre somatik hücre sayıları (mg dL^{-1}) için skorlar olarak ifade edilen belli puanlar belirlenmiştir. Adı geçen kaynakta skorlar şu şekilde sıralanmaktadır: $<35.000 = \text{Skor 1}$, $36.000-70.000 = \text{Skor 2}$, $71.000-140.000 = \text{Skor 3}$, $141.000-280.000 = \text{Skor 4}$, $280.000 > = \text{Skor 5}$ şeklindedir. Tablo 1’de görüldüğü gibi sürekli değişken özelliğindeki somatik hücre sayıları 1’den başlayarak 5’e kadar değişen sıralı skorlar haline getirilerek istatistiki analize tabi tutulmuştur.

Tablo 1. Kırmızı ve Siyah Alaca ırkı sığırların sütlerinde SHS ve skorları

Numune No	Kırmızı Alaca		Siyah Alaca	
	Sürekli veriler Şeklinde SHS (hücre mL^{-1})	Sıralı değişkenlere dönüştürülmüş (Skor puanları)	Sürekli veriler Şeklinde SHS (hücre mL^{-1})	Sıralı değişkenlere dönüştürülmüş (Skor puanları)
1	20.000	1	70.000	2
2	140.000	3	33.000	1
3	140.000	3	135.000	3
4	200.000	4	75.000	2
5	300.000	5	70.000	2
6	285.000	5	30.000	1
7	290.000	5	275.000	4
8	210.000	4	135.000	3
9	300.000	5	275.000	4
10	290.000	5	370.000	5

2.2. Süt Analizi

Özel bir işletmede yetiştirilmekte olan Kırmızı ve Siyah Alaca ırkı sığırların her bir grubundan 10'ar adet sığırdan süt örnekleri (100 mL) elde edilmiştir. Toplanan süt örneklerinde somatik hücre sayılarında araştırma hipotezini olumsuz etkileyebilecek anormal varyasyonların oluşmaması için aynı gün içinde örnekler bekletilmeden direk laboratuara getirilmiştir. Taze süt örneklerinde somatik hücre sayısının tespiti laboratuarda direkt mikroskopik sayım yöntemi uygulanarak Bülbül ve Yılmaz (2004)'ın bildirdiği yöntemle göre belirlenmiştir. Süt örneklerinde somatik hücre sayıları için elde edilen veriler, araştırmada kullanılan parametrik ve parametrik olmayan istatistik yöntemlerin uygulanabilmesi amacıyla veri setinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Mevcut veri seti kayıt altına alındıktan sonra SPSS programına aktarılmıştır.

2.3. İstatistiki Analiz

2.3.1. Irklar arasında verilerinin karşılaştırılması

Tablo 1'de verilen sürekli değişken özelliğindeki SHS bakımından iki sığır ırkı arasındaki farklar parametrik test yöntemlerinden olan bağımsız iki örnek t test ile analiz edilmiştir. Somatik hücre sayılarının skor haline dönüştürülmüş sıralı değerleri ise Bağımsız İki Örnek T testinin parametrik olmayan alternatifi olan Mann Whitney U testi yardımıyla analize tabi tutulmuştur (Can, 2014; Gürsakal, 2008).

2.3.2. Her bir ırka ait verilerin referans değerlerle karşılaştırılması

Araştırma materyalini oluşturan iki farklı sığır ırkının her birinden elde edilen SHS değerlerinin, Türk

Gıda Kodeksinde (Anonim, 2000) çiğ inek sütleri için belirtilen referans değeri (max. 500000 hücre mL⁻¹) ile karşılaştırılmasında parametrik test yöntemlerinden olan Tek Örnek T testi kullanılmıştır. Somatik hücre sayılarının skor haline dönüştürülmüş sıralı değerleri ise Tek Örnek T testinin parametrik olmayan alternatifi olan Wilcoxon Signed Rank testi yardımıyla analize tabi tutulmuştur (Can, 2014; Gürsakal, 2008). Wilcoxon Signed Rank testi için referans değer olan max. 500000 hücre mL⁻¹ değeri, SHS seviyeleri için skor olarak belirlenirken 280.000 hücre mL⁻¹ > = Skor 5 değeri şeklinde baz alınmıştır. Bu yüzden referans değer olan max. 500000 hücre mL⁻¹ değerinin, skor karşılığı olarak "max. 5" rakamı referans değer olarak kabul edilmiştir. Araştırmada adı geçen sığır ırkları için elde edilen skor değerleri max. 5 skor değerine göre karşılaştırılarak, istatistiki analiz sonuçlarına ulaşılmıştır. Araştırmada kullanılan parametrik ve parametrik olmayan istatistik yöntemlerin tümünün analizinde Spss 18.00 paket programı kullanılmıştır (Ntoumanis, 2005).

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada bu bölüm altında iki farklı sığır ırkına ait verilerin karşılaştırılması ile her bir ırkın referans değerlerle karşılaştırılmasını izah eden alt başlıklar oluşturulmuştur.

3.1. İki farklı sığır ırkı verilerinin karşılaştırılması

Araştırmada Kırmızı ve Siyah Alaca ırkı sığırlardan elde edilen SHS değerlerinin karşılaştırılması ile ilgili elde edilen parametrik veri analizi (Bağımsız iki örnek T testi) sonuçları Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2. İki farklı sığır ırkında SHS için Bağımsız iki örnek T testi

Irklar	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	P (önem seviyesi)
Kırmızı Alaca	10	217.500	94.318	29.826	0.15
Siyah Alaca	10	146.800	110.562	37.492	

Tablodan da görüldüğü gibi iki ırkın SHS değerleri arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmamıştır (p=0.15>0.05). Yani sürekli değişken özelliğindeki SHS

değerleri bakımından gruplar arasındaki sayısal farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre iki grubun SHS değerleri bakımından

birbirlerine benzer olarak kabul edilebileceği söylenebilir. Araştırma sonucunda Siyah Alaca ırkı için bulduğumuz SHS değerleri Ertekin ve Çimen (2015)'in Siyah Alaca'lar için bildirdiği 150.000 hücre mL^{-1} değerine benzer seviyelerde bulunmuştur. Şahin vd. (2017) 10 adet Siyah Alaca ırkı sığırdan elde ettikleri süte somatik hücre sayısını 82.000 hücre mL^{-1} olarak bildirmektedirler. Bildirilen bu değer araştırmamızda Kırmızı ve Siyah Alaca ırkı sığırların her birisi için bulduğumuz değerlerden daha düşük seviyededir.

Parametrik veri özelliğine sahip süreklilik gösteren SHS değerleri bakımından gruplar arasında istatistiki farklılıklara rastlanılmadığı görülmektedir. Ancak söz konusu sürekli değişkenlerin (SHS) sıralı değişkenler haline dönüştürülmüş sayısal değerleri (skorlar) bakımından söz konusu gruplar arasında istatistiki farklılıkların belirlenip belirlenemeyeceği merak edilmektedir. Çünkü sürekli veri özelliklerine sahip veri seti sıralı veriler haline dönüştürüldüğünde veri seti özelliği de değiştiğinden, uygulanan istatistiki analiz yöntemi de dolaylı olarak değişmekte ve hipotezin yönünü değiştirebilecek farklı sonuçlar elde edilmesi durumu ile

karşılaşılabilmektedir (Dean ve Ilowsky, 2016). Araştırma hipotezinin yönünün ($h_0 > h_1$ veya $h_1 > h_0$) değişmesinin avantaj ve riskleri barındırdığını bilerek verilere en uygun istatistiki yöntemin belirlenmesi araştırmacının sorumluluğunda olan bir husustur (Gentle, 2013)

Süreklilik arz etmeyen sıralı değişken özelliğindeki somatik hücre skorlarına ait değerler için parametrik olmayan test yöntemlerinden olan Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Adı geçen yöntemin kullanılması ile iki farklı sığır ırkı için elde edilen bulgular aşağıda gösterilen 3 ve 4 numaralı tablolarda verilmiştir. Tablo 3'te Mann Whitney U testi analizi sonucunda ırklara ait somatik hücre skorları için belirlenen rank değerleri gösterilmektedir. Bu rank değerlerinin yüksekliğine göre gruplara ait rank değerleri için istatistiki önemlilik görülmesi halinde sonuçlar yorumlanacaktır. İstatistikî önemliliğin saptanması için Tablo 4'te bildirilen Asymp. Sig. (2-tailed) değerinin 0.05 olarak bildirilen önem seviyesinden düşük olması durumu dikkate alınacaktır.

Tablo 3. Somatik hücre skorları için Mann Whitney U testi

	Sığır ırkları	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Somatik Hücre Skorları	Kırmızı Alaca	10	13.50	135.00
	Siyah Alaca	10	7.50	75.00

Tablo 4. Test istatistikleri

	Somatik Hücre Skorları
Mann-Whitney U	20.000
Wilcoxon W	75.000
Z	-2.32
Asymp. Sig. (2-tailed)	.02
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.02 ^a

Tablo 3'e bakıldığında Kırmızı Alaca sığırlara ait gerek mean rank (13.5), gerekse de sum of ranks (135) değerlerinin Siyah Alaca sığırlara ait rank değerlerinden (sırasıyla 7.5 ve 75) yüksek oldukları görülmektedir. Söz konusu üstünlük Tablo 4'te gösterilen Asym. Sig (2-tailed) değerine bakıldığında $p=0.02$ düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Eğer analiz sonucunda bulunan Asym. Sig (2-tailed) değeri 0.05'in üstünde olsa idi, rank değerlerinde görülen farklılık istatistiki olarak önemsiz kabul edilecektir. Asym.Sig (2-tailed) değerine göre ($p=0.02$) Kırmızı Alaca ırkı için elde edilen somatik hücre skorlarının (rank değerleri daha yüksek ve 0.02 düzeyinde önemli) Siyah Alaca ırkının skorlarından yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Ancak grupların skorlarına ait ortalama değerler verilmemektedir. Çünkü ortalama değer sürekli değişkenler ve parametrik yöntemler için geçerli olan bir değerdir. Sıralı değişkenler arasındaki farklılıklar medyan üzerinden yorumlandığı için ortalama değerler kullanılmamaktadır (Agresti, 2018). Diğer bir ifadeyle Kırmızı veya Siyah Alaca sığırların ortalama somatik hücre skorları ile ilgili bir değer verilememektedir. Bağımsız iki

örnek t testi sonuçlarının gösterildiği Tablo 2'de Kırmızı Alaca sığırlara ait ortalama değerler, Siyah Alaca ırkından sayısal olarak üstün olsa da istatistiki olarak iki grup arasında önemsizlik bulunmuştur. Ancak her iki ırkın somatik hücre sayıları karşılaştırıldığında ortalama bakımından Kırmızı Alaca grup için görülen rakamsal üstünlük önemsiz görülürken, SHS seviyeleri skorlara dönüştürülerek Mann Whitney U Testi ile medyan bazında karşılaştırıldığında Kırmızı Alaca ırkında somatik hücre skorlarının istatistiki olarak daha yüksek düzeyde olduğu görülmüştür ($p=0.02$).

3.2. Farklı ırklara ait verilerin referans değerlerle karşılaştırılması

Araştırmada Kırmızı ve Siyah Alaca ırkı sığırların SHS verilerinin referans değerle (max. 500.000 hücre mL^{-1}) karşılaştırılması ile ilgili belirlenen parametrik analiz (Tek örnek T testi) sonuçlarına ait tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 5'de, grupların her biri ile referans değer arasındaki istatistiki farklılıkları ifade eden önem seviyelerini gösteren analiz sonuçları ise Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 5. Tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları

İrk	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Kırmızı	10	217.500	94.318	29.826
Siyah	10	146.800	110.562	37.492

Tablo 5'e bakıldığında Kırmızı Alaca ırk için bulunan 217.500 hücre mL^{-1} ve Siyah Alaca ırk için bildirilen 146.800 hücre mL^{-1} seviyesindeki ortalama değerlerin, rakamsal olarak 500.000 hücre mL^{-1} düzeyindeki referans değerinden düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Ancak rakamsal düşüklüğün istatistiki olarak önemlilik arz edip etmediği Tablo 6 da gösterilen Sig. (2-tailed) değerlerinden anlaşılmaktadır. Tablo 5'te Kırmızı ve Siyah

Alaca ırkları için bildirilen SHS ortalama değerleri, Ertekin vd. (2019)'nin Kırmızı (86.000 hücre mL^{-1}) ve Siyah Alaca (121.000 hücre mL^{-1}) ırkları için bildirdikleri değerlerden daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Koç (2015) Kırmızı Alaca sığırları için SHS değerlerini 100.000 hücre mL^{-1} civarında belirlemiştir. Bu değer araştırmamızdaki aynı ırk sığırlar için belirlediğimiz değerden daha düşük olduğu dikkati çekmektedir.

Tablo 6. Tek Örnek T testi analiz sonuçları

İrk	Test Value = 500000					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Kırmızı	-9.472	9	.000	-2.82500E5	-349970.8363	-215029.1637
Siyah	-9.421	9	.000	-3.53200E5	-438013.8335	-268386.1665

Tablo 6'ya bakıldığında her iki ırk için bulunan SHS değerleri referans değerden istatistiki olarak düşük olduğundan ($p=0.00<0.05$) Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt Tebliğine göre gerek Siyah Alaca gerekse de Kırmızı Alaca sığırlar için belirlenen SHS seviyelerinin kabul edilebilir sınırda olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 7. Kırmızı Alaca ırkı için Wilcoxon Signed Rank testi sonuçları

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
referans-skör	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	5 ^b	3.00	15.00
	Ties	5 ^c		
	Total	10		

a. referans < skor, b. referans > skor, c. referans = skor

	referans – skor
Z	-2.041 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.041

a. Based on negative ranks.

Tablo 7'de Kırmızı Alaca ırkından elde edilen somatik hücre skoru için standartlara uygunluk sonuçları incelendiğinde analiz tablosunda pozitif rank değerlerinin, negatif rank değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Dolayısıyla pozitif rank değerleri ile aynı satırda yer alan N sayısı olan 5 değerinin üzerinde olan b harfi tablonun altında verilmiş olan “*b. referans > skor*” ifadesini göstermektedir. Buradan bildirilen referans değer (skor 5) Kırmızı Alaca sığırlar için belirlenen skordan yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuç belirlenen $p=0.041$ önem seviyesine göre, istatistiki olarak önem eşiği olarak bildirilen 0.05 değerinden düşük olduğundan ($p=0.041<0.05$)

belirlenen skoru ifade eden değer, referans değerden istatistiki olarak düşük olduğu sonucu çıkmaktadır. Sonuçlar medyan değeri üzerinden yorumlandığı için bulunan skor, ortalama değer şeklinde sayısal rakamla gösterilememektedir. Söz konusu ırktan elde edilen skor, 5 değerinin üstünde ve önem seviyesinden yüksek olsaydı, süt örneklerine ait skor için standartlara uygun değil sonucu çıkarılabilirdi. Hâlbuki bulunan sonuçlara göre Kırmızı Alaca ırkı için belirlenen skordan, Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt Tebliğine göre kabul edilebilir seviyede olduğu dikkati çekmektedir.

Tablo 8. Siyah Alaca ırkı için Wilcoxon Signed Ranks testi sonuçları

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
referans-skor	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	9 ^b	5.00	45.00
	Ties	1 ^c		
	Total	10		
<i>a. referans < skor, b. referans > skor, c. referans = skor</i>				
			referans - skor	
Z			-2.682 ^a	
Asymp. Sig. (2-tailed)			.007	
<i>a. Based on negative ranks.</i>				

Analiz tablosunda pozitif rank değerlerine bakıldığında negatif rank değerlerinden yüksek oldukları dikkati çekmektedir. Pozitif rank değerleri ile aynı satırda yer alan N sayısı olan 9 değerinin üzerinde olan b harfi tablonun altında verilmiş olan *b. referans > skor* ifadesini göstermektedir. Diğer deyişle referans değeri Siyah Alaca ırkı sığırlar için belirlenen skordan daha yüksektir. Bu sonuca ait belirlenen $p=0.007$ önem seviyesi, $p<0.05$ değerinden düşük olduğundan bulunan skor, referans değerlerden istatistiki olarak düşüktür denebilmektedir. Bulunan bu sonuçlara göre Siyah Alaca sığırlar için belirlenen skorun, Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt Tebliğine göre kabul edilebilir seviyede olduğu söylenebilir.

Araştırma sonuçlarına bakıldığında, parametrik ve parametrik olmayan istatistik yöntemlerin her ikisine ait istatistiksel analiz sonuçlarına göre, gerek Kırmızı Alaca ve gerekse de Siyah Alaca ırkları için belirlenen skorlar Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt Tebliğine göre (Anonim, 2000) kabul edilebilir sınırlar içinde bulunmaktadır.

4. Sonuç

Sütte SHS değerlerinin hem ürün kalitesi hem de insan sağlığı açısından istenen nitelikte olabilmesi için

birçok araştırma yapılmıştır (Ivanov vd., 2016; Mistry ve Kosikowski, 1988). Bu yüzden gerek SHS gerekse benzer özellikte büyük varyasyonlar gösterebilen toplam bakteri sayısı gibi diğer mikrobiyolojik parametrelerin yorumu ile ilgili farklı istatistik yöntemlerin bilinmesi mikrobiyoloji alanında getirilecek yorumlara farklı bakış açıları kazandıracaktır (Çimen, 2024). Araştırma sonuçlarına bakıldığında sürekli değişken özelliğinde SHS seviyelerinin sıralı değişkenler şeklinde kategorize edildiğinde farklı yorumların elde edilebileceği net bir şekilde görülmüştür. Bu sebeple mikrobiyoloji alanında çalışan araştırmacıların büyük varyasyon gösterebilme kapasitesine sahip sürekli veri özelliğindeki SHS, toplam bakteri sayısı vb. gibi mikrobiyolojik verilerin parametrik veri özelliğine sahip olmayan sıralı verilere dönüşümlerinde uygulanabilecek istatistiki yöntemleri bilmeleri yararlı olacaktır. Bu şekilde sadece istatistiki yöntem yanlışlıklarına düşülmeyeceği gibi konu ile ilgili farklı yorumların elde edilmesi de mümkün olabilecektir. Araştırmalarda kullanılan farklı istatistiki yöntemler araştırma hipotezini etkilemektedir (Sheskin, 2011). Hipoteze uygun en ideal yöntemin uygulanması bilgi kirliliğinin de önüne geçecektir (Rutherford ve Kim, 2022).

Yapılan mevcut araştırmaya göre sürekli değişken özelliğine sahip SHS verileri, sıralı değişken özelliğindeki somatik hücre skorları haline dönüştürüldüğünde iki sığır grubu arasında söz konusu değerler bakımından istatistiki olarak farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Ancak mevcut araştırma sonuçlarına bakılarak sürekli değişkenler sıralı değişkenlere dönüştürüldüğünde, parametrik ve parametrik olmayan testler kullanılarak karşılaştırılan gruplar arasında her zaman için farklı sonuçlar görülecektir anlamı da çıkarılmamalıdır. Bu çalışmadaki amaç sürekli değişkenlerin sıralı değişkenler haline dönüştürüldüğünde gruplar arasında yapılacak olan istatistiki karşılaştırmalarda farklı sonuçların görülebileceği ihtimalini vurgulamaktır. Sayısal veriler üzerinden gruplar arası karşılaştırma yapacak araştırmacılar gruplar arası farklılıkların bulunabilmesinde dilerlerse ve araştırma veri seti ile mantığına uygun olması halinde sürekli veri özelliğine sahip veri setlerini sıralı veriler haline dönüştürebilmeleri de farklı sonuçların elde edilebilmesi adına yararlı olabilir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre sürekli veriler sıralı verilere dönüştürülürken araştırma hipotezi de farklı yönlerde etkilenebileceğinden, araştırmacıların kendi amaçlarına uygun olarak bu hususu göz önünde bulundurmaları ve daha dikkatli olmaları gerekmektedir. Bu yöntem sadece istatistiki farklılıkları belirleyerek araştırma hipotezini istediğimiz yönde değerlendirme amacına göre değil, daha gerçekçi ve farklı bakış açılarının elde edilmesi amacıyla istatistiki yöntemlerin ele alınması gerekliliğini vurgulaması açısından büyük önem taşımaktadır.

Yazar Katkısı

Yazarlar eşit seviyede araştırmaya katkıda bulunmuşlardır

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik standartlar

Yapılan bu çalışma için Etik Kurul Kararı gerekmemektedir.

Kaynaklar

Anonim, (2000). Türk Gıda Kodeksi, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. Tebliğ No:2000/6

- Agresti, A. (2018). Statistical Methods for the Social Sciences, Global Edition. Pearson Publications. Pp. 568. ISBN-10: 9781292220314
- Box, G.E.P., Hunter, J.S. & Hunter, W.G. (2005). Statistics for Experimenters. Design, innovation, and Discovery. (2nd Edition), Wiley interscience. A John Wiley&Sons, Inc.,Publication, ISBN-13 978-0471-71813-0.
- Bülbül, A. & Yılmaz, B. (2004). Mastitisli inek sütlerinde nitrik oksit düzeyi ile somatik hücre sayısı arasındaki ilişki. *Veteriner Bilimleri Dergisi*. 20 (2): 95-102.
- Can, A. (2014). Spss ile Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi. (3. Baskı), Pegem Yay. ISBN: 978-605-364-448-4. 396 s.
- Çimen, M. (2015). Fen ve sağlık bilimleri alanlarında spss uygulamalı veri analizi (1.Baskı), Palme Yayıncılık, Yayın No: 905, ISBN: 978-605-355-366-3.Sıhhiye, Ankara.314 s.
- Çimen, M. (2024). A research on the importance of testing the normality assumption in microbiological data. *International Advanced Researches and Engineering Journal*. 8 (3): 161-166.
- Dean, S. & Ilowsky, B. (2016). Introductory statistics. Open stax pub. Pp. 907. ISBN-10: 1938168208.
- Ertekin, Ö., Cimen, M. & Yılmaz, Y. (2019). Microbiological control of raw milk obtained from Red and Black Holstein Cows in second week of postpartum period to determine cow health. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*. 14(1): 172-174.
- Ertekin, Ö. & Cimen, M. (2020). Relationships between somatic cell counts total bacteria counts and udder measurements in milk obtained from Holstein cows. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 9(5): 793-798.
- Eyduran, E., Özdemir, T., Yazgan, K. & Keskin S. (2005). Siyah Alaca inek sütündeki somatik hücre sayısına laktasyon sırası ve dönemin etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(1): 61-65.
- Fernandes, A.M., De Oliveria, C.A.F. & De Lima, C.G. (2007). Effects of somatic cell count on physical and chemical characteristics in yogurth, *International Dairy Journal*, 17: 111-115. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.02.005>

- Flora, D. B. (2018). Statistical methods for the social and behavioral sciences: a model based approach, Pp. 472. Sage publications. ISBN-10: 1446269833.
- Ganesan, R. & Sreivasalah, P.V. (2015). *Textbook of statistics*. First Edition. Write And Print Publications. ISBN-10: 9789384649050
- Gentle, E.J. (2013). Theory of statistics. Publication. L. No. 94-553, 90 Stat. 2541. Pp. 917. ISBN: n/a.
- Gürsakal, N. (2008). Betimsel istatistik. Dora Yayıncılık. (4. Baskı), ISBN: 978-605-4118-04-5. Bursa. 613 s.
- Jung, Y. M. (2018). Data analysis in quantitative research, In: Liamputtong, P. (eds) Handbook of research methods in health social sciences, Springer, Singapore. ISBN: 978-981-10-5251-4.
- Ivanov, G.Y., Bilgucu, E., Ivanova, I.V., Uzatici, A. & Balabanova, T.B. (2016). Monitoring of the somatic cell counts for improving milk and dairy products quality. Scientific Works of University of Food Technologies, 63(1), 90-97. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/317016950_Monitoring_of_the_Somatic_Cells_Count_for_Improving_Milk_and_Dairy_Products_Quality_Running_title_Monitoring_of_Somatic_Cells_in_Milk
- Karagöz, Y. (2014). Biyoistatistik. (1. Baskı). Nobel Yay. No: 1075. ISBN: 978-605-133-979-5. 733 s.
- Keppel, G., & Zedeck, S., (1989). *Data analysis for research designs*, First ed. W.H.Freeman & Co Ltd. p.920 ISBN-13-978-0716719915
- Koç, A. (2015). Effects of somatic cell count and various environmental factors on milk yield and foremilk constituents of Red-Holstein cows. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 21 (3): 439-447.
- Mistry, V.V. & Kosikowski, F.V. (1988). Yield and quality of cheddar cheese from high somatic cell milk supplemented with retentate to varying concentrations or directly ultrafiltered. *Journal of Dairy Science*, 71: 2333-2341. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79816-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79816-1)
- Mundan, D., Meral, B.A., Demir, A. & Doğaner, M. (2015). Süt Sığırcı İşletmelerinde Sütteki Toplam Bakteri ve Somatik Hücre Sayısının Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 4 (2): 84-89.
- Newbold, P., Carlson, W., & Thorne, B. (2012). Statistics for business and economics, Eighth Edition. Pearson Education. ISBN: 100273767062.
- Ntoumanis, N.A. (2005). Step-by-Step Guide to SPSS for Sport and Exercise Studies. Published in the USA and Canada by Routledge Inc. ISBN: 0-415-24978-3. (Print Edition) 29 West 35 th Street, New York, NY 10001.
- Ott, R., & Longnecker, M. (2021). An introduction to statistical methods and data analysis, Cengage Learning. 7 th Ed. Pp. 1296. ISBN-10: 0357670620
- Patır, B., Can, Ö.P. & Gürses, M. (2010). Farklı İllerden Toplanan Çiğ İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayıları. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 24 (2): 87-91.
- Rutherford, A. & Kim, J.H. (2022). The Art of Statistical Thinking: Detect Misinformation, Understand the World Deeper, and Make Better Decisions. (Advanced Thinking Skills). (First Edition) ARB Publications. ISBN: 9798358180710.
- Sheskin, D.J. (2011). Handbook of parametric and non-parametric statistical procedures. (Fifth Edition), Taylor and Francis Group. 6000 Broken South Parkway NW Suite 300 Boca Raton. FL. 33487-2742. ISBN: 978-1-4398-5801-1.
- Shook, G. & Saeman, A. (1983). The new DHI linear score for somatic cell counts. Technol. Transfer Session, 22nd Annu. Mtg., Natl. Mastitis Counc., Inc.
- Şahin, A., Yılmaz, Y. & Çimen, M. (2017). Milk somatic cell count in Holstein and Brown Swiss cows and quality standards. 3. International Conference on Engineering and Natural Sciences. Book of Abstracts. Pp. 727. Budapest, Hungary, 3-7 May.
- Temelli, S. & Şerbetçioğlu, T. (2011). Bir Süt İşletmesinde İşlenen İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısının Dört Yıllık Periyottaki Değişiminin İncelenmesi. *Bursa Uludağ University Journal of Faculty of Veterinary Medicine*, 30 (1): 1-7
- Ural, A. & Kılıç, İ. (2013). Bilimsel Araştırma Süreci ve SPSS ile Veri Analizi. (4.Baskı), Detay Yayınları. ISBN:978-975-8326-17-X. 296 s.

- Yalçın, H. & Çakmak, T. (2022). İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısı ve Bazı Parametrelerin Araştırılması. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 12 (1): 81-87. <https://doi.org/10.53518/mjavl1092994>
- Yılmaz, H. (2010). Kırmızı alaca sığırlarının süt verimi ve süt kalite özellikleri üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi. 80 sayfa. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalı. ZZO-YL-2010-0002. Erişim adresi: http://adudspace.adu.edu.tr:8080/jspui/bitstream/11607/829/3/zso_halil_yilmaz_tez.pdf

Van İlinde Doğadan Toplanan ve Kültürü Yapılan Tıbbi ve Aromatik Bitki Tüketimine Yönelik Tüketici Tercihlerinin Belirlenmesi

Determination of Consumer Preferences for Consumption of Collected From Nature and Cultivated Medicinal and Aromatic Plants in Van Province

ÖZET

Sağlık ve tedavi amacı ile kullanılan tıbbi ve aromatik bitkiler (TAB) doğadan toplanarak veya üretilerek tüketime sunulmaktadır. TAB tüketicilerinin tüketim alışkanlıklarını belirlenmesi amaçlanan çalışmada tüketicilerle yüz yüze yapılan anket verileri kullanılmıştır. Verilerin yorumlanmasında güvenilirlik ve normalite testi, tanımlayıcı istatistikler ki-kare ve Mann-Whitney U testinden yararlanılmıştır. Araştırma bulgularına göre; tüketicilerin %61'i TAB'lerin doğadan toplanmış olmasını %39'u ise üretilmiş olmasını tercih etmektedir. Tüketici tercih grupları (doğa/tarla) ile cinsiyet, öğrenim ve meslek grupları arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($p<0.05$). Tüketiciler için doğadan veya tarladan sağlanan TAB'lerin aynı değeri taşımadığı, TAB'lerin genellikle gıda ve baharat amacı ile tüketildiği, toplayıcı/üretici veya marketten satın alındığı, yaprak ve çiçeklerinin kullanıldığı, taze veya çay olarak tüketildiği ve en fazla tüketilen bitkinin sayıca nane miktarca kenger bitkisi olduğu saptanmıştır. Ayrıca doğadan veya tarladan sağlanan TAB'ler için ödeme bedelinin normal olduğu ve yan etki görülmediği de kaydedilmiştir. Mann Whitney U testi ile 2.grup lehine anlamlı farklılık belirlenmiş ve TAB tüketici grupları (doğa/tarla) ile doğallık, kalite, etki, güven, saflık ve erişim kolaylığı faktörleri arasında önemli bir bağlantı görülmüştür ($p<0.05$). Bu faktörlerdeki artışın TAB'lere yönelik olumlu tutumu artıracığı belirlenmiştir. Tüketicilerin doğru

Sorumlu Yazar

Sibel KADIOĞLU¹

sibel.kadioglu@tarimorman.gov.tr

 0000-0002-9121-1705

Yazar

Banu KADIOĞLU²

banu250@hotmail.com

 0000-0002-9041-5992

1 Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü

2 Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü

Gönderilme Tarihi :

28 Nisan 2025

Kabul Tarihi :

23 Haziran 2025

bitkileri yeterli şekilde tüketimlerini sağlayan toplayıcıların eğitilmeleri, bilgi ve duyarlılıklarının artırılması, doğa ve biyolojik çeşitliliğin korunması, üretime kazandırılacak olan türlerin belirlenmesi, doğadan toplamaların kontrol ve sürdürülebilirliğinin sağlanması, pazarlama olanaklarının artırılması ve çok yönlü araştırmaların yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, Doğal, Alışkanlık, Tüketim, Tüketici Tercihi

ABSTRACT

MAPs used for health and treatment purposes are collected from nature or produced and offered for consumption. The aim of the study was to determine the consumption habits of TAB consumers. According to the research findings; 61% of consumers prefer MAPs to be collected from nature and 39% prefer them to be produced. A significant relationship was found between consumer preference groups (nature/field) and gender, education and occupation groups ($p<0.05$). It was determined that MAPs obtained from nature or from the field do not have the same value for consumers, MAPs are generally consumed for food and spice purposes, purchased from collectors/producers or markets, their leaves and flowers are used, consumed fresh or as tea, and the most consumed plant is mint and kenger in quantity. It was also noted that the payment price for MAPs obtained from nature or from the field is normal and no side effects are observed. A significant difference was determined in favor of the 2nd group with the Mann Whitney U test and a significant connection was seen between the MAP consumer groups and the factors of naturalness, quality, effect, trust, purity and ease of access ($p<0.05$). It was determined that the increase in these factors would increase the positive attitude towards MAPs. It has been concluded that collectors who ensure that consumers consume the right plants adequately should be trained, their knowledge and awareness should be increased, control and sustainability of collections from nature should be ensured, and marketing opportunities should be increased.

Keywords: Medicinal and Aromatic Plants, Natural, Habit, Consumption, Consumer Choice

1. GİRİŞ

Dünyanın varoluşundan beri toplumlar hastalıkları tedavi etmek, önlemek ve sağlıklı yaşam sürdürmek için TAB'leri toplayarak veya üreterek kullanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü raporlarına göre dünya nüfusunun yaklaşık olarak %70-95'i sağlık veya temel bakım ihtiyaçlarını karşılamak için bu ilaçlara güvenmekte ve tüketimini sürdürmektedir (Acıbuca ve Bostan Budak, 2018). Tıbbi bitkiler sağlık sistemlerinin temelini oluşturmakta ve modern tıpta farmasötik ilaçlardaki aktif maddelerin çoğu, doğrudan veya dolaylı olarak, bitkiler ve diğer yaşam formlarını içeren doğal ürünlerden türetilerek elde edilmektedir. Dünya çapında yaklaşık 60.000 tıbbi ve aromatik bitki türü hasat edilmekte olup CITES ticaret veri tabanına göre, 2006 ile 2015 yılları arasında çoğunlukla 43 türden elde edilen 54 milyon kg tıbbi bitki ürünün ihracatının yapıldığı ve bu ihracatın yaklaşık olarak yarısının doğadan sağlandığı kaydedilmektedir (CITES, 2023).

Dünyada özellikle uzak doğu ülkeleri bitkilerle tedavi konusunda gelişmiştir ve birçok bitki türü ile sağlık alanında geleneksel tedavi çalışmalarını sürdürmektedir. Dünyada ve Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin tedariki yetiştiricilik ve doğadan toplama şeklinde gerçekleştirilmektedir. Türkiye zengin florası ile tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından önemli bir potansiyele sahiptir. Üç fitocoğrafik bölgenin kesiştiği alanda yer almakta, biyolojik çeşitlilik ve flora-fauna zenginliği ile öne çıkmaktadır. Bu zenginliği ile geleneksel tedavi ve alternatif tıpta gelişmeler kaydedilmekte ve var olan değerli bilgi ve birikimler gün ışına çıkarılarak araştırmalar sürdürülmektedir. Bu bitkiler parfümeri ve kozmetik sanayinde, gıda ve gıda katkı maddeleri üretiminde ve bitkisel tedavi için ilaç yapımında değerli hammadde kaynağıdır ve yaklaşık olarak 100 ülkeye tıbbi bitki ihracatı gerçekleştirilmektedir (Boztaş vd., 2021). Türkiye florasında 167 familyaya ait 11.707 bitki taksonu bulunmakta olup bunların 3.649'u endemiktir. Yapılan çeşitli çalışmalarda, Türkiye'de ticari amaçla doğadan toplanarak iç ve dış piyasada satılan bitki türlerinin sayısının 347 ve 100 bitki türünün de doğadan toplanarak ihraç edildiği saptanmıştır. Buna ilaveten çeşitli bölgelerde yapılan etnobotanik çalışmalarla, doğal bitki türlerinin ortalama %10-12'sinin farklı kullanım amaçları ile halk tarafından tüketildiği de belirlenmiştir (TAGEM, 2021).

Çalışma alanı olan Van ilinin biyoçeşitliliği, ilgili endüstrilerdeki kullanım potansiyelini ve stratejik farklılığını ortaya koymaktadır. Van ili; topraklarının %70'i çayır ve meralarla, %23'ü ekili ve dikili alanlarla ve %2'si orman ve fundalıkla kaplı olup Van Gölü ve civarı zengin bitki örtüsü ile kaplıdır. Özellikle İpekyolu ve Tuşba ilçelerinde yer alan Erçek gölü doğal sit alanında 58, Edremit sınırlarında yer alan Van sazlığında ise 79 bitki türü tespit edilmiştir (ÇED, 2024). Ayrıca meşhur Van otlı peynir yapımında kullanılan Sirmo (*Allium* sp.), Siyabo (*Ferula* sp.), Mendi (*Chaerophyllum* sp.), Heliz (*Ferula* sp.) ve kekik (*Zizophora* sp.) bitki türleri de yaygın olarak bulunmakta (Tunçtürk ve Tunçtürk, 2020) ve toplanarak tüketilmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkiler istatistiklerinde resmi rakamlar dışında dünyada olduğu gibi Türkiye ve Van ilinde de doğadan toplanan miktar kesin olarak bilinmemektedir. Türkiye'nin orman alanlarında odun dışı ürün kapsamında doğadan toplanan en önemli ürünler içinde defne (32.5 bin ton), kestane (5.9 bin ton) ve kekik (1.8 bin ton) olarak sıralanmaktadır (TAGEM, 2021). Türkiye'de 2024 yılı doğadan toplama alanı 3.674 hektar (BÜGEM, 2025) olup 20 çeşit tıbbi ve aromatik bitkinin 1.3 milyon dekar alanda tarımı yapılmaktadır. 2024 yılı verilerine göre; bazı TAB'lerin (Keten (tohum), salep, keten (lif), kenevir (lif), şerbetçiotu (kozalak), haşhaş (kapsül), adaçayı, ısırgan otu, lavanta, oğul otu, gül (yağlık)) ekilen alanı 295.303 dekar ve üretimi de 39.735 ton'dur. Çalışma alanında son yıllarda üretime kazandırılan adaçayı, nane, kişniş, kekik, çörekotu ve kimyon gibi birçok bitkinin yetiştirildiği tarım arazileri de bulunmaktadır. Keten tohumu 11 da, adaçayı 22 da ve lavanta 10 da'lık alanda yetiştirilmektedir (TÜİK, 2025). Bu durum hem üretim hem de tüketim açısından önemli bir kaynak oluşturmaktadır. Ayrıca, TAB sektörünün gelişmesi bu alanda yapılacak olan araştırma ve yatırım çalışmalarına özellikle de bilgi birikimine katkıda bulunmakta ve veri sağlamaktadır. Dünyamızda özellikle son on yılda değişen yaşam döngüsü ve yaşam kaygıları nedeni ile doğal yaşam tarzının benimsenmesi, doğal beslenme ve doğal tedavi ürünlerine olan ilgiyi artırmıştır. Artan ilgi ve talepler TAB ürünlerine erişim, kullanım, sürdürülebilir üretim, ticaret ve pazarlama politikalarının da ele alınması ve değerlendirilmesi gereksinimine yol açmıştır.

Bu kapsamda yapılan çalışmaların tüketim, gıda güvencesi ve üretim planlamalarının sağlıklı ve etkin bir şekilde sağlanması, yürütülmesi ve sürdürülebilmesinde

önemli bir rol oynamaktadır. TAB'lerin yalnızca doğadan toplanarak tüketimlerinin sağlanması; bilgili ve tecrübeli kişilerin sahadan uzaklaşması, yeni neslin bu konuda bilgi ve deneyiminin olmaması ve ilgisizliği gibi nedenlerle doğadan toplanarak pazarlayabilme ya da tüketime sunulmasında yetersiz olacağı için doğal bitkilerin uygun alanlarda kültüre alınmaları ve çoğaltılmaları gerekmektedir. Bu nedenle tüketimi devam eden bitkilerle ilgili bilgilerin toplanması ve istatistik verilerinin sağlanmasının önemli bir gereksinim olduğu görülmektedir. TAB tüketim alışkanlıklarına göre hedef kitlenin tüketim tercihlerinin belirlenmesi ve bu yönde hangi tür TAB'lerin talep edildiği, kişilerin tüketim tercihlerinin nasıl şekillendiğinin belirlenmesi pazar politikalarının oluşturulması açısından oldukça önemlidir. Tüketimlere ilişkin çalışmaların bu sistemlere destek sağlayıcı, veri toplayıcı ve yönlendirici işlevinin önemi dikkate alınarak; araştırmada tüketicilerin "doğadan veya tarladan" sağlanan tıbbi ve aromatik bitkilerde kullanım alışkanlıklarının ve tüketim tercihlerinin Van ilinde belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular gelecekte yapılacak diğer araştırmalara veri sağlayabilecektir.

2. MATERYAL VE METOT

Anket araştırmasının konusu oran cinsinden ifade edilebilecek nitelikte olduğundan ve evrendeki birey sayısı (N) bilindiğinden örnek büyüklüğü; pazar araştırmalarında sıkça kullanılan oransal örnek hacmi eşitliğinden yararlanılarak 384 olarak tespit edilmiştir (Karasar, 2005; Özdamar, 2001). Formülde; n= Örneklemdeki birim sayısını, N: Evrendeki birim sayısını (644.763), t_q: Belirli serbestlik derecesi ve saptanan yanılma düzeyindeki t istatistiğini (1.96) p: İncelenen olayın görülme olasılığını (0.5), q: p'nin tümleyeni olup olayın görülme olasılığını (1-p) (0.5), d: Örneklem hatasını (0.05) göstermektedir.

$$n = \frac{N * p * q}{d^2 * (N - 1) + t^2 * p * q} \quad (1)$$

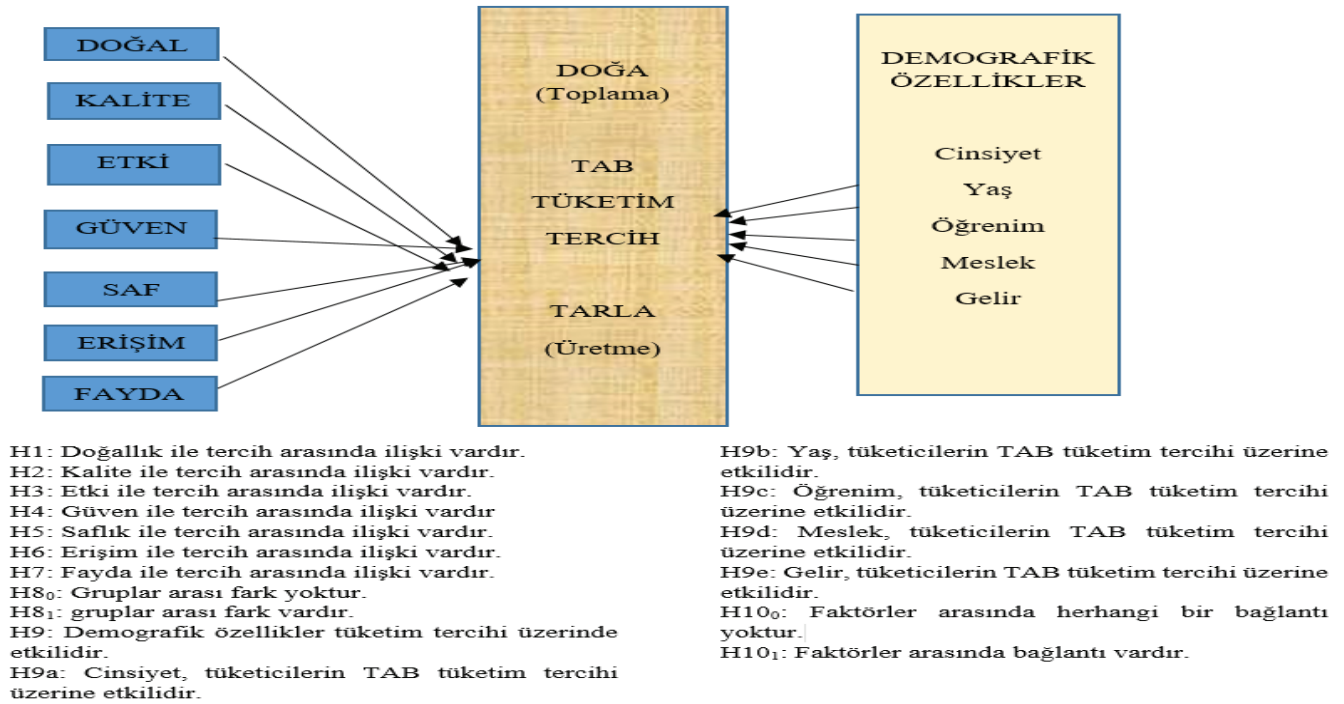
Anketler, Van ilinin merkez ilçeleri olan Edremit, İpekyolu ve Tuşba ilçelerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamını oluşturan ilçelerin nüfusu Van ili nüfusunun %57.2'sini oluşturmaktadır. Anket dağılımı Tablo 1'de gösterilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Görüşülen tüketici sayısının ilçelere dağılımı

Merkez İlçeler	İlçe Nüfusu	İlçelerin Seçilen İlçe Toplam Nüfusuna Oransal Katkıları %	Görüşülen Tüketici Sayısı
Edremit	129.604	20.10	81
İpekyolu	350.708	54.39	207
Tuşba	164.451	25.51	96
	644.763	100.00	384

Anketler tüketici profilini tanımlayan sosyo demografik soruları ile TAB tüketim alışkanlık ve tutumlarını belirleyen Likert Ölçeği sorularını içermektedir. Tutum soruları 5'li Likert Ölçeği ile yapılandırılmıştır (Şekil 6). Likert Ölçeği, tüketicilerin herhangi bir fikre yönelik ifadelerle katılma durumlarını, katılma veya katılmama derecesini ölçmekte (Kavak, 2013), ölçeğin güvenilirliğini belirlemek için Cronbach Alfa katsayısı hesaplanmaktadır. Ölçeğin Alfa katsayısı ne kadar yüksek olursa ölçekte bulunan maddelerin o ölçüde birbirleriyle tutarlı olduğu ve aynı özelliğin unsurlarını yoklayan maddelerden oluştuğu şeklinde yorum yapılmaktadır. Alfa katsayısı; $0 \leq \alpha < 0.40$ ise ölçek güvenilir değil, $0.40 \leq \alpha < 0.60$ ise ölçeğin güvenilirliği

düşük, $0.60 \leq \alpha < 0.80$ ise ölçek oldukça güvenilir, $0.80 \leq \alpha < 1.00$ ise ölçek yüksek derecede güvenilir olarak yorumlanmaktadır (Kalaycı, 2014). Hipotezler araştırma problemi için doğruluğu ya da yanlışlığı henüz test edilmemiş olası çözüm önerileridir. Eğer araştırma verileri ortaya atılan verileri destekliyorsa araştırmacının hipotezi “doğru” kabul edilir. Hipotezin doğrulanmaması araştırmanın bilimsel olmadığını belirtmez sadece hipotez reddedilmiş olur. H_{10_0} : Sıfır Hipotezi (Farksızlık Hipotezi): Değişkenler arasında ilişkisizliği savunan bir ifadedir. H_{10_1} : Karşıt Hipotez (Araştırma Hipotezi) Değişkenler arasında ilişki olduğunu savunan bir ifadedir. Çalışmanın hipotezleri Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırmanın hipotezleri

Araştırmada tüketicileri sınıflandırmak ve tutumlarını belirlemek için tanımlayıcı istatistikler kullanılmış, Likert Ölçeği'nin güvenilirliğini belirlemek için Cronbach Alfa katsayısı nicel değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu ise Kolmogorov Smirnov testi ile incelenmiştir. Tüketicilerin TAB tercihlerinde etkili olabileceği varsayılan değişkenler ile bazı sosyoekonomik değişkenler arasındaki ilişkilerin tespitinde Pearson Ki Kare testi kullanılmış ve iki grup karşılaştırmasında normalite testi sonucunda normal dağılım görülmediği için Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Ki Kare Bağımsızlık Testi, istatistiksel bir analiz yöntemidir ve iki kategorik değişken arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için kullanılır. Veri setindeki değişkenlerin farklı boyutlara ya da belirli amaca göre iki ya da çok yönlü çapraz tablolar halinde sınıflandırılması ile değişkenlerin belirlenen özellikleri arasında bir bağımlılığın olup olmadığı test edilirken kullanılan bir analizdir (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004). Mann-Whitney U testi, normal dağılım özelliği göstermeyen bir dağılımda iki bağımsız grup ortalamalarını karşılaştırmak amacıyla kullanılan non-parametrik bir yöntemdir. Bağımsız örneklem t testine alternatif olan bu test, benzer popülasyondan gelen iki bağımsız grup arasında

ortalama farkını bulmak ve gruplar arasındaki fark ya da eşitliği belirlemek için kullanılmaktadır. Mann-Whitney U testi Wilcoxon sıralama toplamı testi veya Wilcoxon-Mann-Whitney testi olarak da bilinmektedir. Bu testi ilk defa eşit hacimli iki örneklem verileri için Wilcoxon (1945) bulmuştur. Daha sonra Mann ve Whitney (1947) tarafından değişik büyüklükte iki örneklem problemleri analizleri için uygulanıp geliştirilmiştir (Spence vd., 1990).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Ankete katılan tüketicilerin TAB tercih gruplarına bağlı olarak sosyo demografik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Ankete katılan 1. Grup (Doğa) katılımcıların %61'i kadın, %36'sı 36-55 yaş aralığında, %26.5 oranında ilkökul mezunu, %27.8'i ev hanımı, %36.3 oranı ile aylık hane geliri "çok iyi (>80000)" olan gruptur. 2. grup (Tarla) katılımcılarının ise %87'si erkek, %34.7'si 36-55 yaşlarında, %36 oranında lise mezunu, %23.3 kamu sektörü çalışanı, %39.3 oranı ile hane geliri "çok iyi" olan gruptur. Katılımcıların tüketim tercihi ile cinsiyet, öğrenim ve meslek durumu arasında anlamlı bir bağlantı olduğu ($p<0.05$) görülmektedir.

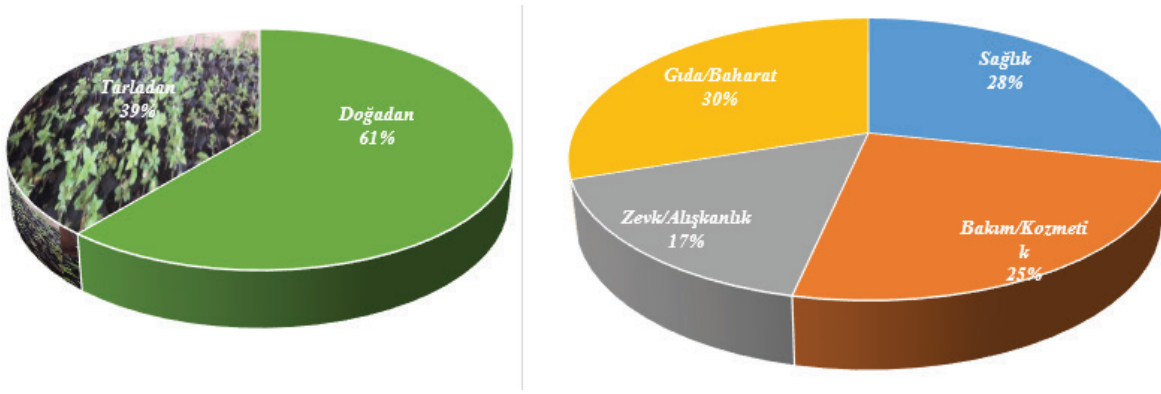
Tablo 2. Tıbbi ve aromatik bitki tüketicilerinin (TAB) tüketim tercihlerine göre demografik ve sosyo-ekonomik özelliklerinin dağılımı

TAB TERCİH GRUPLARI					TAB TERCİH GRUPLARI				
Cinsiyet	1. Grup (Doğa)		2. Grup (Tarla)	Toplam	Öğrenim Durumu	1. Grup (Doğa)		2. Grup (Tarla)	Toplam
	Sayı	%	Sayı	%		Sayı	%	Sayı	%
Erkek	91	39.0	130	87.0	Yok	20	8.5	3	2.0
				58.0					6.0
Kadın	143	61.1	20	13.3	Okur yazar	22	9.4	3	2.0
				42.4					6.5
Toplam	234		150		İlkokul	62		29	
				384					91
kikare=85410 sd=1 sig.=0.000									
Yaş Durumu					Ortaokul	28		19	
<25	45	19.2	26	17.3					
				18.5					
26-35	72	30.8	51	34.0	Lise	57	24.4	54	36.0
				32.0					28.9
36-55	86	36.8	50	33.3	Üniversite/Yüksekokul	40	17.1	34	22.7
				35.4					19.3
					Lisansüstü	5		8	
									13

56-65	Sayı	21	17	38		%	2.1	5.3	3.4
	%	9.0	11.3	9.9	Toplam	Sayı	234	150	384
>66	Sayı	10	6	16	kikare=24.766 sd=6 sig.=0.000				
	%	4.3	4.0	4.2					
Toplam	Sayı	234	150	384	Kırsalla bağlantılı				
kikare=1.306 sd=4 sig.=0.860					Evet	Sayı	78	59	137
Meslek Durumu						%	33.3	39.3	35.7
Öğrenci	Sayı	26	29	55	Hayır	Sayı	156	91	247
	%	11.1	19.3	14.3		%	66.7	60.7	64.3
Ev hanımı	Sayı	65	19	84	Toplam	Sayı	234	150	384
	%	27.8	12.7	21.9	kikare=1.434 sd=1 sig.=0.231				
Emekli	Sayı	8	7	15					
	%	3.4	4.7	3.9	Hane Gelir Durumu				
Kamu sektörü	Sayı	43	35	78	Az <40.000)	Sayı	21	12	33
	%	18.4	23.3	20.3		%	9.0	8.0	8.6
Özel sektör	Sayı	43	26	69	Orta (41.000-60.000)	Sayı	68	32	100
	%	18.4	17.3	18.0		%	29.1	21.3	26.0
Hizmet sektörü	Sayı	29	22	51	İyi (61.000-80.000)	Sayı	60	47	107
	%	12.4	14.7	13.3		%	25.6	31.3	27.9
Esnaf	Sayı	20	12	32	Çok iyi >80.000	Sayı	85	59	144
	%	8.5	8.0	8.3		%	36.3	39.3	37.5
Toplam	Sayı	234	150	384	Toplam	Sayı	234	150	384
kikare=15.770 sd=6 sig.=0.015					kikare=3.480 sd=3 sig.=0.323				

TAB'lerin sağlanması hususunda kadınlarda “doğa” erkeklerde ise “tarla” tercihi yapılırken öğrenim durumu %26.5 oranı ile ilköğretim olanlar “doğa” %24.4 oranı ile lise olanlar ise “tarla” tercihi yapanlar olmuştur. Yine %27.8 oranı ile ev hanımı olanlar doğa tercihinde %23.3 oranı ile kamu sektörü çalışanları ise tarla tercihinde bulunmuşlardır. Kadın ve ev hanımı TAB tüketicilerinin doğadan toplama konusunda daha bilgili ve yetenekli oldukları söylenebilir. Diğer çalışmalarda olduğu gibi cinsiyet, öğrenim durumu, meslek durumu gibi sosyal ve ekonomik faktörler tüketim üzerinde etkili olabilmektedir (Davaslıgil, 2011; Tekvar, 2016). TAB tüketici grupları: Tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliği sağlık ve ekonomik anlamda büyük imkanlar sunan katma değer oluşturan bir sektördür. Sağlık, kozmetik ve parfüm, gıda/ içecek ve aroma terapi/ bitkisel tedaviler sektöründe kullanılır. TAB tüketicilerin gruplandırılmasına yönelik çalışmalarda kümeleme çalışmaları yapılarak (Güney, 2019; Sharifi vd., 2019) alışkanlıklar irdelenirken

çalışmamızda tüketiciler tüketim tercihlerine bağlı olarak iki gruba ayrılarak veriler değerlendirilmiştir. Doğadan toplanarak veya toplayıcılardan alınarak ve üretilerek tüketicilere sunulan TAB'leri kullanan tüketiciler olmak üzere doğa ve tarla grubu olarak iki grupta incelenmiştir. Tüketicilerin tercihleri doğrultusunda yapılan gruplandırmada; tüketicilerin %61'i TAB'lerin doğadan toplanmış olmasını %39'u ise üretilmiş olmasını tercih etmektedir. Tüketiciler amaçlarına göre sıralandığında; birinci sırada tüketicilerin %30'u ve gıda/baharat olarak kullandıklarını belirtirken ikinci sırada (%28) sağlık amaçlı kullanım, üçüncü sırada bakım/kozmetik kullanımı ve dördüncü sırada zevk yani geleneksel tatları devam ettirmek amacı ile kullanım yer almıştır. TAB'leri 384 kişiden %15'i, doğadan toplama tercih eden tüketicilerin ise %32'si bizzat kendisinin doğadan bitkileri topladığını belirtmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. TAB tüketicilerinin tercih ve amaçlarına göre gruplandırılması

1. Grup tüketiciler %38.2 oranı ile TAB devamlı kullanan, ailesinden öğrenen (%36.4), taze olarak tüketen (%44.7), günlük tüketimi olan (%34.2) ve aynı bitkileri tercih eden (%42.1) ve genellikle TAB'lerin yapraklarını tüketenlerden (%40.8) oluşmaktadır. 2. Grup tüketiciler ise TAB'leri gerektiğinde (%36.4) kullandığını ve ailesinden (%36.4) öğrendiğini, demlenerek veya haşlanarak (%21.2) çay olarak, günlük (%30.3) tükettiğini ve farklı bitkiler kullanmayı tercih ettiği (%45.5) bitkilerin çiçek kısımlarını (%21.2) kullandıklarını belirtmişlerdir. Artvin ilinde

yapılan çalışmada bitkilerin; meyve yada sebze olarak taze olarak kullanıldıkları gibi yaprak, çiçek, kök, gövde, kabuk, tohum, meyve gibi kısımlarının kaynatılmasıyla veya demlenmesiyle elde edilen içeceklerin çay adı altında tüketildiği ve başta siyah çay olmak üzere ıhlamur, adaçayı olmak üzere çeşitli tıbbi ve aromatik özellikli bitkilerin kullanıldığı (Oğan ve Cömert, 2022), Trabzon ilinde yapılan bir çalışmada yine tüketicilerin %89'unun bitki çayını kullandığını ve büyük çoğunluğunun %97.5 oranıyla ıhlamur tükettiği belirtilmiştir (Taşdemir, 2019).

Tablo 3. Tercih gruplarının TAB kullanım alışkanlıkları

			Tercih Grubu					Tercih Grubu	
			1 (doğa)	2 (tarla)				1 (doğa)	2 (tarla)
Kullanım sıklığı	Her zaman	Sayı	29	10	Kullanım zaman aralığı	Günde	Sayı	26	10
		%	38.2	30.3			%	34.2	30.3
	Gerektiğinde	Sayı	25	12		Haftada	Sayı	18	6
		%	32.9	36.4			%	23.7	18.2
	Ara sıra	Sayı	16	6		Ayda	Sayı	12	9
		%	21.1	18.2			%	15.8	27.3
	Nadiren	Sayı	6	5		Yılda	Sayı	20	8
		%	7.9	15.2			%	26.3	24.2
Toplam		Sayı	76	33	Toplam			76	33

Kullanım alışkanlığı nereden edinildi	Geleneksel/Aile	Sayı	31	12	TAB Tercihi	Aynı bitkileri kullanıyorum.	Sayı	32	10
		%	40.8	36.4			%	42.1	30.3
	Yakın çevre (komşu, arkadaş)	Sayı	18	5		Farklı bitkiler deniyorum	Sayı	25	15
		%	23.7	15.2			%	32.9	45.5
	Medya (TV İnternet Kitap Gazete)	Sayı	8	6		Ara sıra değiştiriyorum.	Sayı	19	8
		%	10.5	18.2			%	25.0	24.2
	Doktor Tavsiyesi	Sayı	7	5		Toplam		76	33
		%	9.2	15.2					
	Aktar Tavsiyesi	Sayı	12	5		Yaprak	Sayı	31	5
		%	15.8	15.2			%	40.8	15.2
Kullanım Formu	Toplam	Sayı	76	33	Kullanılan Aksam	Kök	Sayı	7	5
	Taze/Çiğ	Sayı	34	5			%	9.2	15.2
		%	44.7	15.2		Dal	Sayı	8	5
	Haşlama/Demleme Çay	Sayı	11	7			%	10.5	15.2
		%	14.5	21.2		Çiçek	Sayı	10	7
	Merhem	Sayı	4	6			%	13.2	21.2
		%	5.3	18.2		Özsu	Sayı	8	5
	Yağ	Sayı	8	5			%	10.5	15.2
		%	10.5	15.2		Bitki		12	6
	Gıdaya Karıştırma	Sayı	7	5				15.8	7.9
		%	9.2	15.2		Toplam	Sayı	76	33
	Lapa	Sayı	12	5					
		%	15.8	15.2					
	Toplam	Sayı	76	33					

Tüketicilerin aylık gıda harcamaları 500-7000 TL sağlık harcamaları 500-1000 TL TAB harcamaları ise 500 TL ve daha az olarak belirtilmiştir. Tüketicilerin aylık gıda, sağlık ve TAB harcamaları ile TAB tercih

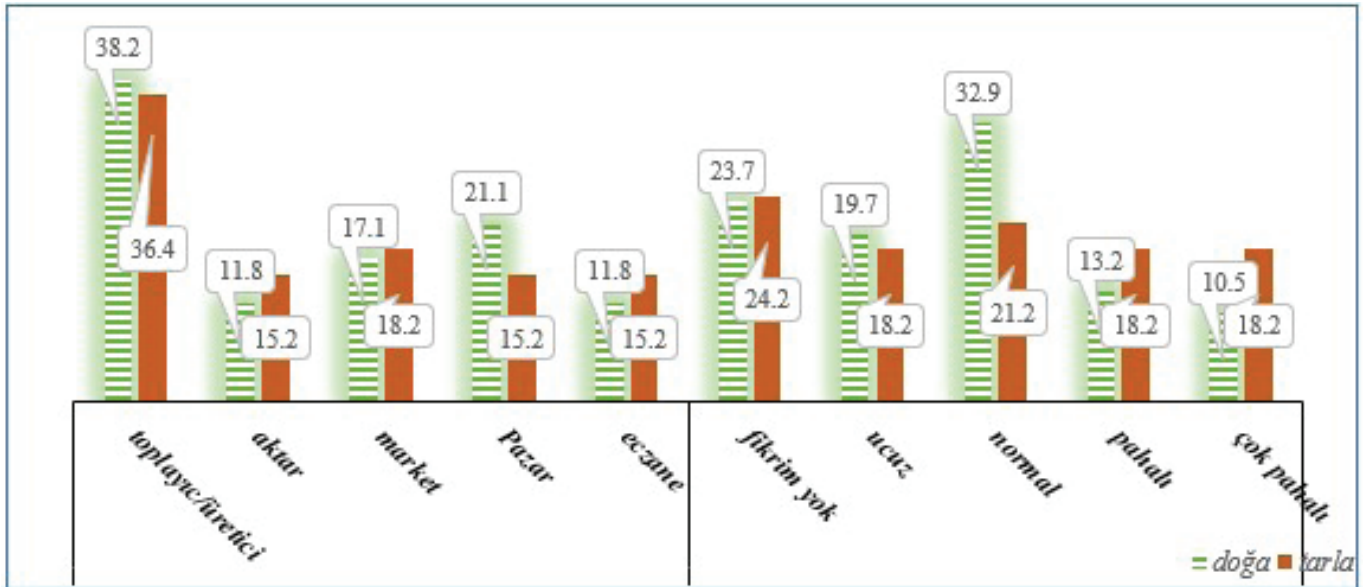
alanları arasındaki ilişki incelendiğinde gıda ve TAB harcamaları arasında ilişki görülmezken sağlık harcamaları ile TAB tercih grupları arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. TAB tüketicilerin aylık gıda, sağlık ve TAB harcamaları (TL)

Aylık Gıda Harcamaları (TL)					Aylık Sağlık Harcamaları (TL)					Aylık TAB Harcamaları (TL)		
			1. Grup	2. Grup			1. Grup	2. Grup			1. Grup	2. Grup
Az	<5000	Sayı	77	48	Az	<500	77	54	Yok	Yok	35	17
		%	32.9	32.0			32.9	36.0			15.0	11.3
Orta	5000-7000	Sayı	96	58	Orta	500-1000	97	56	Az	<500	113	80
		%	41.0	38.7			41.5	37.3			48.3	53.3
Fazla	8000-10000	Sayı	39	25	Fazla	1000-1500	46	19	Orta	500-1000	39	15
		%	16.7	16.7			19.7	12.7			16.7	10.0
Çok Fazla	>10000	Sayı	22	19	Çok Fazla	>1500	14	21	Fazla	1000-1500	29	18
		%	9.4	12.7			6.0	14.0			12.4	12.0
									Çok Fazla	>1500	18	20
											7.7	13.3
kikare=1.602 sd=3 sig.=0.786					kikare=9.731 sd=3 sig.=0.021					kikare=7.189 sd=4 sig.=0.126		

Tüketicilerin ürün satın alma yeri; toplayabilenler kendileri toplarken taze veya çiğ olarak tüketilen TAB'leri her iki grup tüketicide satın almada birinci elden almayı tercih ederek toplayıcı veya üreticiden satın aldıklarını belirtmişlerdir. İkinci sırada ise doğa grubu "pazarı" tarla grubu ise "marketi" tercih etmektedir. Tüketiciler TAB'leri satın almada öncelikli olarak "güvenli" olduğunu

ve kolay ulaşabildiklerini gerekçe olarak belirtmişlerdir. Tüketicilerin fiyatları nasıl değerlendirdiği sorulduğunda her iki grubunda fiyatları "normal" olarak değerlendirdikleri görülmektedir (Şekil 3). Yapılan birçok çalışmada TAB'lerin fiyatları yüksek bulunmuş olup bulgularımız yapılan diğer çalışmalarla farklılık göstermektedir (Sayılı vd., 2006; Akbulut ve Özcan, 2016; Kadioğlu vd., 2021).



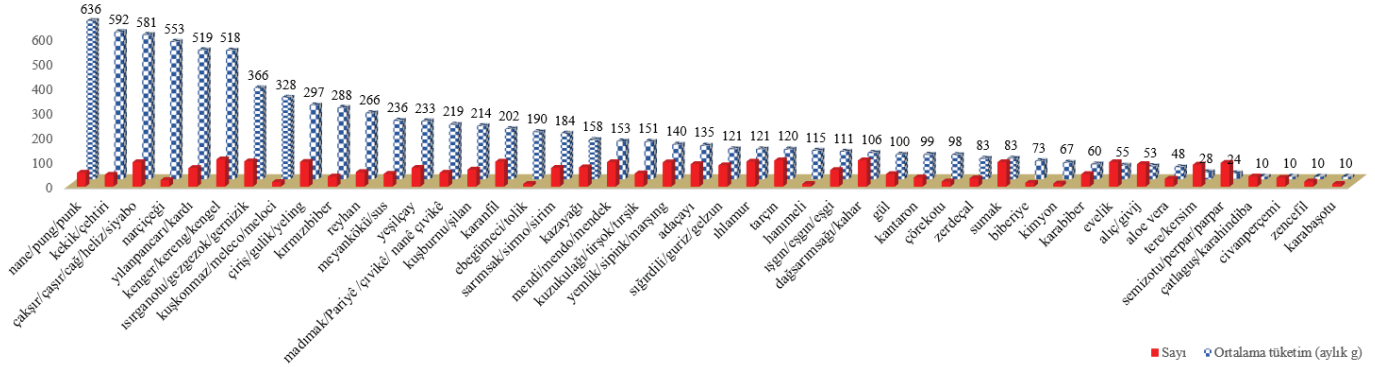
Şekil 3. Tüketicilerin TAB satın alma ve fiyat değerlendirmeleri

TAB tüketiminde tüketilen miktar açısından; ilk beş sırayı alan bitkiler nane, kekik, çakşır, narçiceği, yılan pancarı olurken tüketici sayısı bakımından ilk sıralarda yer

alan TAB'ler ise kenger, dağsarımsağı, tarçın, ısırgan otu, karanfil şeklinde sıralanmaktadır (Şekil 4). Kengerin baş kısmı ve sapları sebze olarak, kenger kahvesi ve kenger sakızı

elde edilerek ve tedavi edici olarak karaciğer koruyucu, kan temizleyici, ağrı kesici ve hazımsızlığı giderici olduğu belirtilmiştir. Tüketicilerin tükettikleri TAB'ler ile tüketim

nedenleri arasında doğru bir ilişki olduğu ve yapılan çalışmalarda benzer kullanımların olduğu görülmektedir (Polat, 2012; Çoruh vd., 2007).

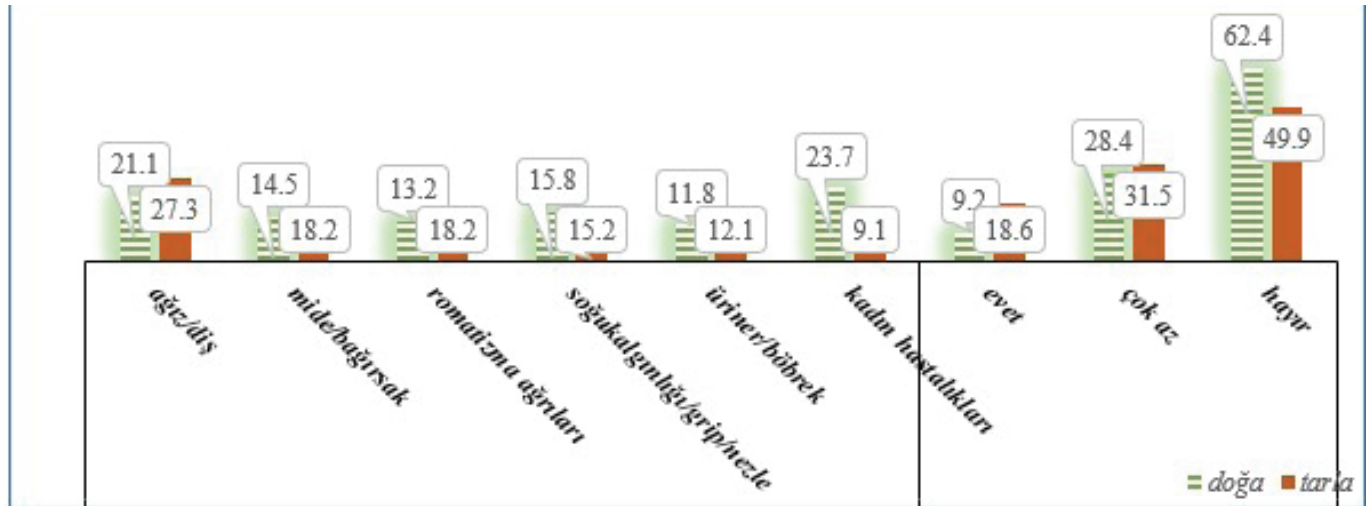


* Sağlık amacı ile tüketimi olan tüketici üzerinden grafik hazırlanmıştır ve tüketici sayısı 10'un altında olan TAB'ler grafiğe alınmamıştır.

Şekil 4. Tüketilen TAB'ler ve tüketim miktarları (g/aylık)

Tüketicilerin en çok maruz kaldıkları sağlık problemleri ağız ve diş problemi olup kullanılan TAB'ler den olumsuz etkilenmediklerini ve güvenle kullandıklarını belirtmişlerdir

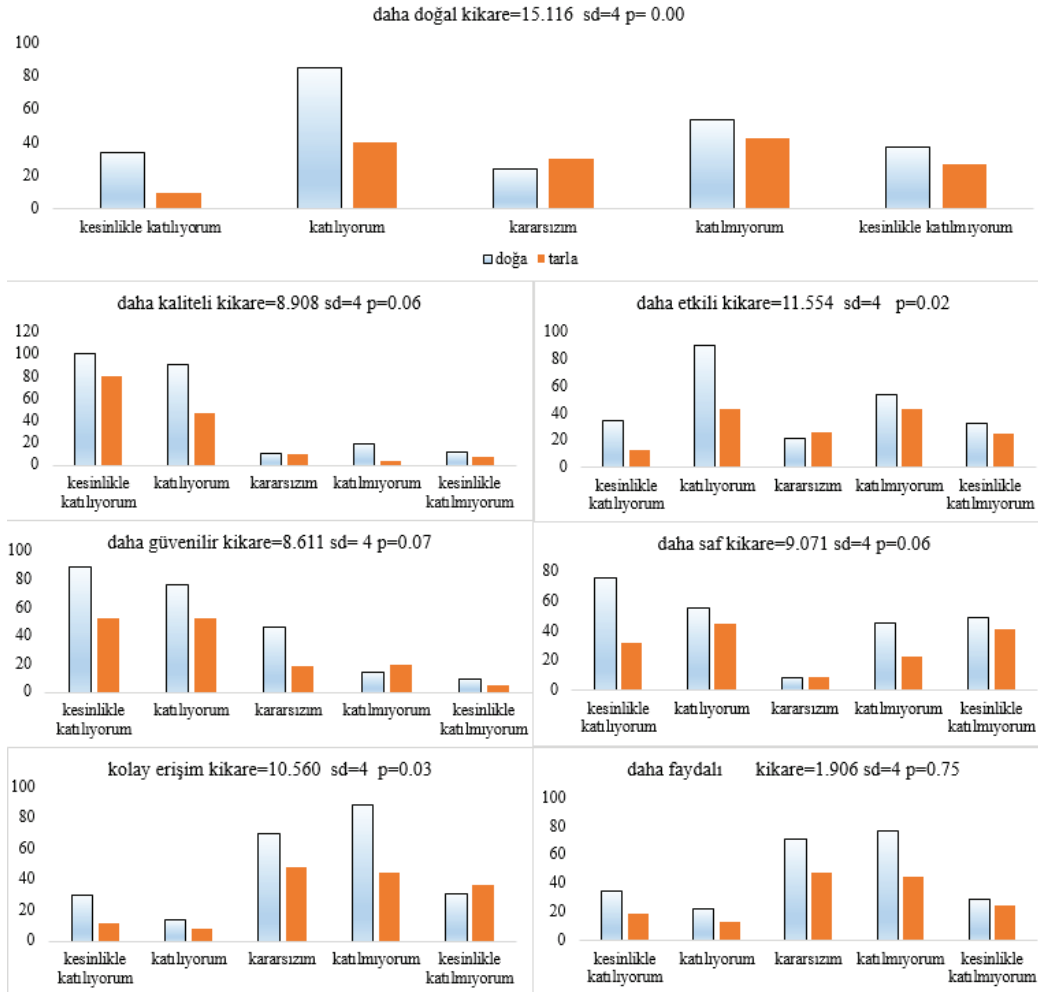
(Şekil 5). Türkiye genelinde yapılan çalışmalarda da benzer bulgular elde edilmiştir (Sayılı vd., 2006; Kılıçhan ve Çalhan, 2015; Kadioğlu vd., 2021).



Şekil 5. TAB'lerin kullanıldıkları hastalıklar ve olumsuz etki görülme durumu

Tüketicilerin tutum ölçeği değerlendirilmesinde 5'li likert ölçeği (5: Kesinlikle katılıyorum, 4: Katılıyorum, 3: Kararsızım, 2: Katılmıyorum, 1: Kesinlikle

katılmıyorum) ile hazırlanan yedi maddelik ölçek kullanılmıştır. Ölçeğin Cronbach Alfa katsayısı (0.71) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 6. Tercih gruplarına göre likert yargılarına katılımın dağılımı

Katsayının $0.60 \leq \alpha < 0.80$ ise ölçek oldukça güvenilir olduğu belirtilmektedir (Kalaycı, 2014) dolayısı ile elde edilen verilerin oldukça güvenilir olduğu söylenebilir. İki grup için de doğa ürünleri daha doğal, daha kaliteli, daha etkili, daha güvenilir, daha saf olarak ifade edilmekle birlikte her iki grup tarafından TAB'lere daha kolay erişildiği ve daha faydalı olduğu belirtilmiştir (Şekil 6). İki grup için normal dağılıma uygunluk Kolmogorov Smirnov testi ile belirlenmiştir. 0.001 ve $0.000 < 0.05$ olduğundan normallik hipotezi sağlamamış bu yüzden tutum puanları arası farklılıkları ortaya koymak için Mann-Whitney U Testi yapılmıştır. Sig değeri 0.05 'den küçük olduğu için ($p < 0.05$) gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Mean Rank değeri büyük olan grup diğerinden üstündür. TAB'ler tarlada yetiştirilerek tüketiciye ulaştırılmalı görüşünde olan grup daha üstün durumdadır (Tablo 5). Mann Whitney U Testi'nin sonucunda anlamlı bir fark

bulunmuştur ve etki büyüklüğü ise $r = z / \sqrt{n} = -3,134 / \sqrt{384} = -0.16$ olarak hesaplanmıştır. Değerin 0'a olan uzaklığı önemli olduğundan 0.15 'in küçük etki büyüklüğüne yakın olduğu söylenebilir (0.1 (küçük etki), 0.3 (orta etki), 0.5 ve üstü (büyük etki)). Her ne kadar doğadan toplanan bitkisel ürünler daha doğal, kaliteli, etkili, güvenli ve saf (katkısız) bulunsa da TAB'lerin üretilmeleri ve doğada var olan bitkilerin kültüre alınmaları gerektiği ve doğada var olmayan bitkilerinde üretiminin yapılmasının istendiği görülmektedir. Çalışma sonucunda araştırma hipotezlerinden H1, H2, H3, H4, H5, H6, H9a, H9c ve H9d kabul edilmiştir, dolayısı ile Doğallık, Kalite, Etki, Güven, Saflık ve Erişim Kolaylığı ile TAB tüketim tercih grupları arasında fark olduğu ve tüketicilerin cinsiyetinin, öğrenim ve meslek durumlarının TAB tüketimleri üzerinde etkili olduğu bulunmuştur.

Tablo 5. Normal dağılıma uygunluk Kolmogorov Smirnov ve Non-Parametrik Mann Whitney-U Testi Sonuçları

		Kolmogorov-Smirnov			Ranks		Test Statistics		
	Grup	Statistic	df	Sig.	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Likert Puan	Doğa	.087	234	.000	178.33	41729.00	14234.000	-3.134	.002
	Tarla	.096	150	.002	214.61	32191.00			

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Van ilinde tıbbi ve aromatik bitki tüketicilerinin tüketim alışkanlıklarını tespit etmek amacıyla yapılan bu araştırmaya katılan kişilerin %57.6'sı erkek, %35.4 oranı ile 36-55 yaş aralığında olan, %21.3'ü ev hanımı ve %20.3'ü ise kamu çalışanı olarak bildirilen, %28.9 lise %23.7 oranı ile ilköğretim mezunundan oluşan ve %64'ünün kırsalla bağlantısı olmadığı bildirilen ve gelir durumu %37.5 oranı ile çok iyi olarak sınıflandırılan kişilerden oluşmaktadır. TAB'leri faydalı bulduklarını ifade eden tüketiciler bunu geleneksel olarak büyüklerinden (anne-baba veya diğer büyükler) öğrendiklerini, genel olarak gıda/baharat ve sağlık amaçlı tüketimlerinin olduğunu ve yoğun olarak taze ve yeşil olarak tüketilebilen ve toplanabilen bitkileri topladıkları veya toplayıcılardan ya da pazar ve marketlerden temin ederek tükettiklerini ifade etmişlerdir. Tüketicilerin tıbbi ve aromatik bitkileri gerekli olduğunda taze veya çay olarak tükettikleri, bitkilerin yaprak ve çiçeklerini kullandıklarını ve tüketicisi en fazla olan TAB'lerin kenger, dağsarımsağı, tarçın, ısırgan otu ve karanfil olduğu ve ayda ortalama olarak 500g üzerinde tüketimi olan TAB'lerin ise nane, kekik, çakşır, narçiçeği ve yılanpancarı olduğu kaydedilmiştir. TAB tüketici grupları arasında tarla grubu lehine ve tüketici tutum ölçeğine ilişkin yargılarda doğallık, kalite, etki, güven, saflık, erişim kolaylığı ile gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda tüketimi yapılan ve hali hazırda Van ili doğasında mevcut olan ve kolayca erişilen daha kaliteli, sağlıklı, etkili, güvenli bulunan doğal TAB'lerin toplayıcılığı ve kullanıma hazırlanması konusunda toplayıcıların eğitilerek daha duyarlı ve bilgili olmalarının sağlanmasının gerektiği kanaatine varılmıştır. Buna ilaveten TAB'lerin kültüre alma çalışmaları ile üretim imkanlarının artırılması veya var olan çok az da olsa üretimi sürdürülen

çeşitlerin üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanması ya da farklı türlerin üretiminin de teşvik edilmesi gerektiği öngörülmektedir. TAB destek ve üretim olanaklarının düzenlenmesine ilişkin eylem planları yapılmalı özellikle de üretim tekniği hataları ve pazarlama problemleri çözülerek sorunsuz üretim olanakları ve farklı TAB'lerin sağlanması ve üretimi konularında araştırmalar yapılmalıdır. Önemli bir kısmı doğadan toplanarak tüketilen TAB'lerin özel olarak sınıflandırılarak istatistiki verilerinin oluşturulması hususunda yapılan bu ve benzeri çalışmaların katkı sağlayacağı ve diğer araştırmaları yönlendireceği düşünülmektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

KAYNAKLAR

- Acıbuca, V. & Bostan Budak, D. (2018). Dünya'da ve Türkiye'de Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Yeri ve Önemi Çukurova Tarım Gıda Bil. Der. Çukurova J. Agric. Food Sci. 33(1): 37-44.
- Akbulut, S. & Özkan, Z.C. (2016). Herbalist-customer profile in medicinal and aromatic herbs trade: A case study of Kahramanmaraş, Turkey. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty 16(1):246-252.
- Boztaş, G., Avcı, A. B., Arabacı, O. & Bayram, E. (2021). Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Dünyadaki ve Türkiye'deki Ekonomik Durumu. Teorik ve Uygulamalı Ormanlık Dergisi, 1, 27-33.

- BÜGEM, 2025. Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Organik Tarım İstatistikleri. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler>
- CITES, (2023). Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. <https://cites.org/eng/prog/medplants>
- ÇED, 2024. Van İli 2023 Yılı Çevre Durum Raporu, .C. Van Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, ÇED ve Çevre İzinlerinden Sorumlu Şube Müdürlüğü, VAN.
- Çoruh, N., Sağdıçoğlu, Celep, A.G., Özgökçe, F. & İşcan, M. (2007). Antioxidant Capacities of GundeliaTournefortii L. Extracts and Inhibition on Glutathione-S-Transferase Activity. Food Chemistry, 100: 1249–1253.
- Davaslıgil, V. (2011). Kırsal Kalkınmada Kadın İşgücünün Rolü ve Kadın İşgücünü Etkileyen Faktörler. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.
- Güney, O.I. (2019). Consumption Attributes and Preferences on Medicinal and Aromatic Plants: A Consumer Segmentation Analysis. Cienc. Rural 2019, 49, 20180840.
- Kadıoğlu, B., Kadıoğlu, S. & Taşgın, G. (2021). Erzurum İlinde Tıbbi ve Aromatik Bitki Tüketicilerinin Alışkanlıklarının Belirlenmesi. Bahçe, 50(1), 7-15.
- Kalaycı, Ş. (2014). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. 6. Baskı Asil Yayın Dağıtım LTD. ŞTİ. 426s. Ankara.
- Karasar, N., (2005). Bilimsel araştırma yöntemi. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 61s.
- Kavak, B. (2013). Pazarlama ve Pazar Araştırmaları Tasarım ve Analiz. Detay Yayıncılık, 336s, Ankara.
- Kılıçhan, R. & Çalhan, H. (2015). Mutfakların sihirli baharat: Kayseri ilinde baharat tüketim alışkanlıklarının belirlenmesine yönelik bir çalışma. Journal of Tourism and Gastronomy Studies 3(2):40-47.
- Oğan, Y. & Cömert, M. (2022). Artvin Yöre Gastronomisinde Tıbbi ve Aromatik Bitkiler. Aydın Gastronomy, 6 (1), 29-38.
- Özdamar, K. (2001). Örneklem Yöntemleri. SPSS ile Biyoistatistik. 4ncü Baskı, 261-65.
- Polat, B. (2012). Kayseri ve Çevresinde Yetişen Bazı Yabani Meyvelerin Biyoaktif Özelliklerinin Araştırılması, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, (Basılmış)
- Sayılı, M., Şekeroğlu, N., Akça H. & Yaramancı, H. (2006). Ordu ili kentsel alanda tüketicilerin baharat tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi (2):1-7.
- Sharifi, A.S., Bazaee, G. & Abbas Heydari, S. (2019). Targeted Marketing in Herbal Medicine; Application for Grounded Theory and K-Mean Algorithm. Int. J. Agric. Manag. Dev. 9, 331–346.
- Spence, J. T., Cotton, J. W., Underwood, B. J. & Duncan, C. P. (1990). Elementary statistics (5th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- TAGEM, 2021. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sektör Politika Belgesi (2020-2024). Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Taşdemir, T. (2019) Tüketicilerin tıbbi ve aromatik bitki kullanımını etkileyen faktörlerin analizi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 76 s.
- Tekvar, S.O. (2016).Tüketici Davranışlarının Demografik Özelliklere Göre Tanımlanması. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, Cilt: 5, Sayı: 6: 1601-1616.
- Tunçtürk, M. & Tunçtürk, R. (2020). Van Otlı Peyniri ve Yapımında Kullanılan Bitkiler ile İlgili Genel Bir Değerlendirme. Ziraat Fakültesi Dergisi, Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı:238-244.
- TÜİK, 2025. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim istatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>
- Yazıcıoğlu, Y. & Erdoğan, S. (2004). SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri, Detay Yayıncılık, Ankara, 975-8326-98-8.

Diyarbakır Koşullarında Bazı Şeker Mısır Genotiplerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi

Determination of Yield and Yield Components of Some Sweet Corn Genotypes in Diyarbakır Conditions

Sorumlu Yazar

Şerif KAHRAMAN¹

serif.kahraman@ozal.edu.tr

 0000-0003-1160-0792

Yazar

Şehmus ATAKUL²

sehmus.atakul@tarimorman.gov.tr

 0000-0003-0364-4234

Yazar

Sevda KILINÇ³

sevda.kilinc@tarimorman.gov.tr

 0000-0003-2450-3190

Özet

Bu araştırma, Diyarbakır koşullarına uygun yüksek verimli şeker mısır genotiplerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak 10 melez çeşit adayı ve 2 ticari çeşit kullanılmıştır. Araştırma 2015 ve 2016 yıllarında, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemeden elde edilen iki yıllık ortalamaların sonuçlarına göre; tepe püskülü çıkarma süresi 55.8 gün (ŞADA 34)-68.2 gün (ŞADA 14), bitki boyu 164.3 cm (ŞADA 34)-210.3 cm (Batem Tatlı), ilk koçan yüksekliği 40.7 cm (ŞADA 31)-69.9 cm (ŞADA 14), koçan çapı 36.9 mm (ŞADA 31)-43.6 mm (Merit), koçan uzunluğu 15.7 cm (ŞADA 31)-21.5 cm (ŞADA 12), tane/koçan oranı %79.7 (ŞADA 14)-%85.5 (Merit, ŞADA 32), kuru tane verimi 290.2 kg da⁻¹ (ŞADA 31)-553.6 kg da⁻¹ (ŞADA 32) ve taze koçan verimi 651.4 kg da⁻¹ (ŞADA 34) -1183.8 kg da⁻¹ (ŞADA 33) arasında değişimler göstermiştir. Taze koçan verimi yönünden sırasıyla ŞADA 33, ŞADA 32, Batem Tatlı, ŞADA 16 ve ŞADA 12 genotipleri ile kuru tane verimi yönünden ŞADA 32, Batem Tatlı, ŞADA 12, Merit, ŞADA 33, ŞADA 10 ve ŞADA 16 genotipleri daha yüksek verim vermiştir.

Anahtar kelimeler: Korelasyon, tatlı mısır, taze koçan verimi, tohum verimi

Abstract

This research was carried out to determine high yielding sweet corn genotypes suitable for conditions in Diyarbakır. In

1 Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi
2 GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi
Müdürlüğü
3 Munzur Üniversitesi
Gönderilme Tarihi : 30 Nisan 2025
Kabul Tarihi : 16 Haziran 2025

the research, 10 variety candidate hybrids and 2 commercial varieties standard were used. The research were conducted, the experimental design was a randomized complete block with three replications in 2015 and 2016 years. According to the two-year mean results obtained from the experiment; the tasseling periods 55.8 day (ŞADA 34)-68.2 (ŞADA 14) day, plant height 164.3 cm (ŞADA 34)-210.3 cm (Batem Tatlı), first cob height 40.7cm (ŞADA 31)-69.9 cm (ŞADA 14), ear thickness 36.9 mm (ŞADA 31) -43.6 mm (Merit), ear length 15.7 cm (ŞADA 31)-21.5 cm (ŞADA 12), kernel/cob 79.7% (ŞADA 14)-85.5% (Merit, ŞADA 32), dry grain yield between 290.2 kg da⁻¹ (ŞADA 31)-553.6 kg da⁻¹ (ŞADA 32) and fresh ear yield between 651.4 kg da⁻¹ (ŞADA 34) -1183.8 kg da⁻¹ (ŞADA 33) showed changes. As a result; ŞADA 33, ŞADA 32, Batem Tatlı, ŞADA 16, ŞADA 12 genotypes gave higher values in terms of fresh ear yield and ŞADA 32, Batem Tatlı, ŞADA 12, Merit, ŞADA 33, ŞADA 10 and ŞADA 16 genotypes gave higher values in terms of dry grain yield respectively.

Key words: Correlation, sweet corn, fresh ear yield, seed yield

1. Giriş

Mısır, anavatanı Amerika kıtası olup, geniş adaptasyon kabiliyetiyle dünyanın farklı bölgelerinde yetiştirilen bir sıcak iklim bitkisi. Başta at dişi, sert mısır, şeker mısır ve cin mısır olmak üzere farklı tipleri olan bir türdür. Dünya'da sebze olarak tüketilen şeker mısır, içerdiği şeker oranı ile diğer mısır çeşitlerinden ayrılmaktadır (Dickerson, 1996). Şeker mısır, yüksek şeker içeriğine sahip bir mısır çeşididir. Türkiye'de tatlı mısır üretimi ve tüketimi giderek artmaktadır.

Türkiye'de şeker mısır koçanları ateşte közlenerek veya suda haşlanarak tüketildiği gibi; bardakta mısır, dondurulmuş gıda veya konserve şeklinde de tüketilmektedir (Erdal ve Pamukçu, 2005). Tatlı mısır hasadından sonra yeşil olan sap ve yaprakları hayvan yemi olarakta kullanılabilirliği gibi, toprağa karıştırılarak da yeşil gübre olarak toprağa kazandırılabilir.

Şeker mısır mineraller, vitaminler, fitonutrientler ve diyet lifi açısından zengindir. Tatlı mısırın katı kısmı hidrokarbonlar (%81), proteinler (%13), lipitler (%3.5) ve diğer yararlı elementler (%2.5) içerir. Bu besin elementleri insan beslenmesi için çok önemlidir. Ancak, zayıf çimlenme,

yavaş büyüme ve toprakta zayıf fide oluşumu gibi sorunlar nedeniyle yetiştirilmesi sınırlıdır (Özata, 2019; Rahmani vd., 2023). Şeker mısır, özellikle hibrit ve verimli çeşitlerin piyasaya girmesi, tüketiminin artması ve hasat işlemlerinin makine ile olmasından dolayı Marmara, Çukurova, Ege ve İç Anadolu bölgelerinde ekim alanları artmıştır (Eser ve Soylu, 2020).

Islah çalışmaları sonucu, verim potansiyeli yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesi diğer ürünlerle rekabet açısından önem arz etmektedir. Geliştirilen yeni melez hatlar yada ticarileşmiş çeşitler farklı ekolojilerde farklı sonuçlar vermektedir. Bu yüzden, farklı ekolojilerde adaptasyon çalışmaları özellikle yeni çeşit veya melez hatlar için büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma, mısır ıslah çalışmaları kapsamında şeker mısır genotiplerinin Diyarbakır ekolojik koşullarındaki performanslarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Metot

Araştırmada materyal olarak 10 adet melez şeker mısır çeşit adayı (ŞADA 10, ŞADA 12, ŞADA 14, ŞADA 16, ŞADA 31, ŞADA 32, ŞADA 33, ŞADA 34, ŞADA 35 ve ŞADA 36) ve 2 standart ticari şeker mısır çeşidi (Batem Tatlı ve Merit) kullanıldı. Deneme 2015 ve 2016 yıllarında, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi deneme arazisinde kuruldu. Denemede, sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20 cm olarak tasarlandı. Ekimde parsel boyutları 5.0 m x 2.8 m (14 m²) olarak kuruldu ve hasat alanı ise orta iki sıradan yapılarak değerlendirilmeler yapıldı. Ekimler denemenin birinci yılında 24 Nisan 2015 ve ikinci yıl ise 3 Mayıs 2016 tarihlerinde elle yapılmıştır.

Ekimden önce dekara 10 kg saf N ve 10 kg saf P₂O₅ verilmiştir. İlk sulamalar yağmurlama olarak, diğer sulamalar ise boğaz doldurma işlemi sırasında üst gübre verildikten sonra karık olarak toplamda 8 adet sulama yapılmıştır. Çıkıştan sonra ihtiyaç duyulan dönemlerde bakım işleri yapılmıştır. Denemelerde herhangi bir ilaçlama yapılmamıştır. Üst gübre olarak dekara 15 kg da saf azot uygulanmıştır. Deneme alanından alınan 0-20 cm derinliğindeki toprak numunelerinin; bünyesi killi, organik maddesi %0.90, fosfor miktarı 0.76 kg da⁻¹, toprak pH'sı 7.81, tuz oranı (toplam) %0.065 ve kireç oranı %11.44 bulunmuştur.

Araştırmanın yapıldığı Diyarbakır şehri; yazları sıcak ve kurak olup, düşük neme sahiptir. Yağışların tamamına yakını yaz mevsimi dışındaki mevsimlerde yağmaktadır. 2016 yılı Nisan, Mayıs, Haziran ve Ağustos ayları ortalama ve maksimum sıcaklık değerlerinin 2015 yılına göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 1). Mısır bitkilerinde çiçeklenme dönemindeki yüksek sıcaklıklar verimde olumsuz sonuçlara sebep olmaktadır. Denemede ki genotiplerin çiçeklenme zamanları Haziran ayı sonu ve Temmuz ayı başlarına denk geldi. Denememenin yürütüldüğü Diyarbakır ilinde yüksek sıcaklıklar genellikle 15 Temmuz-20 Ağustos tarihleri arasında görülmektedir.

Taze koçan hasadı 2 sıradaki (7 m²) genotiplerin olgunlaşma durumları dikkate alınarak 2015 ve 2016

yıllarında, Temmuz ayının son haftası ile Ağustos ayının ilk haftasında yapılmıştır. Kurumuş mısır koçanlarının hasatları ise geriye kalan diğer 2 sıradan (7 m²) 18 Eylül 2015 ve 11 Ekim 2016 tarihlerinde elle yapılmıştır.

Çalışmada tepe püskülü çıkarma süresi (gün), bitki boyu (cm), ilk koçan yüksekliği (cm), koçan çapı (mm), koçan uzunluğu (cm), taze koçan verimi (kg da⁻¹), tane/koçan oranı (%) ve kuru tane verimi (kg da⁻¹) özellikleri incelenmiştir (Anonim, 2015).

Araştırma sonucunda elde edilen veriler JMP 13.2.0 paket programında varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli farklılıklar LSD testine göre gruplandırılmıştır (JMP, 2014).

Tablo 1. Denemenin yürütüldüğü Diyarbakır iline ait meteorolojik veriler (Anonim, 2016)

Meteorolojik Parametreler	Yıllar	Aylar					
		Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Ortalama Sıcaklık (°C)	2015	12.4	18.8	26.1	31.7	30.9	27.4
	2016	15.7	19.9	26.8	31.6	31.9	24.2
	Uzun yıllar	13.8	19.3	26.3	31.2	30.3	24.8
Ortalama Mak. Sıcaklık (°C)	2015	19.2	27.1	34.4	40.0	39.3	36.2
	2016	28.8	27.5	34.7	39.2	40.5	31.9
	Uzun yıllar	20.2	26.5	33.7	38.4	38.1	33.2
Aylık yağış (mm)	2015	48.6	48.2	7.4	0.0	0.0	0.0
	2016	29.0	41.4	18.4	0.0	0.0	5.2
	Uzun yıllar	68.7	41.3	7.9	0.5	0.4	4.1
Ortalama nispi nem (%)	2015	69.6	57.6	34.5	21.8	25.5	25.7
	2016	56.2	51.9	32.0	23.0	22.7	29.9
	Uzun yıllar	63.0	56.0	31.0	27.0	28.0	32.0

3. Bulgular ve Tartışma

Yürütülen çalışmada, genotiplerin iki yıllık ortalama verileri incelendiğinde, özelliklerin tamamında genotipler arasında $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Yıllar bakımından; koçan uzunluğunda $p \leq 0.05$, tepe püskülü çıkarma süresi, bitki boyu, ilk koçan

yüksekliği, taze koçan verimi ve tane/koçan oranında ise $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Ayrıca interaksiyon (yıl*genotip) bakımından; taze koçan veriminde $p \leq 0.05$, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, kuru tane verimi ve tane/koçan oranında ise $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur (Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5).

Tepe püskülü çıkarma süresi (gün): Denemede en yüksek değeri ŞADA 14 (68.2 gün), en düşük değeri ise ŞADA 34 (55.8 gün) genotipi almıştır. İnteraksiyon açısından değerler 49.7 gün (2016) ile 73.3 gün (2015) arasında değişim göstermiştir. 2015 yılında tepe püskülü çıkarma süresi 66.5 gün olurken, 2016 yılında ise 54.7 gün olarak bulunmuştur (Tablo 2). 2015 yılındaki ekimlerin daha erken yapılması ve çiçeklenme öncesi hava sıcaklıklarının 2016 yılından daha düşük olması değerlerin daha yüksek çıkmasına sebep olmuştur. Daha önce yapılan benzer çalışmalarda Atakul vd. (2021) tepe püskülü çıkarma süresinin 48.3-62.7 gün, Özata (2019) 47.0-67.5 gün, Eser ve Soylu (2020) 56.0-58.7 gün, Tezel vd. (2021) 69.0-72.7 gün olduğunu saptamışlardır. Bulgularımız; Tezel vd. (2021)'nin bulgularından daha düşük, Özata (2019) ile Atakul vd. (2021)'nin bulgularından daha yüksek, Eser ve Soylu (2020)'nun bulgularıyla benzer olmuştur. Farklılıklar, daha çok bitki çıkışı ile tepe püskülü çıkarma dönemi arasındaki sıcaklık farkı ile ilgili olup, sıcaklık arttıkça püskül çıkarma süresi kısalmaktadır. Ayrıca, kullanılan genotiplerin özelliklerine göre de farklılık olabilmektedir.

Bitki Boyu (cm): Denemede, en yüksek değeri Batem Tatlı (210.3 cm), en düşük değeri ise ŞADA 34 (163.4 cm) genotipi almıştır. İnteraksiyon açısından en yüksek değer 238.3 cm ile ŞADA 14 genotipinde 2016 yılında bulunurken, en düşük değer ise 140.2 cm ile ŞADA 35 genotipinde 2015 yılında bulunmuştur. 2015 yılında bitki boyu 170.5 cm olurken, 2016 yılında ise 204.1 cm olarak bulunmuştur (Tablo 2). Öktem ve Öktem (2006), bitki boyunun 168.2-206.8 cm, Albayrak (2013), bitki boyunun 164.6-196.1 cm, İdikut vd. (2016), bitki boyunun 142.27 cm (Merit)-159.28 cm (kompozit), Eser ve Soylu (2020), bitki boyunun 195-243 cm, Atakul vd. (2021), bitki boyunun 144.5 - 252.2 cm, Tezel vd. (2021), bitki boyunun 128-236 cm arasında değiştiğini saptamışlardır. Bulgularımız İdikut vd. (2016)'nin bulgularından daha yüksek, Eser ve Soylu (2020)'nun bulgularından daha düşük, Öktem ve Öktem (2006), Albayrak (2013) ile Atakul vd. (2021)'nin bulgularıyla benzer olmuştur. Farklılıklar, çevresel faktörlerden, genetik farklılıktan ve uygulamalardan kaynaklanabilir.

Tablo 2. Araştırılan tepe püskülü çıkarma süresi ve bitki boyu özelliklerine ilişkin veriler ve önemlilik durumu

Genotipler	Tepe püskülü çıkarma süresi (gün)				Bitki boyu (cm)					
	2015	2016	Ortalama		2015		2016		Ortalama	
Batem Tatlı	71.3	56.7	64.0	B	185.5	df	235.2	a	210.3	A
Merit	67.3	55.3	61.3	CD	159.3	hı	209.5	c	184.4	DE
ŞADA 10	66.3	54.3	60.3	DE	184.8	df	212.7	bc	198.8	BC
ŞADA 12	70.0	55.7	62.8	BC	190.3	de	228.0	ab	209.2	AB
ŞADA 14	73.3	63.0	68.2	A	180.8	eg	238.3	a	209.6	AB
ŞADA 16	67.0	54.7	60.8	D	161.0	hı	197.7	cd	179.3	DE
ŞADA 31	63.0	49.7	56.3	F	183.0	df	165.5	gı	174.3	EF
ŞADA 32	63.7	54.0	58.8	E	180.7	eg	197.5	cd	189.1	CD
ŞADA 33	66.7	55.7	61.2	CD	161.3	hı	208.0	c	184.7	DE
ŞADA 34	61.3	50.3	55.8	F	154.8	ij	172.0	fh	163.4	F
ŞADA 35	62.7	50.3	56.5	F	140.2	j	187.8	df	164.0	F
ŞADA 36	65.7	57.0	61.3	CD	163.7	hı	197.5	cd	180.6	DE

Ortalama	66.5 A	54.7 B			170.5	B	204.1	A		
DK (%)		2.8					5.2			
AÖF (Yıl)		1.1	**				8.6	**		
AÖF (Genotip)		1.9	**				11.4	**		
AÖF (İnteraksiyon)		ö.d.					16.1	**		

** : % 1 seviyesinde önemlidir, DK: Değişim katsayısı, AÖF: Asgari önemli fark, ö.d:önemli değil

İlk Koçan Yüksekliği (cm): Denemede, en yüksek değeri ŞADA 14 (69.9 cm), en düşük değeri ise ŞADA 31 (40.7 cm) genotipi aldı. İnteraksiyon açısından en yüksek değer 93.2 cm ile ŞADA 14 genotipinde 2016 yılında bulunurken, en düşük değer ise 32.0 cm ile ŞADA 35 genotipinde 2015 yılında bulunmuştur. 2015 yılında ilk koçan yüksekliği 40.2 cm olurken, 2016 yılında ise 68.8 cm olarak bulunmuştur (Tablo 3). Öktem ve Öktem (2006), ilk koçan yüksekliğinin 56.38-70.10 cm, Albayrak (2013), ilk koçan yüksekliğinin 34.13-57.65 cm, Atakul vd. (2021), ilk koçan yüksekliğinin 31.5 cm-89.8 cm, Tezel vd. (2021), ilk koçan yüksekliğinin 35.2-79.8 cm arasında değiştiğini saptamışlardır. Bulgularımız Albayrak (2013)'ın bulgularından daha yüksek, Öktem ve Öktem (2006), Atakul vd. (2021) ile Tezel vd. (2021)'nin bulgularıyla benzer olmuştur.

Koçan Çapı (mm): Denemede, en yüksek değeri Merit (43.6 mm), en düşük değeri ise ŞADA 31 (36.9 mm)

genotipi almıştır. İnteraksiyon açısından değerler 36.5 mm ile 44.7 mm arasında bulunmuştur. Yıllar açısından değerler (39.5-39.6 mm) birbirine çok yakın bulunmuştur (Tablo 3). Öktem ve Öktem (2006), koçan çapının 37.87-47.45 mm, Albayrak (2013), koçan çapının 36.83-41.14 mm, Sönmez vd. (2013), koçan çapının 48.0-54.1 mm, Özata (2019) koçan çapının 45.8-48.9 mm, İdikut vd. (2016), koçan çapının 38.65-45.56 mm, Eser ve Soylu (2020), koçan çapının 48.5-51.5 mm, Atakul vd. (2021), koçan çapının 33.07-45.27 mm, Tezel vd. (2021), koçan çapının 43.9-48.5 mm arasında değiştiğini saptamışlardır. Bulgularımız, Öktem ve Öktem (2006), Sönmez vd. (2013), İdikut vd. (2016), Özata (2019), Tezel vd. (2021) ile Eser ve Soylu (2020)'nun bulgularından daha düşük, Albayrak (2013) ile Atakul vd. (2021)'nin bulgularıyla benzer olmuştur. Farklılıklar, çevresel faktörlerden, genetik farklılıktan ve uygulamalardan kaynaklanabilir.

Tablo 3. Araştırılan ilk koçan yüksekliği ve koçan çapı özelliklerine ilişkin veriler ve önemlilik durumu

Genotipler	İlk koçan yüksekliği (cm)						Koçan çapı (mm)			
	2015		2016		Ortalama		2015	2016	Ortalama	
Batem Tatlı	47.5	fi	78.0	bc	62.7	AB	40.9	41.1	41.0	AB
Merit	30.5	k	76.3	bc	53.4	CD	42.4	44.7	43.6	A
ŞADA 10	50.3	fg	75.7	bc	63.0	AB	40.6	39.0	39.8	BC
ŞADA 12	46.3	fi	84.5	ab	65.4	A	37.0	38.2	37.6	CD
ŞADA 14	46.7	fi	93.2	a	69.9	A	37.7	40.5	39.1	BD
ŞADA 16	40.8	gk	70.5	cd	55.7	BD	40.4	41.3	40.8	B

ŞADA 31	43.7	fj	37.7	hk	40.7	E	37.4	36.5	36.9	D
ŞADA 32	37.5	hk	69.3	cd	53.4	CD	40.8	41.4	41.1	AB
ŞADA 33	36.7	ık	75.3	bc	56.0	BC	39.2	40.5	39.9	BC
ŞADA 34	38.3	hk	48.5	fh	43.4	E	37.5	36.5	37.0	D
ŞADA 35	32.0	k	53.2	ef	42.6	E	37.5	37.1	37.3	CD
ŞADA 36	32.5	jk	63.3	de	47.9	DE	43.3	38.1	40.7	B
Ortalama	40.2	B	68.8	A	39.5		39.5	39.6		
DK (%)			12.6					5.83		
AÖF (Yıl)			2.6	**				ö.d.		
AÖF (Genotip)			8.0	**				2.68	**	
AÖF (İnteraksiyon)			11.3	**				ö.d.		

Koçan Uzunluğu (cm): Denemede, en yüksek değeri ŞADA 12 (21.5 cm), en düşük değeri ise ŞADA 31 (15.7 cm) genotipi almıştır. İnteraksiyon açısından değerler 14.6 cm ile 21.8 cm arasında bulunmuştur. 2015 yılında koçan uzunluğu 17.4 cm olurken, 2016 yılında ise 18.8 cm olarak ölçülmüştür (Tablo 4).

Öktem ve Öktem (2006), koçan uzunluğunun 17.25-23.33 cm, Albayrak (2013), koçan uzunluğunun 16.9-22.8 cm, Sönmez vd. (2013), koçan uzunluğunun 21.9-23.8 cm, Özata (2019) koçan uzunluğunun 20.8-22.3 cm, Stansluos vd. (2020), koçan boyunun 16.1-19.8 cm, Eser ve Soylu (2020), koçan uzunluğunun 19.5-20.8 cm, Şahin ve Kara (2021), koçan boyunun 18.2-21.6 cm, Atakul vd. (2021), koçan uzunluğunun 15.5-23.0 cm, Tezel vd. (2021), koçan uzunluğunun 15.2-19.6 cm, Ağaçkesen ve Öktem (2022) koçan uzunluğunun 17.5 ile 20.7 cm arasında değiştiğini saptamışlardır. Bulgularımız, Öktem ve Öktem (2006), Sönmez vd. (2013) ve Özata (2019)'nın bulgularından daha düşük, Albayrak (2013), Stansluos vd. (2020), Eser ve Soylu (2020), Şahin ve Kara (2021) ile Ağaçkesen ve Öktem (2022)'in bulgularıyla benzer olmuştur. Farklılıklar, çevresel faktörlerden, genetik farklılıktan ve uygulamalardan kaynaklanabilir.

Taze Koçan Verimi (kg da⁻¹): Denemede, en yüksek değeri ŞADA 33 (1143.8 kg da⁻¹), en düşük değeri ise ŞADA 34 (651.4 kg da⁻¹) genotipi almıştır. İnteraksiyon açısından en yüksek değer 1450.5 kg da⁻¹ ile ŞADA 33 genotipinde 2016 yılında bulunurken, en düşük değer ise 420.0 kg da⁻¹ ile ŞADA 34 genotipinde 2015 yılında bulunmuştur. 2015 yılında taze koçan verimi 711.6

kg da⁻¹ olurken, 2016 yılında ise 1111.2 kg da⁻¹ olarak bulunmuştur (Tablo 4). 2015 yılındaki verimin 2016 yılına göre düşük çıkması, döllenme dönemindeki olumsuz çevre koşullarından kaynaklanmış olabilir. Mısırdaki döllenme rüzgar ile sağlanmaktadır. Ayrıca, döllenme zamanı yüksek sıcaklık, bulutlu hava ve düşük nem de döllenmeyi olumsuz olarak etkileyebilmektedir.

Öktem ve Öktem (2006), taze koçan veriminin 838.5-1637 kg da⁻¹, İlker (2011), taze koçan veriminin 961.4-1358.9 kg da⁻¹, Özata (2019) taze koçan veriminin 1319.6-2423.8 kg da⁻¹, Eser ve Soylu (2020), taze koçan veriminin 1384-1862 kg da⁻¹, Öztürk ve Uzun (2022), taze koçan veriminin 497.0-1347.3 kg da⁻¹, Atakul vd. (2021), taze koçan veriminin 1216.7-2516.7 kg da⁻¹, Tezel vd. (2021), taze koçan veriminin 797-1294 kg da⁻¹, Ağaçkesen ve Öktem (2022) taze koçan veriminin 1341-2005 kg da⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlardır. Bulgularımız, Öktem ve Öktem (2006), İlker (2011), Eser ve Soylu (2020), Atakul vd. (2021), Tezel vd. (2021), Ağaçkesen ve Öktem (2022) ile Özata (2019)'nın bulgularından daha düşük, Öztürk ve Uzun (2022) bulgularıyla benzer olmuştur. Taze koçan verimi, kullanılan genotiplere, çevre faktörlerine ve uygulamalara göre değişim gösterebilmektedir.

Tablo 4. Araştırılan koçan uzunluğu ve taze koçan verimi özelliklerine ilişkin veriler ve önemlilik durumu

Genotipler	Koçan uzunluğu (cm)				Taze koçan verimi (kg da ⁻¹)					
	2015	2016	Ortalama		2015		2016		Ortalama	
Batem Tatlı	19.0	20.6	19.8	AB	1002.6	ce	1201.5	bc	1102.1	AB
Merit	19.1	20.7	19.9	AB	633.6	gj	1287.5	ab	960.6	BD
ŞADA 10	18.4	18.4	18.4	BD	655.2	fj	1245.0	ac	950.1	BD
ŞADA 12	21.3	21.8	21.5	A	915.7	de	1039.4	bd	977.5	AC
ŞADA 14	17.7	17.0	17.3	CE	811.2	dh	798.4	dı	804.8	CE
ŞADA 16	15.5	19.5	17.5	CE	775.0	eı	1284.1	ab	1029.5	AB
ŞADA 31	15.9	15.5	15.7	E	431.4	j	890.9	df	661.1	E
ŞADA 32	18.0	18.7	18.4	BD	940.5	de	1311.9	a	1126.2	AB
ŞADA 33	15.8	18.1	17.0	DE	837.1	dg	1450.5	a	1143.8	A
ŞADA 34	15.7	17.1	16.4	E	420.0	j	882.9	dg	651.4	E
ŞADA 35	14.6	17.5	16.1	E	553.3	ıj	919.1	de	736.2	E
ŞADA 36	17.7	20.1	18.9	BC	563.8	hj	1023.8	ce	793.8	DE
Ortalama	17.4 A	18.8 B			711.6	B	1111.2	A		
DK (%)		8.64					17.1			
AÖF (Yıl)		1.27	*				201.5	**		
AÖF (Genotip)		1.81	**				181.0	**		
AÖF (İnteraksiyon)		ö.d.					256.0	*		

*: % 5 seviyesinde önemlidir, **: % 1 seviyesinde önemlidir

Tane/koçan oranı (%): Denemede, en yüksek değerleri ŞADA 32, Merit (%85.5) genotipleri alırken, en düşük değeri ise ŞADA 14 (%79.7) genotipi almıştır. İnteraksiyon açısından en yüksek değer %85.5 ile Merit genotipinde bulunurken, en düşük değer ise %76.9 ile ŞADA 14 genotipinde 2016 yılında bulunmuştur. 2015 yılında tane/koçan oranı %82.2 olurken, 2016 yılında ise %84.4 olarak bulunmuştur (Tablo 5).

Özata (2019) tane/koçan oranının %81.9-84.0, Tezel vd. (2021) tane/koçan oranının %80.0-84.9, Atakul vd. (2021), tane/koçan oranının %78.8-87.2 arasında değiştiğini saptamışlardır. Bulgularımız, Özata (2019), Tezel vd. (2021) ile Atakul vd. (2021)'nin, bulgularıyla benzer olmuştur. Yüksek sıcaklık, bitki besin eksikliği gibi nedenlerden dolayı tane koçan oranları düşük çıkabilmektedir.

Kuru Tane Verimi (kg da⁻¹): Denemede, en yüksek değeri ŞADA 32 (553.6 kg da⁻¹), en düşük değeri ise ŞADA 31 (290.2 kg da⁻¹) genotipi almıştır. İnteraksiyon açısından en yüksek değer 581.0 kg da⁻¹ ile ŞADA 32 genotipinde 2015 yılında bulunurken, en düşük değer ise 220.8 kg da⁻¹ ile ŞADA 31 genotipinde aynı yılda bulunmuştur. 2015 yılında kuru tane verimi 420.3 kg da⁻¹ olurken, 2016 yılında ise 485.5 kg da⁻¹ olarak bulunmuştur (Tablo 5).

Özata (2019) kuru tane veriminin 262.0-470.3 kg da⁻¹, Atakul vd. (2021), kuru tane veriminin 271.9-701.7 kg da⁻¹, Tezel vd. (2021), kuru tane veriminin 320-640 kg da⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlardır. Bulgularımız, Özata (2019)'nın bulgularından daha yüksek, Tezel vd. (2021)'nin bulgularından daha düşük, Atakul vd. (2021)'nin bulgularıyla benzer olmuştur. Kuru tane verimi, kullanılan genotiplere, çevre faktörlerine ve uygulamalara göre değişim gösterebilmektedir.

Tablo 5. Araştırılan tane/koçan oranı ve kuru tane verimi özelliklerine ilişkin veriler ve önemlilik durumu

Genotipler	Tane/koçan oranı (%)						Kuru tane verimi (kg/da)					
	2015		2016		Ortalama		2015		2016		Ortalama	
Batem Tatlı	84.1	bf	83.6	cf	83.8	AC	550.9	ac	553.0	ac	552.0	A
Merit	83.4	cf	87.6	a	85.5	A	494.7	ad	567.3	ab	531.0	A
ŞADA 10	79.7	gh	82.9	cf	81.3	DE	398.1	cf	553.4	ac	475.8	AB
ŞADA 12	78.9	hı	84.8	ae	81.9	CD	500.1	ad	565.3	ab	532.7	A
ŞADA 14	82.5	eg	76.9	ı	79.7	E	504.8	ad	243.8	fg	374.3	BD
ŞADA 16	83.6	cf	85.6	ac	84.6	AB	426.3	ae	487.0	ad	456.7	AB
ŞADA 31	78.9	hı	86.7	ab	82.8	BD	220.8	g	359.6	dg	290.2	D
ŞADA 32	85.6	ac	85.4	ad	85.5	A	581.0	a	526.3	ac	553.6	A
ŞADA 33	82.0	fg	83.5	cf	82.8	BD	512.9	ad	539.7	ac	526.3	A
ŞADA 34	83.1	cf	85.4	ad	84.2	AB	268.6	fg	424.4	be	346.5	CD
ŞADA 35	82.6	df	85.0	ae	83.8	AC	290.5	eg	469.2	ad	379.8	BD
ŞADA 36	81.6	fh	85.0	ae	83.3	BC	295.3	eg	536.4	ac	415.8	BC
Ortalama	82.2	B	84.4	A			420.3		485.5			
DK (%)			2.04						20.8			
AÖF (Yıl)			1.27	**					ö.d.			
AÖF (Genotip)			1.98	**					110.02	**		
AÖF (İnteraksiyon)			2.80	**					155.59	**		

Korelasyon Analizi: Özellikler arasındaki korelasyon katsayıları Tablo 6'da verilmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre; Taze koçan verimi ile kuru tane verimi ($r=0.7023^{**}$), bitki boyu ($r=0.6094^{**}$), ilk koçan yüksekliği ($r=0.6242^{**}$), koçan uzunluğu ($r=0.5093^{**}$), tane/koçan oranı ($r=0.4729^{**}$) ve koçan çapı (0.3542^{**}) arasında pozitif ve önemli bir ilişki olduğu tespit edilirken, taze koçan verimi ile tepe püskülü çıkarma süresi ($r= -0.4367^{**}$)

arasında negatif ve önemli bir ilişki olduğu tespit edildi (Tablo 6).

Öktem (2008), taze koçan verimi ile koçan uzunluğu ve koçan çapı arasında pozitif ve önemli bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Bozokalfa ve Eşiyok (2006) ile İlker (2011), taze koçan verimi ile koçan uzunluğu ve bitki boyu arasında pozitif ve önemli bir ilişki olduğunu bildirmiştir.

Tablo 6. Tatlı mısır çeşitlerinin özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları

	Tepe püskülü çıkarma süresi	Bitki boyu	İlk koçan yüksekliği	Koçan çapı	Koçan uzunluğu	Taze koçan verimi	Tane/koçan oranı
Bitki boyu	-0.2843*						
İlk koçan yüksekliği	-0.4133**	0.8910					
Koçan çapı	0.0809**	0.2392	0.1981*				
Koçan uzunluğu	-0.0264	0.5565**	0.4686**	0.2567*			
Taze koçan verimi	-0.4367**	0.6094**	0.6242**	0.3542**	0.5093**		
Tane/koçan oranı	-0.4811**	0.0161	0.0534	0.1364	0.2377*	0.4729**	
Kuru tane verimi	-0.0842	0.3481**	0.2537*	0.1902	0.5641**	0.7023**	0.4990**

*: % 5 seviyesinde önemlidir, **: % 1 seviyesinde önemlidir

4. Sonuç

İslah çalışmalarında farklı bölgelerde adaptasyon denemeleri kurularak yüksek verimli mısır çeşitlerinin belirlenerek tescil edilmesi ve bunun sonucunda da ticarileşerek çiftçilerin kullanımına sunulması, şerker mısır veriminin artmasından kaynaklı olarak, üretimin de artmasına olanak verebilir. Bu çalışmamızda taze koçan verimi yönünden sırasıyla ŞADA 33, ŞADA 32, Batem Tatlı, ŞADA 16 ve ŞADA 12 genotipleri ile kuru tane verimi yönünden ŞADA 32, Batem Tatlı, ŞADA 12, Merit, ŞADA 33, ŞADA 10 ve ŞADA 16 genotipleri aynı istatistik grubunda yer alarak yüksek verime sahip olmuşlardır. Ayrıca, ŞADA 12 ve ŞADA 16 çeşit adayları diğer lokasyonlardaki performansları da dikkate alınarak tescile sunulmuş ve ŞADA 12 çeşit adayı ADAPARE ismiyle Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve Batı Akdeniz Tarımsal Enstitüsü Müdürlüğü ortaklığıyla 2019 yılında, ŞADA 16 çeşit adayı ise SuGen ismiyle 2020 yılında Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından tescil ettirilmiştir.

Kaynaklar

- Ağaçkesen, M.N., & Öktem, A. (2022). Bazı Tatlı Mısır Genotiplerinin (*Zea mays* L. *saccharata*) Harran Ovası Koşullarında Taze Koçan Verimi ve Verime Etkili Koçan Özelliklerinin Belirlenmesi. *MAS JAPS* 7(Özel Sayı): 1132–1142.
- Albayrak, Ö. (2013). “Diyarbakır koşullarına uygun şeker mısır (*Zea mays* L. *saccharata* sturt.) çeşitlerinin belirlenmesi,” Yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, s. 57, Diyarbakır.
- Anonim (2015). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Tescil/Teknik%20Talimatlar/S%C4%B1cak%20%C4%B0klim%20Tah%C4%B1llar%C4%B1/m%C4%B1s%C4%B1r.pdf>
- Anonim, (2016). Diyarbakır Meteoroloji Müdürlüğü Kayıtları.
- Atakul, Ş., Kahraman, Ş., & Kılınç, S. (2021). Ana Ürün Koşullarında Bazı Şeker Mısır Genotiplerinin Verim ve

- Verim Unsurlarının Belirlenmesi. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 4(1):32-39.
- Bozokalfa, M.K., & Eşiyok, D. (2006). Bazı Tatlı Mısır Genotiplerinin Morfolojik Varyabilitesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 43(2):1-12.
- Dickerson, W.G. (1996). Home and Market Garden Sweet Corn Production. http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/_h/h-223.html.
- Erdal, Ş., & Pamukçu, M. (2005). Tatlı Mısır (*Zea mays* L. var. *saccharata* Sturt.). *Derim* 22(2): 41-46.
- Erdal, Ş., Pamukçu, M., Savur, O., & Tezel, M. (2011). Evaluation of Developed Standard Sweet Corn (*Zea mays saccharata* L.) Hybrids for Fresh Yield, Yield Components and Quality Parameters. *Turkish Journal Of Field Crops*, 16(2), 153-156.
- Eser, C., & Soylu, S. (2020). Orta Anadolu Koşullarında Şeker Mısır Çeşitlerinin Taze Koçan Verimi ile Bazı Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 9(2), 147-157.
- İdikut, L., Zülkadir, G., Çölkesen, M., & Yürürdurmaz, C. (2016). Kompozit şeker mısırı popülasyonu ile hibrit şeker mısırı çeşidinin bazı agronomik özellikler bakımından karşılaştırılması. *Neşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, TARGİD Özel Sayı 41- 50.
- İlker, E. (2011). Correlation and Path Coefficient Analyses in Sweet Corn. *Turkish Journal Of Field Crops*, 16(2), 105-107.
- JMP, 2014.®. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Oktem, A., (2008). Determination of selection criterions for sweet corn using path coefficient analyses. *Cereal Research Communications* 36(4): 561-570.
- Öktem, A., & Öktem, A.G. (2006). Bazı Şeker Mısır (*Zea mays saccharata* Sturt) Genotiplerinin Harran Ovası Koşullarında Verim Karakteristiklerinin Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fak. Derg.*, vol. 20, no.1, s. 33-46.
- Özata, E. (2019) Evaluation of Fresh Ear Yield And Quality Performance In Super Sweet Corn. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, (22) 80-94.
- Öztürk, A., & Uzun, B. (2022). Estimating the Breeding Potential of Purple Sweet Corn Lines with Topcross Mating Design. *Horticultural Studies*, 39(2), 63-71. <https://doi.org/10.16882/hortis.1125548>
- Rahmani, A.F. (2023) Khavari Khorasani S, Malekzadeh-Shafaroudi S, Shahriari Ahmadi F. Tillering potential, yield, and yield components in super-sweet maize: gene action, combining ability, and heterosis analysis (*Zea mays* L. var *saccharata*). *Agrotechniq Industrial Crops*, 3(4):200-10.
- Sönmez, K., Özlem, A., Kınacı, E., Kınacı, G., Kutlu, İ., Budak Başçiftçi, Z., & Evrenosoğlu, Y. (2013). Bazı Şeker Mısırı Çeşitlerinin (*Zea mays saccharata* Sturt) Bitki, Koçan ve Verim Özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 8, no.1, s. 28-40.
- Stanslous, A. A. L., Öztürk, A., & Kodaz, S. (2020). Agronomic Performance of Different Sweet Corn Varieties in the Highest Plain of Turkey: Quality Characteristics. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(3), 249-257. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.680520>
- Şahin, M., & Kara, B. (2021). Burdur Koşullarında Bazı Şeker Mısır Çeşitlerinin Performansları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(2), 297-301. <https://doi.org/10.29048/makufebd.868407>
- Tezel, M., Gönülal, E., Alıcı, R.Ç., Özcan, G. (2021). Konya Ekolojik Koşullarında Farklı Şeker Mısır (*Zea mays saccharata* Sturt) Genotiplerinin Verim ve Verim Komponentlerinin Belirlenmesi. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, (372), s. 34-43, DOI: 10.33724/zm.830669.

Determining the Crop Water Stress Index for Scheduling Sesame Irrigation with Subsurface Drip Systems under Mediterranean Conditions

Yüzeyaltı Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Susamın Akdeniz İklim Koşullarında Bitki Su Stres İndeksinin Belirlenmesi

Sorumlu Yazar

Filiz AKIN¹

filiz.kara@tarimorman.gov.tr

 0000-0002-0902-475X

Yazar

Bilal CEMEK²

bcemek@omu.edu.tr

 0000-0002-0503-6497

Abstract

Investigating how plants respond to water stress is extremely important for effective irrigation management under changing climatic conditions and diminishing water resources. This study aimed to determine the crop water stress index (CWSI) values of sesame grown in semiarid climate conditions in Antalya province. In the study, the leaf crown temperature of the plant was determined by infrared thermometer (IRT) measurements. In addition, the relationships between yield, irrigation time, and CWSI were determined using these index values. In this study, four different irrigation rates (I100, I70, I40, and I0) were created with the subsurface drip irrigation method established at 40 cm lateral depths. Thus, full irrigation (I100), irrigation at two different stress levels (I70 and I40), and no irrigation (I0) were included. In the research, a total of 266 mm and 248 mm of irrigation water were given in the first and subsequent years, respectively, under I100 (control) irrigation. Plant water consumption values of control subjects were determined as 288 mm in the first year and 273 mm in the second year. In the mentioned irrigation, the yield per hectare was determined as 1840 kg in the first year and 1800 kg in the second year of the research. By combining the data from the first and second years of the study, the lower limit (LL) values for the case without water stress were calculated with the equation $T_c - T_a = 4.67 - 2.43VPD$ ($r^2=0.86$, $P<0.01$).

1 Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü

2 Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Gönderilme Tarihi :

15 Mayıs 2025

Kabul Tarihi :

16 Haziran 2025

The upper limit (UL) value at which the plant is completely under water stress is 5.9 °C. The threshold CWSI value at which sesame yield begins to decrease was calculated as 0.27 from infrared thermometer measurements taken at irrigation time. Additionally, a negative linear relationship was found between yield and CWSI values.

Keywords: Sesame, Canopy temperature, Crop Water Stress Index, Subsurface drip irrigation.

Özet

Değişen iklim koşulları ve azalan su kaynakları altında etkili sulama yönetimi için bitkilerin su stresine nasıl yanıt verdiklerinin araştırılması son derece önemlidir. Bu çalışmada, Antalya ilinde yarı kurak iklim koşullarında yetiştirilen susamın bitki su stres indeksi (CWSI) değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, bitkinin yaprak taç sıcaklığı kızılötesi termometre (IRT) ölçümleri ile belirlenmiştir. Ayrıca bu indeks değerleri kullanılarak verim, sulama zamanı ve CWSI arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Bu çalışmada, 40 cm lateral derinliğinde kurulan yüzeyaltı damla sulama yöntemi ile dört farklı sulama oranı (I100,

I70, I40 ve I0) oluşturulmuştur. Böylece tam sulama (I100), iki farklı stres seviyesinde sulama (I70 ve I40) ve hiç sulama yapılmaması (I0) uygulamasına yer verilmiştir. Araştırmada, I100 (kontrol) sulaması altında ilk ve sonraki yıllarda sırasıyla toplam 266 mm ve 248 mm sulama suyu verilmiştir. Kontrol deneklerinin bitki su tüketim değerleri birinci yıl 288 mm, ikinci yıl 273 mm olarak belirlenmiştir. Söz konusu sulamada hektar başına verim birinci yıl 1840 kg, ikinci yıl 1800 kg olarak belirlenmiştir. Çalışmanın birinci ve ikinci yılına ait veriler birleştirilerek su stresi olmayan durum için alt sınır (LL) değerleri $T_c - T_a = 4.67 - 2.43VPD$ ($r^2=0.86$, $P<0.01$) denklemi ile hesaplanmıştır. Bitkinin tamamen su stresi altında kaldığı üst sınır (UL) değeri 5.9 °C'dir. Susam veriminin azalmaya başladığı eşik CWSI değeri sulama zamanında alınan kızılötesi termometre ölçümlerinden 0.27 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca verim ile CWSI değerleri arasında negatif doğrusal bir ilişki bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Susam, Kanopi sıcaklığı, Bitki su stresi indeksi, Yüzeyaltı damla sulama.

Symbols and Abbreviations

Symbol	Meaning	Dimension
CWSI	Crop Water Stress Index	[-]
IRT	Infrared Thermometer	-
LL	Lower base line	-
UL	Upper base line	-
ET _c	Plant Water Consumption	[mm]
I	Irrigation Water	[mm]
ΔS	Soil Water Within The Effective Root Zone	[mm]
DP	Deep Percolation	[mm]
RO	Surface Runoff	[mm]
SDI	Subsurface drip irrigation	-
VPD	Vapor pressure deficit	[kPa]
T _a	Air temperature	[°C]
T _c	Plant canopy temperature	[°C]
e _a	Actual Vapor Pressure	[kPa]
e _s	Saturated Vapor Pressure	[kPa]
RH	Relative Humidity	[%]
r	Correlation Coefficient	-
P _c	Canopy percentage	[°C]
ET _a	Actual evapotranspiration	[mm]
MAD	Maximum allowable depletion	[cm ³]

Introduction

Optimization of consumer and beneficial water use in agriculture is an important issue to maximize irrigation efficiency, especially considering the scarcity of water resources (Burt et al., 1997). Due to frequent droughts and increasing competition from other industries around the world, water supply for irrigation is expected to decrease (Alvino and Marino, 2017). Therefore, improved irrigation management is needed to optimize irrigation water use while maximizing crop yields (Cohen et al., 2017, Han et al., 2018). Although soil-based methods are more commonly used to assess crop water status, interest in plant-based methods is increasing (Jones and Vaughan, 2010), because they serve as a direct proxy of true crop water status, while soil water content measurements provide only an indirect link.

Canopy temperature (T_c) has been a useful tool for monitoring water stress (Alvino and Marino, 2017, Han et al., 2018, Bian et al., 2019). However, the sensitivity of T_c to changing weather conditions has led to the development of the crop water stress index (CWSI), which takes into account the effects of air temperature (T_a) and other meteorological variables such as vapor pressure deficit (VPD), wind speed (WS), and available energy. The Crop Water Stress Index (CWSI) has been proven to be effective in irrigation management (DeJonge et al., 2015, Alvino and Marino, 2017). The applicability of CWSI for water stress monitoring depends on the demonstration that it can accurately and reliably replace soil and plant-based water status indicators in agricultural fields and is suitable for stress detection in various crops in different climatic zones (Cohen et al., 2017). To accurately translate CWSI into water stress estimates, appropriate relationships between CWSI and other indicators are required, which can then be used in irrigation decision support (Möller et al., 2006). CWSI has been shown to correlate well with direct in situ plant and soil-based measurements such as soil water content

(Padhi et al., 2012, DeJonge et al., 2015, Taghvaeian et al., 2014), leaf water potential, stomatal conductance, and transpiration (Gonzalez-Dugo et al., 2013, Cohen et al., 2017, Bian et al., 2019). CWSI was developed to provide a universal water stress monitoring method for agricultural crops in different climatic zones (Jackson et al., 1988) and has so far proven robust in many arid and semiarid regions around the world and for different agricultural crops (Meron et al., 2013, DeJonge et al., 2015, Liu et al., 2020). In the field experiment conducted by Wanjura et al. (1992), an infrared thermometer was connected to a drip irrigation system, and the system was managed according to the canopy temperature. The drip irrigation system operated when the canopy temperature fell to the determined threshold value. The threshold temperature degree was between 26 °C and 32 °C with 2 °C intervals. Irrigation periods varied from short to long. According to the study results, the highest yield was obtained from the trial subjects that started irrigation at the threshold values of 28 °C and 30 °C. In a study conducted by Ödemiş and Baştuğ (1999) in Antalya, it was determined that CWSI values could be used to determine the irrigation time and that the value of CWSI=0.45 could be taken as a criterion for this purpose. It was also determined that there was a linear relationship between the average CWSI and yield. It was stated in the study that cotton yield could be estimated using CWSI values with this relationship.

Jones (1999) conducted a study to develop an approach for the use of infrared thermometers in determining stomatal closure as an indicator of crop water stress in humid conditions. In this study, CWSI calculated with the approach of Idso et al. (1981) and the approach developed based on stomatal closure were compared. It was determined that both indices were compatible with each other. Gençoğlu (1996) prepared an irrigation program using CWSI values determined for corn by IRT and porometer observations in Çukurova conditions and found that the CWSI threshold value determined from

pre-irrigation measurements was 0.19 and the threshold value determined from porometer observations was 0.26. They also reported that there would be no yield loss in irrigated corn under these conditions. The crop water stress index was developed based on the difference between canopy temperature and air temperature. Plants should be irrigated when they reach a certain water stress index value. The threshold value varies according to climatic conditions, plant species, and cultivation techniques (Çolak et al., 2012). Moroni et al. (2012) stated that measuring canopy temperature is the fastest and most accurate method for determining water stress. In general, the decrease in soil moisture before irrigation is effective in increasing plant crown temperature values, and CWSI values become higher as soil moisture decreases (Kırnak and Gençoğlu, 2001). Some researchers reported that CWSI values calculated using canopy temperature can be used in irrigation planning (Clawson and Blad, 1982). However, Nielsen and Gardner (1987) emphasized in their study that irrigation timing can be determined, but the amount of irrigation water cannot be determined.

Accurately measuring plant water status and knowing the plant's response to water stress are extremely important for managing irrigation systems and saving water (Yazar et al., 1999; Gu et al., 2021). Methods such as leaf water potential, photosynthesis rate, stomatal conductance, and stem water potential are widely used to determine plant water status. However, these methods can damage plants and take a long time to measure (Khorsandi et al., 2018; Gu et al., 2021). In addition, these methods cannot be applied to spatial and temporal monitoring of crop water stress in large areas (Ballester et al., 2013).

Remote sensing can be used in three categories: ground-based, air-based, and satellite-based. In this study, ground-based laboratory devices were used. However, other remote sensing platforms should be used by mounting thermal cameras on airplanes, drones, or satellites to monitor the

water status of plants in large areas in a short time. Low-altitude aircraft/drones are good for obtaining high spatial resolution data. The most stable platform in the air is space-based satellites. However, for satellite data, an atmospheric correction factor may be required to estimate the correct surface temperature (Ramírez-Cuesta et al., 2017). This study aims to evaluate CWSI using infrared thermometry and to evaluate its potential for optimizing irrigation schedules in sesame cultivation in Antalya Province, a region with a Mediterranean climate.

Material and Methods

Study area

The research was carried out at the Western Mediterranean Agricultural Research Institute between 2019 and 2020. The study area is located at 30° 53' 04' E longitude, 36° 56' 29' N latitude, and 11 meters above sea level. The experimental area has a Mediterranean climate, with dry and hot summers and mild and rainy winters. Monthly average climate data for the 2019-2020 growing seasons as well as long-term averages are provided in Table 1. The chemical and physical properties of the soil in the experimental area, along with the quality parameters of the irrigation water, are presented in Tables 2 and 3. The soils in the research area are clayey loamy between 0-60 cm and loamy between 60-120 cm. Lime content varies between 23.7-25.6%. The electrical conductivity of the experimental area soils varies between 0.10-0.15 dS m⁻¹ (salt-free), and their pH contents vary between 8.3-8.4 (medium alkaline). Field capacity values were calculated as 23.5, 23.4, 23.1 and 23.2 g g⁻¹ for 0-30, 30-60, 60-90 and 90-120 cm, respectively, while wilting point values were calculated as 10.8, 11.1, 11.7 and 10.8 g g⁻¹. Bulk density values vary between 1.31-1.43 g cm⁻³ (Table 2). The irrigation quality class used in the research is in the T₂A₁ class (Table 3). As stated in the table of irrigation water used, it can be considered as good quality water that does not cause any limitations in terms of plant production (Akın and Cemek, 2021).

Table 1. Average Monthly Climate Data for the 2009–2018 Period and the 2019–2020 Sesame Growing Seasons (MGM, 2023)

Years	Months	Precipitation (mm)	Temperature (°C)	Wind Speed (%)	Relative Humidity (%)
2009-2018	May	53.0	20.9	3.0	69.9
	June	13.0	25.5	3.0	64.8
	July	3.0	28.5	3.0	63.5
	August	2.0	28.3	3.0	66.0
	September	22.0	24.9	2.8	67.0
2019	May	0.24	21.3	1.8	66.9
	June	0.41	25.7	1.7	64.6
	July	-	27.9	1.7	60.8
	August	0.2	28.3	1.5	65.5
	September	9.5	26.7	1.8	66.0
2020	May	1.7	28.9	2.0	68.6
	June	-	23.7	1.8	70.7
	July	-	28.6	1.7	70.4
	August	-	28.3	1.7	66.2
	September	12.0	25.8	1.9	69.0

Table 2. The physical and chemical properties of the soils

Depth (cm)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Texture Class	CaCO ₃ (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Bulk Density (g cm ⁻³)	Field Capacity (g g ⁻¹)	Wilting Point (g g ⁻¹)
0-30	32	44	24	CL	25.6	8.3	0.10	1.31	23.5	10.8
30-60	28	48	24	CL	24.8	8.3	0.11	1.38	23.4	11.1
60-90	24	40	36	L	23.7	8.4	0.16	1.43	23.1	11.7
90-120	26	48	26	L	23.9	8.3	0.15	1.41	23.2	10.8

Table 3. Some chemical properties of the irrigation water used in the experiment

pH	EC (dS m ⁻¹)	Cations (me L ⁻¹)				Anions (me L ⁻¹)				Class
		K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺	Ca ⁺⁺	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ^α	Cl ⁻	
7.30	0.56	0.05	0.49	1.85	4.23	-	5.03	1.06	0.53	C ₂ S ₁

The sesame variety Muganlı-57, widely cultivated in the Mediterranean region and officially registered by WMARI, was used in the experiment. Some characteristics of Muganlı 57 sesame variety: yield, 60-150 kg da⁻¹; oil content, 50-60%; protein content, 18-20%; resistance to

fusarium: medium. Plots were established with dimensions of 7.7 x 6.8 m (52 m²) for planting and 4.7 x 3.5 m (16.45 m²) for harvesting. The experiment was conducted in a randomized block design with three replications (Figure 1).

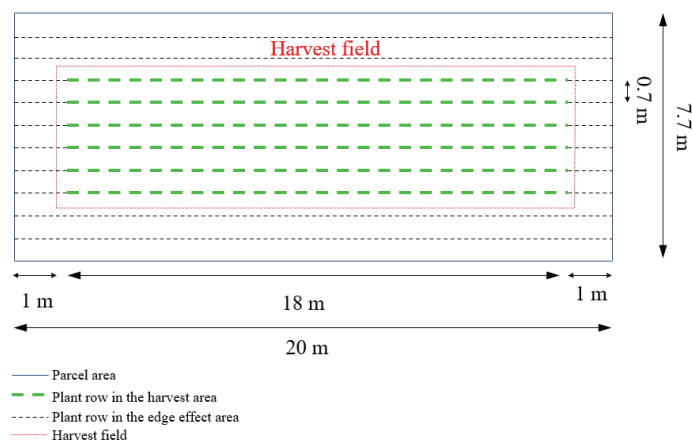


Figure 1. Harvest area and dimensions of a parcel

The subsurface drip irrigation treatments included 40 cm lateral depth and four irrigation levels (I100, I70, I40, and I0). Based on infiltration rate and emitter tests, the spacing between emitters was set at 30 cm, with one lateral line positioned per row. The emitters were calibrated to deliver 2 L hour⁻¹ at a pressure of 0.1 MPa. In the control treatment (I₁₀₀), soil moisture content was monitored

using both the gravimetric method and a neutron probe to determine optimal irrigation timing and amount. Under the full irrigation treatment (I₁₀₀), irrigation was applied when the top 0.90 m of soil had depleted 40% of its available water. The I00, I70, and I40 treatments received 100%, 70%, and 40% of the water applied to the control treatment, respectively (Figure 2).

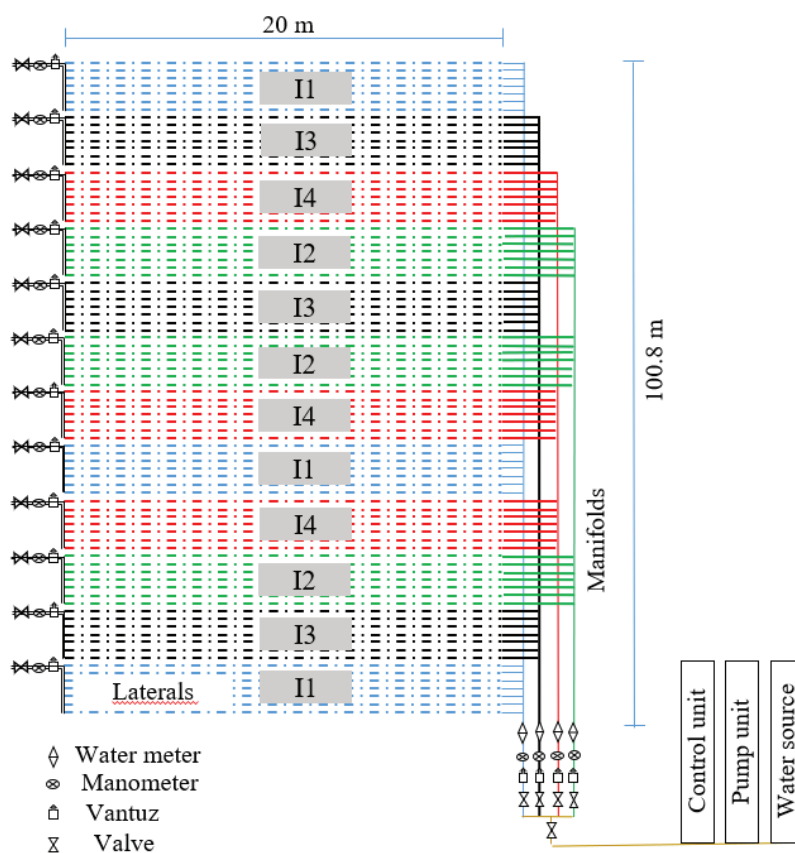


Figure 2. Installation of subsurface drip irrigation system

Plant evapotranspiration was calculated according to the soil water budget method (Equation 1) developed by Jensen et al. (1990), Allen et al. (1998), and Evett (2002).

$$ET_c = I + P \pm \Delta S - DP - RO \quad (1)$$

In the equation, ET_c represents crop water consumption (mm); I denotes applied irrigation water (mm); P refers to precipitation (mm); ΔS indicates the change in soil water within the effective root zone (mm); DP shows deep percolation (mm); and RO refers to surface runoff (mm). To determine deep infiltration loss, soil moisture in the 90-120 cm soil layer below the root zone was determined.

According to the results of the fertility analysis of the experimental area soils in the laboratory, a $10 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$ and $6 \text{ kg da}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ fertilization program was applied to the experimental area. The seeds were planted in rows with a 70 cm row spacing and 10 cm row spacing with a seeder on May 19, 2020. Harvesting was done on different dates. The thirsty subjects were harvested first. As the amount of water application increased, the vegetation and harvesting time of the plant increased. The harvest dates of the I1, I2, I3 and I4 subjects are September 28, September 23, September 16 and September 13, respectively.

Crop Water Stress Index (CWSI)

A Testo 871 model thermal camera (IRT) was used to determine plant canopy temperature. This camera operates in the 8-14 μm spectral range and is equipped with a $32^\circ \times 23^\circ/0.1 \text{ m}$ lens, a detector with a resolution of 160×120 pixels, a geometric resolution of 3.3 mrad, and a thermal sensitivity of $\leq 0.08^\circ\text{C}$. Calibration of the IRT was performed using black objects with known surface temperatures (Fuchs et al., 1996). Meteorological information was obtained from the meteorological station in the study area. Vapor pressure deficit calculation was made by taking the difference between the saturated vapor pressure at the measured air temperature and the actual vapor pressure at the dew point temperature.

Plant canopy temperature was measured between 11:00 a.m. and 2:00 p.m. before each irrigation, using three selected plants per plot. The thermal camera was positioned

at four orientations (perpendicular and parallel to the plant rows) to capture both plant and soil temperatures. Plants in the I100 treatment served as wet references, while dried plants provided dry reference temperatures for canopy temperature calculations. Measurements were conducted separately for each replication of every irrigation treatment. The average canopy temperature was calculated by isolating plant pixels from soil pixels in the thermal images. In the measurements, the emissivity value of the instrument was set to 0.95, reflecting the plant surface (Jones et al., 2002). Dry and wet soil surfaces served as reference surfaces for calculating CWSI (Leinonen and Jones, 2004). The CWSI was calculated using the equation proposed by Idso et al. (1981) (Equation 2).

$$CWSI = [(T_c - T_a) - (LL)] / [(UL) - (LL)] \quad (2)$$

In the CWSI equation, T_c represents canopy temperature, T_a represents air temperature, LL denotes the lower limit of the fundamental graph relating T_c and vapor pressure deficit (VPD), and UL indicates the upper limit. Relative humidity and air temperature measurements were used to calculate VPD using the equations provided by Ward and Elliot (1995) and Allen et al. (1998) (Equations 3, 4, and 5).

$$VPD = e_s - e_a \quad (3)$$

$$e_s = \exp \frac{16.78T - 116.9}{T + 273.3} \quad (4)$$

$$e_a = e_s \frac{RH}{100} \quad (5)$$

In the equation, e_s represents the saturated vapor pressure (kPa), e_a denotes the actual vapor pressure (kPa), T refers to air temperature ($^\circ\text{C}$), and RH indicates relative humidity (%). The data obtained from the study were evaluated using variance analysis (ANOVA). Statistical analyses were performed using SPSS (version 21.0, SPSS Inc.) software. According to the results of variance analysis, statistically significant applications were compared using the LSD test. Correlation analysis was performed to determine the relationship between the features (Der and Everitt, 2002).

RESULTS AND DISCUSSION

Surface Temperature and Vapor Pressure

Canopy temperature exhibited significant variations throughout the plant growth season in both years. In the first year, vegetation temperatures were recorded over a total of seven days: July 3, 6, 14, 21, and 27, and August 6 and 13. In the second year, eight measurements were taken on June 10, 21, and 28, July 14, and August 12, 18, 27, and September 6. The results of the difference between canopy temperature and air temperature ($T_c - T_a$) for the years in which the research was conducted are presented in Figure 5.

In the I0 treatment, the $T_c - T_a$ values were predominantly positive, while in the full irrigation treatment (I100), these values tended to be negative or close to zero. Generally, these values represent the variations of both canopy and soil surface temperatures in comparison to the air temperature (T_a), and they are primarily positive. Moreover, the $T_c - T_a$ values are consistent with the amounts of irrigation water applied in the irrigation treatments. In particular, the $T_c - T_a$ values were lowest in the I100 treatment and highest in the I0 treatment. The difference of the $T_c - T_a$ values was used to calculate the CWSI.

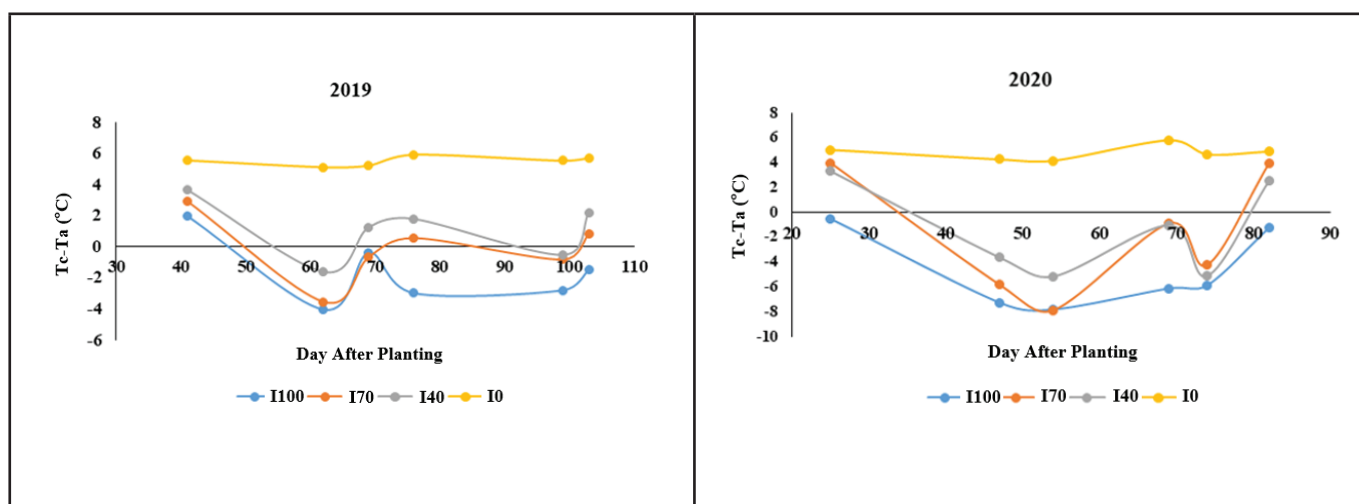


Figure 5. The changes in the canopy temperature (T_c) relative to the air temperature (T_a) during the growth period of sesame in 2019 and 2020

The variations in the VPD values calculated for both years were determined using the measured air temperature and relative humidity throughout the plant growth period, and these changes are illustrated in Figure 4. Additionally, the changes in air temperature and VPD during the sesame growing seasons of 2019 and 2020 are depicted in Figure 5, highlighting the differences between T_c and T_a . When the graph is examined, it is clearly seen that the VPD range for

the lower limit is between 1.0 and 3.73. Gardner and Shock (1989) suggested that the VPD range should be between 1 and 6 so that it can be used better in other studies. In our study, measurements were taken at a wider VPD than in other studies, although not between 1 and 6. As can be seen in Figure 6, the lower baseline changes depending on the VPD, while the upper baselines do not depend on the VPD.

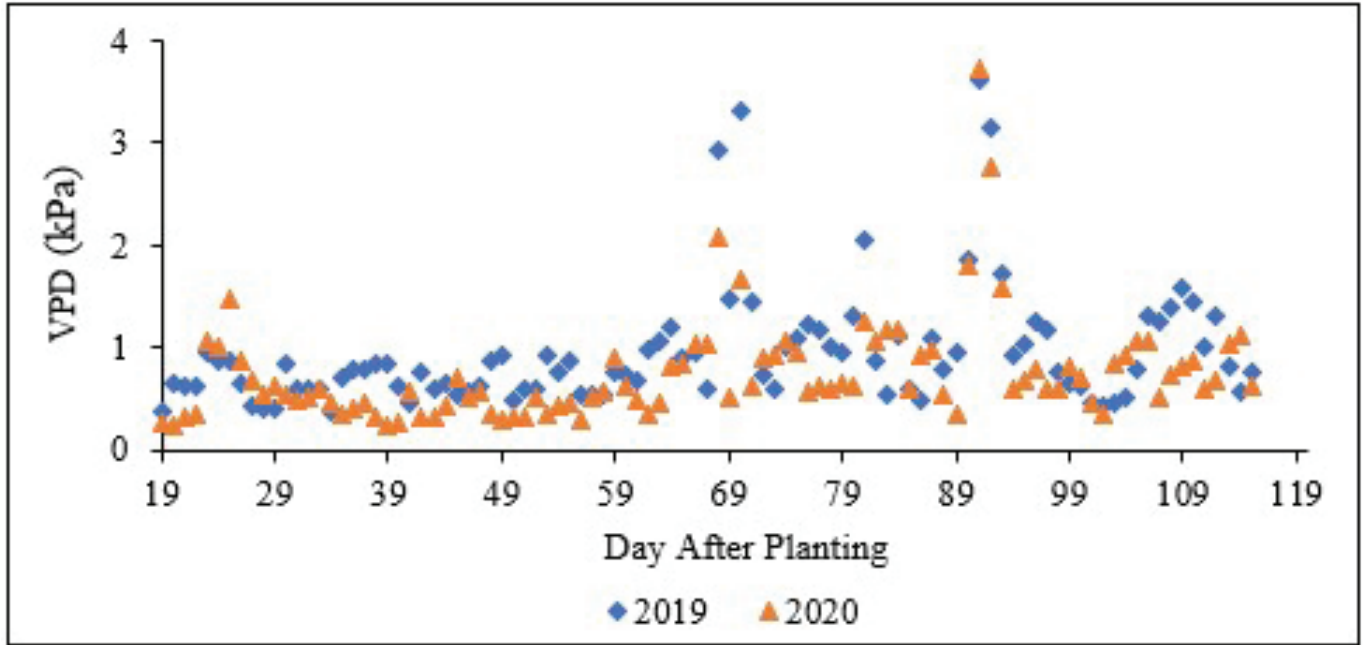


Figure 6. The changes in the vapor pressure deficit (VPD) during the growth period of sesame in 2019 and 2020

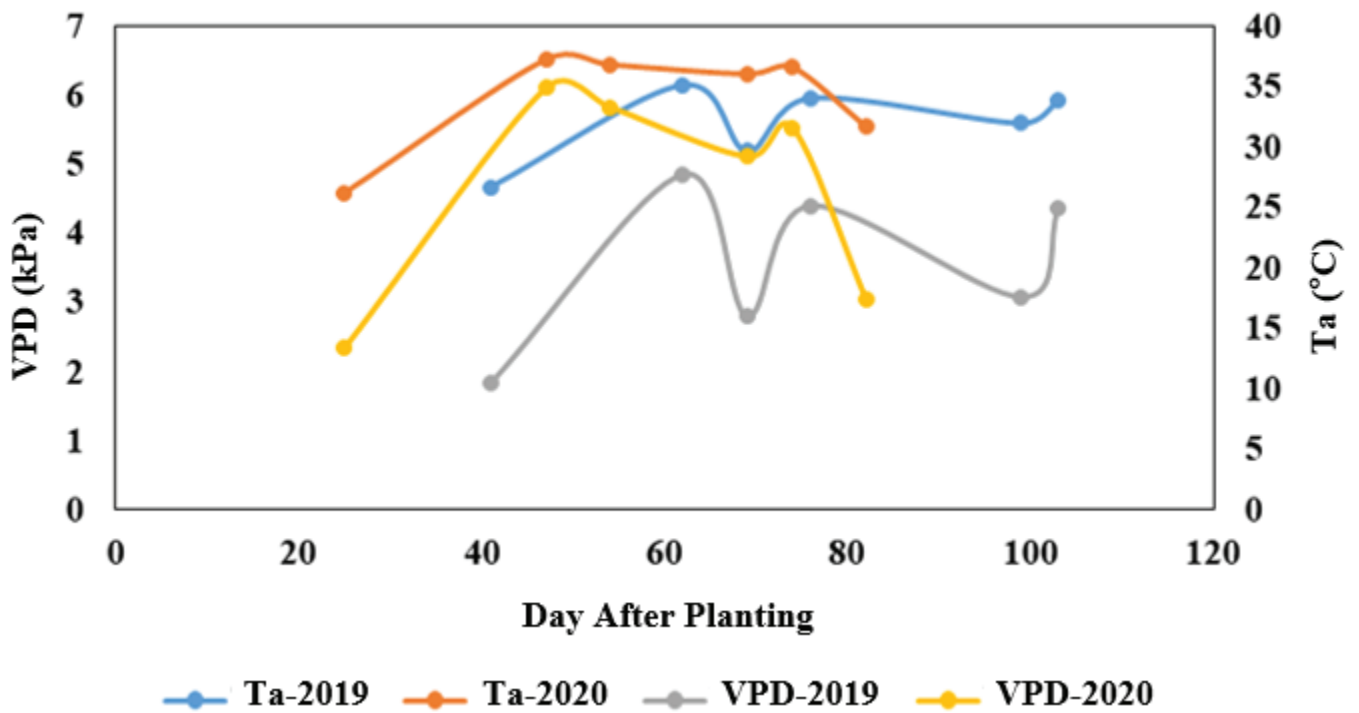


Figure 5. The changes in the air temperature (T_a) and vapor pressure deficit (VPD) during the growth period of sesame in 2019 and 2020

Crop Water Stress Index

In the study, the upper limit (UL) equation and the lower limit (LL) equation of the plant were created using two-year field measurements (Figure 6). As seen in Figure 6, in the case of no water stress in the plant, i.e., the lower

limit (LL) equation, the potential evapotranspiration was assumed to be $T_c - T_a = 4.67 - 2.43VPD$ ($r^2 = 0.86$). The intersection values of the LL line in the equation were determined as positive. Idso et al. (1982) reported that when the atmosphere becomes saturated, the VPD will drop to zero and the intercept may be less than zero. According to the studies conducted, it can be concluded that there is a positive water vapor flux towards the atmosphere throughout the entire growing season according to the LL equation (Köksal, 1995; Gençel, 2009). The average CWSI values calculated for irrigation topics in the research years 2019 and 2020 are given in Table 4. The average CWSI values in the first year were determined as 0.271 for the highest I0 irrigation and 0.098 for the lowest I70 irrigation. In the second year of the study, the highest I0 value was determined as 0.274 for irrigation and 0.101 for the lowest

I70 irrigation. It was determined that the values for other irrigation subjects were in this range. It was determined that the CWSI values determined in the first year were higher than the CWSI values determined in the second year for all irrigation subjects. As can be seen from Figure 6, CWSI is generally at maximum value before irrigation and decreasing values after irrigation. Köksal (1995) found that the CWSI values in Çukurova runners varied between 0.13 and 0.43 in the subject receiving the most water and between 0.42 and 0.73 in the subject receiving the least water. Gençel (2009) determined the CWSI value as 0-0.55 for I60, which is similar to the irrigation program applied by producers; as 1.0 for I80, which represents extreme stress conditions on the plant; and as 0.35-0.40 for I40, which is the most frequently irrigated.

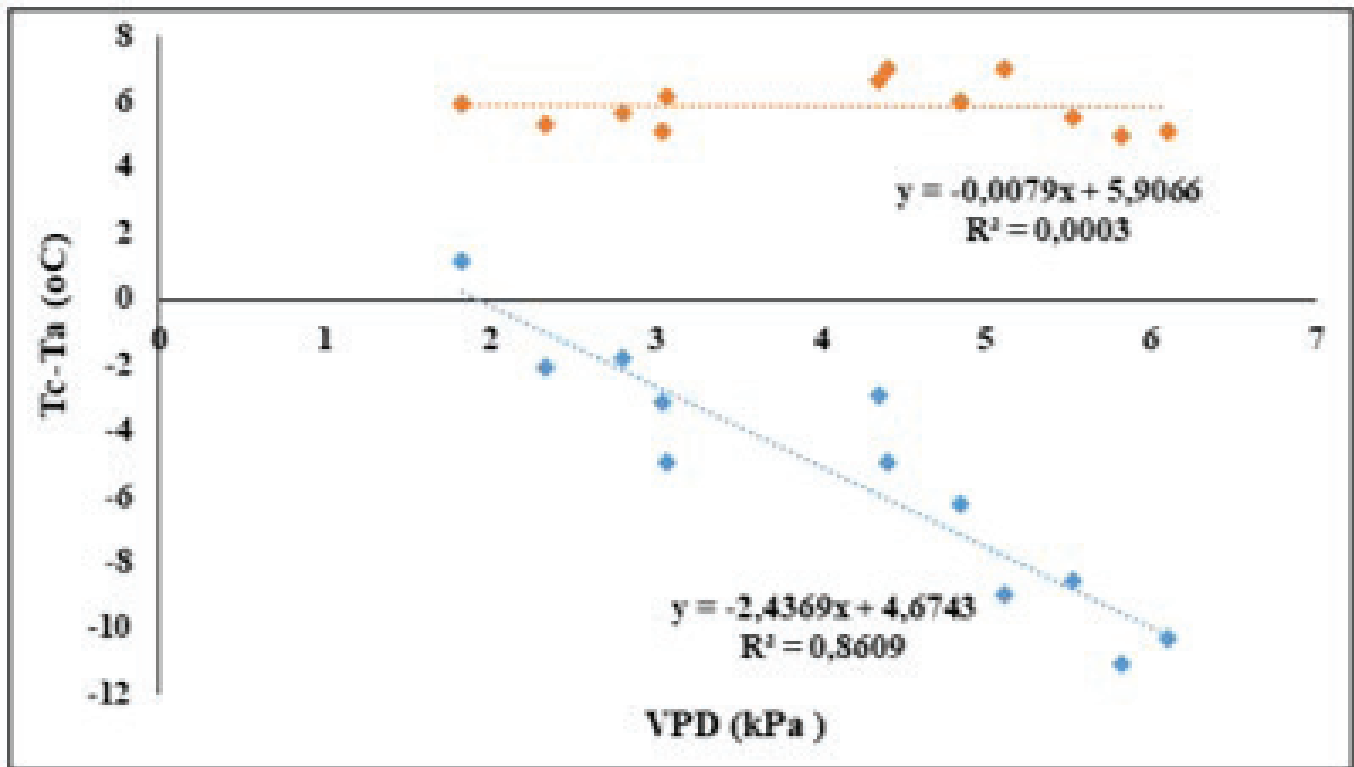


Figure 6. Basic Graph of Crop Water Stress Index (CWSI) for Sesame

Candoğan et al. (2013) suggested that the reason for the difference between the slopes and intervals obtained by Nielsen (1990) in soybean plants is due to the plant variety and climatic conditions. This difference may also be due

to the difference in leaf area between the varieties. Since leaf size affects leaf temperature (Smith, 1978), it may have caused the lower limit values obtained from different genotypes to be different. In addition, the lower limit differs

because the study was not conducted under similar climatic conditions, irrigation practices, and soil types (Erdem et al., 2012). For example, Khorsand et al. (2019) found that the slope and intercept values of the lower limit values obtained in different growth periods of maize were different. Gu et al. (2021) reported that the slope and intercept values of the lower line changed significantly as the growth period changed in both maize varieties. Taghvaeian et al. (2013) and De Jonge et al. (2015) obtained different slope values in the same country and city.

The upper limit (UL) values for sesame genotypes in Türkiye were determined as 2.04 °C and 1.77 °C, respectively. In the IR measurements made throughout the growing season, the threshold CWSI value at which sesame grain yield starts to decrease was determined as 0.31 (Uçak et al. 2022). Khorsandi et al. (2018) reported the UL values as 3 °C and -2.7 °C, respectively, in their study conducted in a greenhouse environment in Iran.

We can attribute the different results found in the studies to the different responses of varieties to the decrease in soil moisture (Uçak et al, 2022; Qin et al, 2021). Based on this, it has been stated in the studies that CWSI (the threshold value at which yield starts to decrease) varies depending on the irrigation method, irrigation program, soil type, plant variety, and climate values (Erdem et al, 2005; Bellvert et al, 2015; Ru et al, 2020).

In this study, unlike other studies, a subsurface drip irrigation system was used, where evaporation from the soil surface is minimal and water is delivered to the plant root zone. Another difference is that the plant stress index value is lower in the I70 subject, not in the I100 subject. The reason for this is that the water coming from the dripper from a depth of 40 cm remains in the plant root zone and can be easily used by the plant.

Table 4. Crop water stress index, irrigation water and plant water consumption values

Year	Irrigation considerations	Yield (kg ha ⁻¹)	Irrigation water (mm)	Plant water stress index
2019	I100	1840 b	266	0.227 c
	I70	2370 a	190	0.198 d
	I40	1390 c	114	0.368 b
	I0	860 d	12.6	0.571 a
2020	I100	1800 b	248	0.240 c
	I70	2320 a	178	0.211 d
	I40	1270 c	108	0.390 b
	I0	850 d	14.7	0.530 a

Correlation analysis

The correlation coefficient (r) values of the relationships between CWSI and yield of sesame plants are given in Table 5. When the correlation coefficients were examined, it was determined that the values of 2019 were statistically significant ($p \leq 0.01$). There was a decreasing (negative) relationship between CWSI and

yield as high as $r = -0.78$. In other words, it can be said that there was a decrease in yield as CWSI increased. When the correlation coefficients of 2020 were examined, it was determined that there were statistically significant relationships ($p \leq 0.01$), similar to the first year. There was a decreasing (negative) relationship between CWSI and yield as high as $r = -0.82$. In other words, it can be said that there was a decrease in yield as CWSI increased.

Table 5. Relationship between crop water stress index and yield

Year	Parameter	Yield	CWSI
2019	Yield	1.00	-0.78**
	CWSI	-0.78**	1.00
2020	Yield	1.00	-0.82**
	CWSI	-0.82**	1.00
CV(%)	2.74		

*: $p < 0.05$ and **: $p < 0.01$. ns; not important. CWSI; crop water stress index.

Conclusion

The plant development periods between germination and the beginning of vegetative growth and between flowering and fruit formation are the periods when sesame is most sensitive to water deficit. Water restriction during these periods has led to lower quality seed production. The study was conducted to determine the CWSI of the Muganlı-57 sesame variety grown by the subsurface drip irrigation method. With this study, the CWSI value was determined for the first time in sesame plants irrigated with the subsurface drip irrigation method. As a result of the findings obtained from the study, it can be decided that irrigation time has come when the crop water stress index threshold value of the first crop sesame plant is 0.27, and it was determined that there will be a loss in yield when irrigation is made when it is 0.27, and that water can be reduced by 40% in conditions where irrigation water is limited.

It was determined that there may be a significant decrease in yield if CWSI is higher than the above-mentioned value. In the light of the data obtained from the study, yield estimation can be made by using the linear relationships between sesame grain yield obtained by using leaf crown temperature measurements made at irrigation time and crop water stress index. In addition, it has been determined that irrigation is absolutely necessary for the first crop of sesame in Antalya and that irrigation has a positive effect on the balance of soil water relations of the

plant. As a method, subsurface drip irrigation has been seen to have advantages such as no plant lodging, high fertilizer use efficiency, and low weed growth in sesame irrigation.

Data availability

The manuscripts data is contained in the text.

Funding

This study is based on data obtained from project number TAGEM/TSKAD/A/19/A9/P3/1068, carried out at the Western Mediterranean Agricultural Research Institute (BATEM) and supported by the General Directorate of Agricultural Research and Policies (TAGEM).

Ethics declarations

Conflict of interests

The authors state that they have no other financial or personal affiliations or interests that would have affected the research presented in this paper.

Code availability

Not applicable.

Ethics approval

Not Applicable.

Consent to participate

Not applicable.

Content for publication

Not applicable.

References

- Akın F., & Cemek, B., (2021). Determination of Yield and Quality Characteristics of Sesame Irrigated with Subsurface Drip Irrigation under Different Water Shortage Conditions and Evaluation of Suitable Lateral Depth with Hydrus Model. General Directorate of Agricultural Research and Policies, Final Report, TAGEM/TSKAD/A/19/A9/P3/1068.
- Allen, R.G., Pereria, L.S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration FAO56. Rome.
- Ballester, C., Jimenez Bello, M., Castel, J., & ntrigliolo, D. (2013). Usefulness of thermography for plant water stress detection in citrus and persimmon trees. *Agricultural and Forest Meteorology* 168, 120-129.
- Bellvert, J., Marsal, J., Girona, J., & Zarco-Tejada, P. J. (2015). Seasonal evolution of crop water stress index in grapevine varieties determined with high-resolution remote sensing thermal imagery. *Irrigation Science*, 33, 81-93.
- Çamoğlu, G., Genç, L., & Aşık, Ş. (2011). The effects of water stress on physiological and morphological parameters of sweet corn (*Zeamays saccharata* Sturt.). *Ege University Faculty of Agriculture Journal*, 48 (2), 141-149.
- Candoğan, B.N., Sincik, M., Büyükcangaz, H., Demirtaş, C., Göksoy, A.T. & Yazgan, S. (2013). Yield, quality, and crop water stress index relationships for deficit-irrigated soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in sub-humid climatic conditions. *Agricultural Water Management*, 118, 113– 121.
- Clawson, K.L., & Blad, B.L. (1982). Infrared thermometry for scheduling irrigation of corn. *Agronomy Journal*, 74, 311-316.
- Çolak, Y.B., Yazar, A., Sezen S.M., Tangolar, S., Gökçel, E., & Eker, S. (2012). Monitoring of plant water stress in alphonse lavallee table grape variety using infrared thermometer in the Mediterranean Region. II. National Irrigation and Agricultural Structures Symposium, 1, 101-108.
- De Jonge, K.C., Taghvaeian, S., Trout, T.J., & Comas, L.H. (2015). Comparison of canopy temperature-based water stress indices for maize. *Agricultural Water Management*, 156, 51-62.
- Der. G., & Everitt, B.S. (2002). *A Handbook of Statistical Analyses Using SAS*. Second Edition. CRC Press LLC. 2000 N.W. Corporate Blvd., Boca Raton. Florida 3431. USA.
- Erdem, T., Erdem, Y., Okursoy, H., & Göçmen, E. (2012). Variations of non-water stressed baselines for dwarf cherry trees under different irrigation regimes. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*, 9(2), 41-49.
- Erdem, T., Halim Orta, A., Erdem, Y., & Okursoy, H. (2005). Crop water stress index for potato under furrow and drip irrigation systems. *Potato Research*, 48, 49-58.
- Gardner, B.R., & Shock, C.C. (1989). Interpreting the Crop Water Stress Index. ASAE Paper 89-2642. ASAE, St. Joseph, MI.
- Gençel, B. (2009). Estimation of irrigation water amount to be applied in second crop maize plants using plant water stress index (CWSI). Çukurova University, Institute of Science, Department of Agricultural Structures and Irrigation, PhD Thesis.
- Gençoğlu, C. (1996). Water-Yield Relationships of Maize Plant, Determination of Root Distribution and Plant Water Stress Index and Investigation of Adaptability of CERES Maize Plant Growth Model to the Region. Çukurova University, Institute of Science, Department of Agricultural Structures and Irrigation, PhD Thesis.
- Gu, S., Liao, Q., Gao, S., Kang, S., Du, T., & Ding, R. (2021). Crop water stress index as a proxy of phenotyping maize performance under combined water and salt stress. *Remote Sensing*, 13(22), 4710.
- Idso, S.B. (1982). Non-water-stressed baselines: a key to measuring and interpreting plant water stress. *Agricultural Meteorology*, 27, 59-70.
- Idso, S.B., Jackson, R.D., Pinter, P.J., Reginato, R.J., & Hatfield, J.L. (1981). Normalizing the stress degree-day parameter for environmental variability. *Agricultural Meteorology*, 24, 45-55.
- Idso, S.B., Pinter, P.J., & Reginato, R.J. (1990). Non-water stressed baselines: the importance of site selection for air temperature and air vapor pressure deficit

- measurements. *Agricultural and Forest Meteorology*, 53, 73-80.
- Jackson, R.D. (1982). Canopy Temperature and Crop Water Stress. *Advances in Irrigation*. Academic Press 1, 43-85.
- Jackson, R.D., Hatfield, J.L., Reginato, R.J., Idso, S.B., & Pinter, P.J. (1983). Estimation of daily evapotranspiration from one time-of-day measurements. *Agricultural Water Management*, 7, 351-362.
- Jackson, R.D., Idso, S.B., Regina, R.J., & Pinter, P.J. (1981). Canopy Temperature as a Crop Water Stress Indicator. *Water Resources Research*, 4 (17), 1133-1138.
- Jones, H.G. (1999). Use of infrared thermometry for estimating of stoma conductance as a possible aid to irrigation scheduling. *Agricultural and Forest Meteorology*, 95, 139-149.
- Jones, H.G., Stoll, M., Santos, T., Sousa, C., Chaves, M., & Grant, O.M. (2002). Use of infrared thermography for monitoring stomatal closure in the field: application to grapevine. *Journal of Experimental Botany*, 378 (53), 2249-2260.
- Khorsand, A., Rezaverdinejad, V., Asgarzadeh, H., Majnooni Heris A., Rahimi, A., & Besharat, S. (2019). Irrigation scheduling of maize based on plant and soil indices with surface drip irrigation subjected to different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 224, 105740.
- Khorsandi, A., Hemmat, A., Mireei, S.A., & Amirfattahi, R. (2018). Plant temperature-based indices using infrared thermography for detecting water status in sesame under greenhouse conditions. *Agricultural Water Management*, 204, 222-233.
- Kırnak, H., & Gençoğlu, C. (2001). Use of crop water stress index for scheduling irrigation in second crop corn. *Harran University Faculty of Agriculture Journal*, 5(3-4), 67-75.
- Köksal, H. (1995). Determination of the suitability of second crop corn plant+water production functions and different growth models to the region in Çukurova conditions. Çukurova University, Institute of Science, Department of Agricultural Structures and Irrigation, PhD Thesis.
- Leinonen, I., & Jones, H.G. (2004). Combining thermal and visible imagery for estimating canopy temperature and identifying plant stress. *Journal of Experimental Botany*, 401 (55), 1423-1431.
- Moroni, I.F., Frayse, M., Presotto, A., & Cantamutto, M. (2012). Evaluation of Argentine wild sunflower biotypes for drought stress during reproductive stage. *Proc. 18th International Sunflower Conference*, Mar del Plata, Argentina, 420-425.
- Nielsen, D.C. (1990). Scheduling irrigations for soybeans with the crop water stress index (CWSI). *Field Crops Research*, 23, 103-116.
- Nielsen, D.C., Clawson, K.L., & Blad, B.L. (1983). Effect of solar azimuth and Infrared thermometer view direction on measured soybean canopy temperature. *Agronomy Journal*, 76, 607-610.
- Nielsen, D.C., Gardner, B.R. (1987). Scheduling Irrigations for Corn with the Crop Water Stress Index (CWSI). *Applied Agricultural Research*, 5 (2), 295-300.
- Ödemiş, B., & Baştuğ, R. (1999). Infrared Termometre Tekniği Kullanılarak Pamukta Bitki Su Stresinin Değerlendirilmesi ve Sulamaların Programlanması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 31-37.
- Qin, A., Ning, D., Liu, Z., Li, S., Zhao, B., & Duan, A. (2021). Determining Threshold Values for a Crop Water Stress Index-Based Center Pivot Irrigation with Optimum Grain Yield. *Agriculture*, 11(10), 958. <https://doi.org/10.3390/agriculture11100958>
- Ramirez Cuesta, J., Kilic, A., Allen, R., Santos, C., & Lorite, I. (2017). Evaluating the impact of adjusting surface temperature derived from Landsat 7 ETM+ in crop evapotranspiration assessment using high resolution airborne data. *International journal of remote sensing* 38, 4177-4205.
- Reginato, R.J. (1983). Field qualification of crop water stress. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 26(3), 772 – 781.
- Ru, C., Hu, X., Wang, W., Ran, H., Song, T., & Guo, Y. (2020). Evaluation of the crop water stress index as an indicator for the diagnosis of grapevine water deficiency

- in greenhouses. *Horticulturae*, 6(4), 86.
- Smith, W.K. (1978). Temperatures of desert plants: another perspective on the adaptability of leaf size. *Science*, 201, 614-616.
- Taghvaeian, S., Cha'vez, J.L., Bausch, W.C., DeJonge, K.C., & Trout, T.J. (2013). Minimizing instrumentation requirement for estimating crop water stress index and transpiration of maize. *Irrigation Science*, 32(1), 53-65.
- Uçak, A.B, Arslan, H., Özçınar, A.B., & Arslan, D. (2022). Determination of Irrigation Time by Utilizing Plant Water Stress Index (CWSI) Values of II. Crop Sesame Genotype in Siirt Conditions. *International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR)* ISSN:2454-1850, Vol-8, Issue-1, January.
- Ward, A.D., & Elliot, W.J. (1995). *Environmental Hydrology*. CRC Press., 462. USA.
- Yazar, A., Howell, T.A., Dusek, D.A., & Copeland, K.S. (1999). Evaluation of crop water stress index for LEPA irrigated corn. *Irrigation Science*, 18, 171-180.
- Wanjura, D.-F., Upchurch, D.R., & Mahan, J.R. (1992). Automated irrigation based on threshold canopy temperature. *Transaction of the ASAE*, 35(1), 153-159.